

**Zastosowanie paliw alternatywnych
i alternatywnych zespołów napędowych
w samochodach ciężarowych klas tonażowych
średniej i ciężkiej w warunkach zachodnioeuropejskich.
Wyzwania i ograniczenia – aspekty praktyczne**



UNIWERSYTET
EKONOMICZNY
WE WROCŁAWIU
1947 - 2022

Jarosław Brach

**Zastosowanie paliw alternatywnych
i alternatywnych zespołów napędowych
w samochodach ciężarowych klas tonażowych
średniej i ciężkiej w warunkach zachodnioeuropejskich.
Wyzwania i ograniczenia – aspekty praktyczne**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2022

Recenzja
Dariusz Tłoczyński

Redakcja wydawnicza
Dorota Pitulec

Korekta
Barbara Łopusiewicz

Skład i łamanie
Małgorzata Myszkowska

Projekt okładki
Beata Dębska

Na okładce wykorzystano zdjęcia z archiwum prasowego koncernu Scania

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki
pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” w latach 2019-2023
nr projektu 015/RID/2018/19; kwota finansowania 10 721 040,00 zł

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2022

Nota copyright obowiązuje do 31 sierpnia 2023 roku.
Kopiuwanie i powielanie w jakiegokolwiek formie wymaga pisemnej zgody Wydawcy

Od 1 września 2023 roku publikacja dostępna na licencji Creative Commons
Uznanie autorstwa-Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe (CC BY-SA 4.0).
Skrócona treść licencji na <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pl>



ISBN 978-83-67400-02-2 (dla wersji papierowej)
ISBN 978-83-67400-03-9 (dla wersji elektronicznej)

DOI: 10.15611/2022.03.9

Cytuj jako: Brach, J. (2022). Zastosowanie paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych w samochodach ciężarowych klas tonażowych średniej i ciężkiej w warunkach zachodnioeuropejskich. Wyzwania i ograniczenia – aspekty praktyczne. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

Jarosław Brach ORCID: 0000-0002-7615-3893

Druk i oprawa: TOTEM

Spis treści

| | |
|--|------------|
| Wprowadzenie | 9 |
| 1. Uwarunkowania ekologizacji taboru samochodowego | 17 |
| 1.1. Główne wyzwania..... | 17 |
| 1.2. Stosowanie różnego rodzaju paliw i napędów..... | 23 |
| 1.3. Zagadnienia związane z ograniczaniem emisji CO ₂ | 34 |
| 1.4. Uwarunkowania ekologizacji | 46 |
| 1.5. Paliwa alternatywne i alternatywne zespoły napędowe w transporcie drogowym w przyszłości | 55 |
| 1.5.1. Gaz..... | 75 |
| 1.5.2. Inne alternatywne paliwa ciekłe | 86 |
| 1.5.3. Elektryfikacja | 91 |
| 1.5.4. Wodór..... | 92 |
| 1.6. Wnioski i spostrzeżenia | 96 |
| 1.7. Założenia wstępne strategii ekologizacji taboru..... | 99 |
| 2. Strategie wytwórców taboru samochodowego w sferze alternatywnych paliw i układów napędowych..... | 105 |
| 2.1. Scania..... | 108 |
| 2.1.1. Efektywność energetyczna..... | 110 |
| 2.1.2. Gaz jako paliwo alternatywne..... | 117 |
| 2.1.3. Etanol jako paliwo alternatywne..... | 124 |
| 2.1.4. Zastosowanie biopaliw | 126 |
| 2.1.5. Elektryfikacja samochodów i jej znaczenie w drogowym transporcie towarowym | 127 |
| 2.1.6. Zastosowanie wodoru – akumulator elektryczny kontra wodór..... | 146 |
| 2.2. Renault Trucks | 148 |
| 2.3. DAF – spojrzenie na teraźniejszość i w przyszłość..... | 161 |
| 2.4. Volvo Trucks | 180 |
| 2.5. Daimler – Mercedes-Benz Trucks | 197 |
| 2.5.1. Spożytkowanie obszernej praktycznej wiedzy na temat napędu elektrycznego..... | 209 |
| 2.5.2. Plany Daimler Truck jako niezależnej firmy | 213 |
| 2.6. IVECO | 215 |
| 2.6.1. Gaz..... | 216 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 2.6.2. | Elektryfikacja | 227 |
| 2.7. | MAN | 233 |
| 2.8. | Rosenbauer..... | 241 |
| 2.9. | Designwerk – Futuricum | 242 |
| 2.10. | Irizar | 246 |
| 2.11. | Krone | 249 |
| 2.12. | Schmitz Cargobull | 251 |
| 2.13. | Ekologizacja zakładów produkcyjnych | 253 |
| 2.14. | Wnioski – ocena strategii wdrażania ekologizacji pojazdów przez wybrane przedsiębiorstwa | 259 |
| <hr/> | | |
| 3. | Pojazdy koncepcyjne, w tym spełniające warunki Poziomu 4.0 | 262 |
| <hr/> | | |
| 3.1. | Volvo Vera..... | 262 |
| 3.2. | Scania NXT..... | 269 |
| 3.3. | T-Pod Einride | 273 |
| 3.4. | MAN CitE..... | 278 |
| 3.5. | Koncept IVECO Z Truck – nowa filozofia gazowego samochodu ciężarowego przyszłości | 283 |
| 3.6. | Rosenbauer CFT i RT | 286 |
| 3.7. | Wnioski i spostrzeżenia | 295 |
| <hr/> | | |
| 4. | Wprowadzanie do eksploatacji bardziej ekologicznego taboru | 301 |
| <hr/> | | |
| 4.1. | Założenia wstępne..... | 301 |
| 4.2. | Wdrożenie do użytkowania bardziej ekologicznych pojazdów pochodzących od poszczególnych koncernów | 307 |
| 4.2.1. | Scania..... | 307 |
| 4.2.2. | Renault Trucks | 331 |
| 4.2.3. | DAF | 341 |
| 4.2.4. | Grupa Volvo..... | 345 |
| 4.2.5. | MAN | 365 |
| 4.2.6. | IVECO | 367 |
| 4.2.7. | Daimler Trucks – Mercedes Trucks | 372 |
| 4.2.8. | Zestawy klasy EC-LHV i HCV-HCT a paliwa alternatywne i alternatywne zespoły napędowe | 381 |
| 4.2.9. | Lotniska | 400 |
| 4.3. | Zachodnioeuropejski rynek samochodów ciężarowych na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi..... | 404 |
| 4.4. | Wnioski..... | 406 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 5. | Współpraca interesariuszy w celu przyspieszenia i potaniaenia ekologiczacji drogowego transportu towarowego..... | 408 |
| 5.1. | Założenia wstępne i uwarunkowania..... | 408 |
| 5.2. | Przykłady współpracy..... | 410 |
| 5.2.1. | Współpraca z instytucjami publicznymi | 410 |
| 5.2.2. | Projekty komercyjne..... | 419 |
| 5.3. | Wnioski..... | 453 |
| 6. | Testy pojazdów na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi i ich wdrożenia w Polsce..... | 457 |
| 6.1. | Próby w realnych warunkach | 459 |
| 6.1.1. | IVECO – wyniki testów drogowych samochodów ciężarowych zasilanych LNG w Polsce | 459 |
| 6.1.2. | Próby prowadzone przez Scanię..... | 461 |
| 6.1.3. | Wyniki testów gazowego Volvo FH LNG | 462 |
| 6.2. | Polski rynek taboru ciężarowego na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi w klasie tonażowej ciężkiej | 469 |
| 6.3. | Przykładowe kontrakty na pojazdy gazowe..... | 472 |
| 6.4. | Praktyczne testy elektrycznych samochodów ciężarowych | 475 |
| 6.5. | Wnioski | 478 |
| 7. | Tabor ekologiczny – nowe podstawy teoretyczne i mierniki oceny użytkowania oraz podstawowe zarzuty wobec pojazdów gazowych i zelektryfikowanych | 480 |
| 7.1. | Nowe podstawy teoretyczne i mierniki użyte przy ocenie efektywności eksploatacyjnej i ekologiczności pojazdów na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi..... | 480 |
| 7.2. | Zarzuty wobec taboru gazowego | 486 |
| 7.3. | Zarzuty wobec taboru elektrycznego..... | 490 |
| 7.4. | Wnioski i zasadnicze wskazówki dotyczące proekologizacji strategii taborowej w sferze taboru wykorzystywanego do obsługi dostaw na krótszych dystansach..... | 502 |
| 7.5. | Czy na tym etapie ekologiczacja transportu jest opłacalna ekonomicznie i ekologicznie? | 505 |
| 8. | Wyzwania na przyszłość..... | 510 |
| 8.1. | Co mogą zmienić kryzys i pandemia w kwestii planowania miast i miejskiej przestrzeni – casus pojazdów elektrycznych i niskoemisyjnych | 510 |

| | | |
|------|--|-----|
| 8.2. | Projekt ElectriCity realizowany w Göteborgu..... | 530 |
| 8.3. | Elektryfikacja przyszłej miejskiej mobilności komercyjnej – towarowej (<i>commercial – cargo mobility</i>) – wyzwania dla ładowania | 543 |
| 8.4. | Wskazówki na przyszłość..... | 546 |
| | Podsumowanie | 557 |
| | Zasadnicze wnioski badawcze, wskazania, zalecenia, rekomendacje i wytyczne | 569 |
| | Literatura..... | 592 |
| | Spis rysunków..... | 608 |
| | Spis tabel..... | 608 |
| | Abstract..... | 609 |

Wprowadzenie

Mimo że tematyka paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych nie jest nowa, stała się szczególnie popularna w ciągu ostatnich kilku lat. Wpływ na to miały cztery czynniki. Przede wszystkim zaczęły obowiązywać coraz bardziej restrykcyjne normy w zakresie czystości spalin, a Unia Europejska już ponad dekadę temu postanowiła, m.in. w ramach polityki uniezależniania się od importu ropy, że w 2020 roku 23% pojazdów powinno mieć napędy na paliwa alternatywne, w tym około 50% powinno być dostosowane do zasilania gazem ziemnym. Poza tym społeczeństwa bogatych państw Zachodu cechują się realnie wysoką troską o środowisko naturalne i chcą żyć w otoczeniu pozbawionym zanieczyszczeń i hałasu. Poziom wiedzy technicznej, na skutek znacznego postępu w wielu kluczowych dziedzinach, pozwolił też na przygotowanie nowoczesnych systemów napędowych, konkurencyjnych pod względem osiąągów oraz ceny. W efekcie problematyka alternatywnych paliw i zespołów napędowych w dalszym ciągu należy do aktualnych, a najważniejsi ze światowych i europejskich producentów pojazdów użytkowych muszą dysponować stosownymi rozwiązaniami proekologicznymi. Tymi rozwiązaniami są silniki przystosowane do spalania paliw innych niż olej napędowy czy benzyna, czyli generalnie gazów różnego rodzaju, oraz hybrydowe spalinowo-elektryczne bądź nawet czysto elektryczne układy napędowe oraz układy gazowo-elektryczne, z wodorem w roli nośnika energii. Przy czym, w pewnym sensie nieco przekornie można stwierdzić, iż stosowanie takich rozwiązań, bez względu na przytoczone wyżej argumenty, stanowi także niewątpliwą spuściznę po sytuacji na rynku paliw po 2008 roku. Uwzględniając wspomniane wysokie ceny ropy, wytwórcy aut musieli zacząć poważnie inwestować w rozwój technik i technologii pozwalających na ograniczenie jej zużycia lub nawet jego całkowitą eliminację. Co gorsza, gdy w następnej dekadzie ceny paliw należały do niskich, a prace badawczo-rozwojowe trwały i kosztowały немало, trzeba było zacząć komercjalizować te konstrukcje. Niemniej, ponieważ okres tej komercjalizacji zbiegł się z perturbacjami w gospodarce światowej – najpierw od 2014 i potem od 2022 roku – spowodowanymi działaniami wojennymi Rosji na Ukrainie, wciąż istnieje prawdopodobieństwo, że wobec braku zachęt sprzedaż kształtować się będzie na niezwykle niskim poziomie.

Pomijając jednak te aspekty związane z koniunkturą w rozpatrywanym okresie i jej podażowo-popytowymi następstwami, należy podkreślić, że za stosowaniem alternatywnych paliw i zespołów napędowych w pierwszym rządzie teoretycznie przemawiają czynniki związane ze środowiskiem naturalnym. Wykorzystanie takich paliw i zespołów przyczynia się bowiem do znacznej redukcji emisji substancji szkodliwych oraz zmniejszenia hałaśliwości. W bogatych, dbających o stan przyro-

dy społeczeństwach zachodnich elementy te są na tyle istotne, że znajdują swoje odzwierciedlenie w postaci obowiązywania szeregu nakazów i zakazów, dotyczących przykładowo poruszania się w centrach miast w ogóle czy w określonych godzinach albo możliwości uzyskania dotacji na zakup bardziej proekologicznego taboru i ulg podatkowych czy innych zniżek w opłatach w trakcie jego eksploatacji. Dodatkowo trzeba tu uwzględnić politykę dotyczącą Zielonego Ładu Unii Europejskiej (European Green Deal), która koncentruje się silnie na zrównoważonych rozwiązaniach transportowych we wszystkich państwach członkowskich, by jednocześnie przyczynić się do bardziej zrównoważonego rozwoju sektora transportu.

Mimo tych oczywistych zalet i zachęt, stosownej polityki ze strony władz różnych szczebli – od rządowych do samorządowych w poszczególnych krajach, realne zyskiwanie na popularności przez alternatywne paliwa i napędy zależy od kilku istotnych uwarunkowań natury ekonomicznej, eksploatacyjnej, społecznej, technicznej i infrastrukturalnej. By mianowicie nabywca wybrał pojazd użytkowy zasilany zamiennikiem oleju napędowego, bazujący wyłącznie na układzie elektrycznym czy systemie opartym jeszcze na mieszanym układzie z silnikiem wysokoprężnym, musi z tego tytułu widzieć szeroko rozumiane, wymierne korzyści, do tego w całym przewidywanym okresie eksploatacji. Pod względem ekonomicznym proekologiczny tabor musi więc być odpowiednio tańszy w użytkowaniu – tzn. wyższą cenę zakupu i możliwe dodatkowe nakłady na obsługę winny z nawiązką rekompensować ewentualne ulgi w podatkach i opłatach oraz mniejsze wydatki na paliwo, uwzględniające też występujące w przypadku gazu jego nieraz wyższe jednostkowe zużycie, ale przy niższej cenie jednostkowej. W przypadku czynnika eksploatacyjnego ważne jest, by pojazd nie wymagał dodatkowej obsługi, by uzupełnianie paliwa/energii odbywało się w jak najprostszym sposobie, a zamontowane zbiorniki/akumulatory zapewniały zasięg na akceptowalnym poziomie. Element społeczny oznacza, że zakupowi bardziej ekologicznych, w szczególności zasilanych gazem aut, nie powinny towarzyszyć wyimaginowane i niemające pokrycia w rzeczywistości uprzedzenia, jak te dotyczące bezpieczeństwa. Uwarunkowanie natury technicznej polega na tym, że parametry, w tym głównie osiągnięta moc i moment obrotowy, muszą być porównywalne z parametrami, jakimi w danej klasie samochodów charakteryzują się jednostki diesla. Czynnikiem infrastrukturalnym zaś oznacza, że dostęp do paliw alternatywnych musi być taki sam bądź przynajmniej zbliżony do dostępu do paliw tradycyjnych.

Dlatego sektor transportu znajduje się u progu poważnej transformacji. Polega ona na jego ekologizacji i proekologizacji, stając się jedną z najważniejszych inicjatyw mających na celu redukcję emisji, szczególnie że w Europie transport odpowiada za prawie jedną czwartą emisji gazów cieplarnianych. Tym bardziej że o zrównoważonym rozwoju mówi się od dawna, ale teraz zapotrzebowanie ze strony rynku na zrównoważone rozwiązania przybrało realny kształt.

Tematem niniejszej monografii jest wdrażanie w zachodnioeuropejskich warunkach paliw alternatywnych oraz zelektryfikowanych zespołów napędowych

w samochodach ciężarowych klas tonażowych średniej i ciężkiej, czyli o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 6000-7500 kg. Zasadnicze cele opracowania są następujące:

- określenie i analiza obecnych uwarunkowań prawnych, społecznych, ekonomicznych i technologicznych związanych z gazyfikacją i przede wszystkim elektryfikacją drogowego transportu towarowego,
- analiza podstawowych czynników determinujących gazyfikację i elektryfikację układów napędowych w tym sektorze – w tym szans, zagrożeń oraz wyzwań z tym związanych,
- analiza dostępnych i możliwych do komercyjnego wdrożenia paliw alternatywnych oraz alternatywnych zespołów napędowych,
- przedstawienie i analiza strategii głównych rynkowych graczy zaangażowanych w gazyfikację i elektryfikację sektora drogowych przewozów towarowych realizowanych samochodami ciężarowymi średnio- oraz wysokotonażowymi,
- wskazanie wad i zagrożeń związanych z gazyfikacją oraz elektryfikacją omawianych kategorii pojazdów,
- zaprezentowanie uwag, wniosków i rekomendacji na przyszłość,
- analiza i prognozowanie, jak może wyglądać przyszłe bystro-inteligentne miasto w stale wzrastającym stopniu oparte na zelektryfikowanych środkach transportu, zarówno towarowego, jak i osobowego.

Zarazem, w oparciu o podstawy teoretyczne na temat paliw i zachodzących procesów społeczno-ekonomiczno-politycznych dotyczących omawianej tematyki, przeanalizowano przebieg procesu wprowadzania paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych w samochodach klas tonażowych średniej i ciężkiej, by na tej podstawie wskazać na:

- obecny stopień rozwoju techniki w tym zakresie rzutujący na realną możliwość eksploatacji tego taboru,
- podstawowe bariery utrudniające na tym etapie procesy gazyfikacji i elektryfikacji taboru,
- główne rodzaje przewozów towarowych, w których gazyfikacja i elektryfikacja taboru już zachodzą bądź mogą wkrótce zachodzić,
- zmiany, jakie muszą być wprowadzone przede wszystkim w miastach, a wynikające głównie z elektryfikacji taboru,
- silną konieczność współpracy między rywalami, by we wprowadzaniu bardziej zrównoważonego transportu towarowego szybciej i mniej ryzykownie przezwyciężyć tzw. masę krytyczną.

Główne tezy pracy brzmią:

1. Wprowadzanie paliw alternatywnych, takich jak gazy, oraz zelektryfikowanych zespołów napędowych w pojazdach ciężarowych klas tonażowych średniej i ciężkiej jest procesem technologicznie i organizacyjnie złożonym oraz kosztownym – wymaga przygotowania nowych rodzajów taboru silnikowego i wdrażania nowych koncepcji prowadzenia biznesu transportowego, co dotyczy

szczególnie taboru zelektryfikowanego ze względu na wyższe koszty jego nabycia oraz późniejszego użytkowania.

2. Ekologizacja przewozów towarowych, ze względu na jej wysokie koszty, w celu przyspieszenia procesu przechodzenia na pojazdy bardziej przyjazne dla środowiska, w tym w pełni elektryczne, wymaga różnorodnego wsparcia ze strony władz zainteresowanych krajów, w tym na szczeblu rządowym i samorządowym.
3. Ze względu na wciąż wysokie koszty użytkowania taboru zelektryfikowanego konieczne okazuje się całkiem nowe podejście do jego implementacji, w tym co do samych zasad i sposobu bieżącej eksploatacji.
4. Postęp notowany w dziedzinie komercjalizacji paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych powoduje, że od początku lat dwudziestych tego stulecia zespoły i paliwa te zaczynają być stosowane w pojazdach wykorzystywanych w zastosowaniach, w których takie wprowadzanie jeszcze kilkanaście czy nawet kilka lat wcześniej wydawało się mało prawdopodobne czy wręcz niemożliwe, jak samochody gazowe w straży pożarnej czy elektryczne wchodzące w skład zestawów klasy EMS-LHV, w tym używanych w obsłudze kopalń odkrywkowych.
5. Na pewne przyspieszenie procesu ekologizacji transportu towarowego może wpłynąć bardzo wysoka świadomość i odpowiedzialność społeczeństw w sferze ochrony środowiska, co wyraża się, z jednej strony, ambitnymi celami ekologicznymi stawianymi przez samych przewoźników, z drugiej – gotowością zlecniodawców do płacenia więcej za usługi przemieszczania realizowane bardziej ekologicznym taborem, w tym szczególnie zeroemisyjnym.
6. Sami przewoźnicy muszą być dobrze przygotowani do wdrażania proekologicznego taboru od strony mentalnej i organizacyjnej. Ważną rolę odgrywa w tym właściwe współdziałanie z dostawcami takich pojazdów – ponieważ na tym początkowym etapie wszyscy zainteresowani *de facto* dopiero się uczą, jak maksymalnie efektywnie i skutecznie wykorzystywać w codziennej pracy takie środki przewozu. W związku z tym kluczowe znaczenie mają tu ścisła kooperacja i partnerstwo pomiędzy włączonymi interesariuszami.
7. Wraz z postępującą elektryfikacją taboru muszą się zmieniać miasta, by z jednej strony wykorzystywać związane z tym szanse, z drugiej ułatwiać, potaniać i przyspieszać zachodzenie tego procesu.
8. Wprowadzanie zelektryfikowanego taboru wymaga zastosowania nowych metod pomiaru opłacalności jego eksploatacji – tzn. implementacji nowych wskaźników.
9. Elektryfikacja, ze względu na jej koszty, przebiega i nadal będzie przebiegać z różnym natężeniem w różnych krajach – szybciej w bogatych, wolniej w biednych.

W zakresie metod badawczych w pierwszym rzędzie posłużono się analizą informacji pierwotnych na temat wdrażania ekologicznego taboru w poszczególnych krajach europejskich przez podmioty oferujące tabor tego rodzaju. Ważną rolę odgrywała ocena materiałów wewnętrznych poszczególnych głównych producentów w zakresie ich strategii w obszarze wdrażania pojazdów w trakcie eksploatacji mniej

lub praktycznie w znikomym stopniu uciążliwych dla środowiska. Pozwoliło to na dogłębne wyjaśnienie wielu kwestii związanych z ekologizacją drogowego transportu towarowego, w tym przedstawienie złożoności i wieloaspektowości tego procesu. Ponadto duże znaczenie miały wywiady i bezpośrednie rozmowy z reprezentantami wytwórców pojazdów, gdyż umożliwiły one:

- realne skonfrontowanie wiadomości podawanych oficjalnie z wiadomościami nieoficjalnymi, pozbawionymi tzw. marketingowej otoczki i wobec tego niejednokrotnie odzwierciedlającymi rzeczywiste działania podejmowane przez zainteresowanych w odniesieniu do wspierania bardziej ekologicznych przewozów,
- uzyskanie informacji na temat stanowiący przedmiot niniejszej monografii, a niemożliwych do pozyskania w inny sposób czy/i z innych równie kluczowych tu źródeł pierwotnych.

Jednocześnie analizie poddano pochodzące od samych przewoźników informacje na temat ekologicznego taboru i głównych zasad jego wdrażania oraz wiążących się z tym wyzwań i ograniczeń. Takie wdrażanie musi bowiem wykazywać sens nie tylko ekologiczny, ale i ekonomiczny. By jednak taki sens miał wymiar naturalny, a nie stanowił jedynie następstwa dotacji czy nakazów/zakazów, droga rozwojowa do pełnej implementacji, głównie w przypadku pojazdów zelektryfikowanych, wciąż wydaje się jeszcze daleka.

Ponadto oparto się na analizie dostępnych danych statystycznych dotyczących kształtowania się w ostatnich latach na europejskim i polskim rynku sprzedaży gazowych i zelektryfikowanych samochodów ciężarowych. Poza tym ze względów badawczo-wdrożeniowych przydatne są pytania, jakie zostały postawione przy okazji wprowadzania taboru zelektryfikowanego w ramach realizacji licznych projektów w różnych miastach europejskich.

Monografia składa się z ośmiu rozdziałów. W rozdziale pierwszym przedstawiono: uwarunkowania ekologizacji taboru, w tym główne wyzwania, tematykę paliw, problematykę ograniczania emisji CO₂, liczne uwarunkowania polityki ekologizacji oraz paliwa alternatywne i alternatywne zespoły napędowe w transporcie drogowym w przyszłości, w tym gaz, inne alternatywne paliwa ciekłe, elektryfikację i wodór. Zaprezentowano wnioski i spostrzeżenia oraz założenia wstępne strategii ekologizacji taboru. Rozdział drugi zawiera omówienie strategii poszczególnych firm – wytwórców taboru samochodowego dotyczących alternatywnych paliw i układów napędowych. Dokładnie przybliżono strategię Scanii (założenia, etanol jako paliwo alternatywne, elektryfikacja i jej znaczenie w drogowym transporcie towarowym, zastosowanie wodoru – akumulator elektryczny kontra wodór), Renault Trucks, DAF-a, Volvo Trucks, Daimler – Mercedes Benz Trucks (praktyczna wiedza na temat napędu elektrycznego, plany jako niezależnej firmy), IVECO (gaz, elektryfikacja), MAN-a, Designwerk – Futuricum, Irizar, Rosenbauera, Krone i Schmitz Cargobull. Rozdział ten kończą wnioski dotyczące oceny strategii poszczególnych firm w sferze ekologizacji pojazdów, uzupełnienie przez kwestię ekologizacji samych zakładów produkcyjnych. Rozdział trzeci poświęcono pojazdom koncepcyj-

nym, w tym z Poziomu 4.0, takim jak: Volvo Vera, Scania NXT, T Pod Enride, MAN CiTe, gazowy koncept IVECO Z Truck – oznaczający nową filozofię gazowego samochodu ciężarowego przyszłości – oraz Rosenbauer CFT i RT. W rozdziale czwartym poruszono niezwykle ważną problematykę wdrożeń ekologicznego taboru poprzez pryzmat wprowadzania na rynek takich pojazdów przez poszczególne koncerny – tzn. Scanię, Renault Trucks, DAF-a, Volvo Trucks/Volvo Group, MAN-a, IVECO i Daimler Trucks – Mercedes Trucks. Zajęto się też tematyką wdrożeń zestawów klasy EC-LHV i HCV-HCT z samochodami ciężarowymi na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi. W rozdziale piątym wskazano na wagę współpracy w implementacji ekologizacji, w tym ważną rolę współdziałania z instytucjami publicznymi oraz projektów komercyjnych. Rozdział szósty dotyczy testów i wdrażania w Polsce taboru bardziej ekologicznego, w tym przybliża przeprowadzone w naszym kraju w realnych warunkach próby gazowych samochodów IVECO, Scania i Volvo. Zaprezentowano również wielkość sprzedaży ekologicznego taboru w kraju oraz przykładowe kontrakty na pojazdy gazowe, praktyczne krajowe testy aut elektrycznych i wnioski. W rozdziale siódmym zajęto się problematyką rzeczywistej ekologiczności taboru gazowego i zelektryfikowanego. Obejmuje on: nowe podstawy teoretyczne i mierniki użyte przy ocenie efektywności eksploatacyjnej i ekologiczności pojazdów na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi, zarzuty wobec taboru gazowego, zarzuty wobec taboru elektrycznego oraz wnioski i zasadnicze wskazówki dotyczące proekologizacji strategii taborowej w sferze taboru wykorzystywanego do obsługi dostaw na krótszych dystansach. Starano się także odpowiedzieć na pytanie, czy na tym etapie ekologizacja transportu jest opłacalna pod względami ekonomicznym i ekologicznym. W ostatnim z rozdziałów opisano wyzwania na przyszłość, wskazano, co mogą zmienić kryzys i pandemia COVID-19 w kwestii planowania miast i miejskiej przestrzeni (casus pojazdów elektrycznych i niskoemisyjnych), zajęto się projektem ElectricCity realizowanym w Göteborgu oraz elektryfikacją przyszłej miejskiej mobilności komercyjnej – towarowej (*commercial – cargo mobility*) – wyzwaniami dla ładowania. Rozdział ten kończą wskazówki na przyszłość.

Wiele z przedstawionych w tej książce kwestii zostało po raz pierwszy omówionych w takim zakresie w polskiej literaturze fachowej – akademickiej – w ramach jednego zwartej opracowania. W niniejszej pracy przede wszystkim:

- usystematyzowano i uporządkowano wiedzę na temat przebiegu procesu ekologizacji ciężkiego taboru samochodowego, ze szczególnym uwzględnieniem ostatnich lat, kiedy ten proces znacznie przyspieszył,
- wskazano podstawowe wyzwania, szanse i zagrożenia związane z ekologizacją taboru,
- zwrócono uwagę na konieczność – by przyspieszyć ekologizację drogowego transportu towarowego – uczestniczenia w projektach implementacyjnych tego rodzaju organów publicznych, w tym władz różnych szczebli,

- podano liczne przykłady praktycznych wdrożeń taboru bardziej ekologicznego oraz je przeanalizowano, co w połączeniu z podstawami naukowymi w tej dziedzinie może być wykorzystane w innych analogicznych przypadkach aplikacyjnych,
- przedstawiono i przeanalizowano możliwe skutki ekologizacji taboru dla przyszłych zielonych, bystro-inteligentnych miast,
- usystematyzowano podstawy teoretyczne ekologizacji i proekologizacji taboru samochodowego,
- poprzez podanie licznych studiów przypadków wskazano na rzeczywisty przebieg procesu wdrażania paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych, m.in. na związane z tym główne szanse, wyzwania, problemy i zagrożenia,
- przeanalizowano sens szerokiej współpracy interesariuszy wdrożonych we wprowadzanie bardziej ekologicznie zrównoważonego drogowego transportu towarowego,
- wskazano na konieczność tworzenia rozproszonej, zdecentralizowanej, wspierającej i odciążającej dostawców systemowych, sieci produkcji gazu i energii opartej na OZE oraz biogazowniach i minielekrowniach drzewnych; w tym kontekście zwrócono uwagę na konieczność wprowadzania stacji ładowania o docelowo energetycznym obiegu zamkniętym,
- bazując na doświadczeniach zagranicznych, analizie poddano podstawowe wyzwania, szanse i zagrożenia dotyczące realnej ekologizacji taboru w polskich warunkach.

Zaproponowano też autorskie, nowe podstawy teoretyczne i mierniki użyte przy ocenie efektywności eksploatacyjnej i ekologiczności pojazdów na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi. Mogą one być wykorzystywane do mierzenia realnej ekologiczności wdrożeń zarówno przez przemysł motoryzacyjny, władze i decydentów różnych szczebli, jak i przez samych przewoźników.

Z całą pewnością tematyka omawiana w książce dotyczy obszaru rozwijającego się niezwykle dynamicznie. W związku z tym wiele poruszonych kwestii, nowych i aktualnych w momencie pisania w latach 2021-2022, może się szybko zdezaktualizować. Dlatego monografia ta będzie stanowiła dobrą zwartą i kompletną podstawę do dalszych pogłębionych i poszerzonych badań w tej dziedzinie.

Opracowanie jest przeznaczone dla niezwykle szerokiego grona odbiorców. Poza studentami kierunków związanych z logistyką, transportem i budową pojazdów samochodowych należą do nich właściciele i decydenci w przedsiębiorstwach drogowego transportu ładunków oraz władze różnych szczebli, w tym rządowe i samorządowe. W przypadku tych ostatnich kwestia dotyczy pojęcia i tym samym odpowiedniego uświadomienia sobie złożoności wdrażania taboru bardziej ekologicznego – gazowego i zelektryfikowanego. W rezultacie trzeba zrozumieć, że prawidłowo wprowadzana polityka/strategia gazyfikacji i szczególnie elektryfikacji wcale nie polega na tym, że dotychczasowe modele tradycyjne z silnikiem Diesla zastąpi się gazowymi lub zelektryfikowanymi odpowiednikami. Jej zadaniem jest sprawić, by te procesy – z uwagi na wciąż bardzo wysokie koszty głównie rozwiązań

zelektryfikowanych – bezwzględnie wiązały się z licznymi pracami adaptacyjnymi w wielu obszarach, w tym co do samego prowadzenia przewozów, rozmieszczenia stacji tankowania/ładowania, dalszej filozofii prowadzenia biznesu oraz – w sferze władz – przebudowy miast i nierzadko percepcji społecznej i realnego społecznego nastawienia do zagadnień związanych z ekologizacją.

Niniejsza monografia wchodzi w skład tzw. pięcioksięgu transportowego Bracha. Dotychczas ukazały się w nim pozycje dotyczące wybranych zagadnień związanych z logistyką ostatniej mili oraz wdrażaniem megadługich zestawów o podniesionej dopuszczalnej masie całkowitej. W przygotowaniu są zaś dwie kolejne części – pierwsza dotyczy sensu stosowania ciężkiej dystrybucji miejskiej, druga – zjawiska serwicyzacji na współczesnym zachodnioeuropejskim rynku pojazdów użytkowych i transportu towarowego.

Osobną grupę potencjalnych czytelników stanowią zatem miłośnicy motoryzacji.

Uwarunkowania ekologizacji taboru samochodowego

1.1. Główne wyzwania

Sprostanie wyzwaniom ekonomicznym, a jednocześnie spełnianie stale rosnących wymagań ekologicznych i społecznych to ważne zadania stojące przed branżą transportową, które znacznie wykraczają poza zwykłe przemieszczanie ładunków z punktu A do punktu B. Cyfryzacja, efektywne zarządzanie flotą, efekty synergii i kompleksowe połączenie w sieć należą do najważniejszych zagadnień związanych z konkurencyjnością przedsiębiorstw transportowych w perspektywie długoterminowej, tym bardziej, że znaczenie ekologizacji stale rośnie. Ekologizacja polega na „wykorzystaniu naturalnych mechanizmów dla wzmocnienia procesów gospodarczych”¹. Poprawnie rozumiana ekologizacja oznacza „nie tylko uwzględnianie ograniczeń ekologicznych – konieczności ochrony przyrody, ale także uwzględnianie wszelkich aspektów społecznych, związanych z człowiekiem”². W rezultacie dochodzi do wykształcenia się kategorii tzw. gospodarki ekologicznej, będącej systemem optymalizującym przepływ towarów i usług, aby można było maksymalnie spożytkować dostępne surowce oraz do minimum ograniczyć ilość odpadów, a najlepiej, by nie było ich wcale w myśl zasady *zero waste*³. Oprócz tego, przy stałym wzroście wymagań i wyzwań w samej sferze ekologicznej, od połowy drugiej dekady tego stulecia branża transportowa podlega istotnym zmianom w związku z jej przechodzeniem do poziomu – stopnia rozwoju określanego jako Poziom 4.0, będącego bezpośrednim następstwem zachodzenia tzw. czwartej rewolucji przemysłowej.

Czwarta rewolucja przemysłowa to termin ukuty przez specjalistów niemieckich. Niemniej bardzo szybko trafił on do powszechnego użytku i obrazuje ostatnie zmiany, jakim podlegają przede wszystkim gospodarki krajów wysoko rozwiniętych. Do zasadniczych wyznaczników tych zmian i zarazem podstawowych wyróżników charakteryzujących tzw. Poziom 4.0 należą postępujące digitalizacja i cyfryzacja, łączność i sieciowość, automatyzacja i autonomizacja oraz proekologizacja.

Jednym z pierwszych określeń związanych z czwartą rewolucją przemysłową jest Przemysł 4.0 (Industry 4.0). Oznacza on przemysł funkcjonujący w środowisku sieciowym, oparty na pozyskaniu, obróbce, analizie i przesyłaniu informacji, Internecie

¹ M. Koźuch (red.), *Ekologizacja gospodarki*, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2015, s. 11.

² Tamże, s. 14.

³ Tamże.

rzeczy (*Internet of Things* – IoT) oraz coraz częściej na chmurach i sztucznej inteligencji, a do tego na coraz większą skalę wykorzystujący roboty zastępujące pracę ludzi, na tym etapie najczęściej tę powtarzalną i wobec tego najłatwiejszą do mechanicznego zsubsydiowania, a przy tym silnie uwzględniający kwestie ochrony środowiska.

Ponieważ przemysł nie funkcjonuje w próżni, ta tzw. rewolucja Poziomu 4.0 zaczyna dotyczyć stale rosnącej liczby sektorów gospodarki oraz kolejnych sfer naszego życia. Wskutek tego narodziły się już np. Usługi 4.0 czy Media 4.0. Bezpośrednio z samym Przemysłem 4.0 powiązane zaś są m.in. pakiety pełnej obsługi transportowo-spedycyjno-logistycznej w ramach modułów zaopatrzenia i dystrybucji, w tym zaopatrzenia od punktu pierwotnego wejścia w posiadanie określonych zasobów do dystrybucji aż do momentu trafienia określonego – finalnego – przeznaczonego do ostatecznej konsumpcji dobra do końcowego odbiorcy. W efekcie zaczęły istnieć takie terminy, jak Logistyka 4.0, Transport 4.0, Mobilność 4.0 oraz Pojazd 4.0.

Pojazd 4.0 da się koncepcyjnie i funkcjonalnie określić jako środek przemieszczania przygotowany do działania w Środowisku 4.0, czyli do wykonywania operacji przewozowych i innych skojarzonych na poziomie Transportu 4.0 przy zachowaniu zasad Mobilności 4.0. W przypadku transportu osobowego może czy wręcz powinien on realizować swoje zadania w systemach MaaS (*Mobility-as-a-Service*) – mobilności jako usługi pasażerskiej, natomiast w obszarze transportu towarowego jego rola wiąże się z zaspokajaniem potrzeb przemieszczeniowych w zakresie Logistyki 4.0 działającej na rzecz Przemysłu 4.0, co też nie wyklucza funkcjonowania w środowisku MaaS – tzw. towarowego MaaS. Tym samym Pojazd 4.0 musi spełniać podstawowe założenia techniczno-użytkowe obowiązujące dla Poziomu 4.0. W tym przypadku są nimi łączność i sieciowość wskutek cyfryzacji i digitalizacji oraz włączenia w całokształt powiązań tworzących kompleksową i zintegrowaną całość – siatkę wzajemnych zależności. Siatka ta została wydzielona z otoczenia na podstawie określonych kryteriów, ale jednocześnie na zasadzie zazwyczaj silnych wzajemnych interakcji, bywa mocno z tym otoczeniem powiązana i wskutek tego wyróżnia się specyficznymi: rozkładem, organizacją, rozmieszczeniem, mechanizmami postępowania, systemem zależności, uporządkowaniem i hierarchizacją, profilem i strukturą. Elementy te immanentnie się uzupełniają – automatyzacja zmierzająca do pełnej autonomizacji oraz proekologizacja nastawiona na maksymalne ograniczenie emisji wszelkich substancji szkodliwych i hałasu. Co ważne, na skutek bardzo turbulentnego otoczenia składowe te mogą, a nawet muszą, ewoluować w czasie w kierunku swojej stałej poprawy, co wyraża ich zdolności adaptacyjno-przystosowawcze, nacelowane na stałe podnoszenie konkurencyjności.

Rozważania te stanowią bazę do precyzyjnego zdefiniowania Pojazdu 4.0, co ze względu na obecne drogi rozwoju technologicznego wcale nie zalicza się do łatwych zadań. Dyskusji nie podlegają zasadnicze kryteria, którymi są wskazane automatyzacja i rozpatrywany model. Jeśli przyjmie się podejście bardziej otwarte, elastyczne, hybrydowe – tzw. melanżycyjno-zhybrydyzowane – wówczas te trzy warunki nie muszą być spełnione całkowicie i jednocześnie, tzn.:

- dopuszcza się poszczególne stopnie automatyzacji prowadzenia, a sama jego pełna autonomizacja nie jest wymagana,
- sieciowość może dotyczyć tylko wybranych aspektów bieżącej pracy jedynie pojazdu, np. w czasie rzeczywistym monitoringu działania jego systemów pokładowych, i nie musi się wiązać z równoczesnym włączeniem do sieci przewożonych tym pojazdem ładunków, czy też – poprzez modele pasażerskiego MaaS – zabranych ludzi,
- proekologizacja może oznaczać nie całkowity brak wszelkich emisji, lecz emisję substancji szkodliwych czy/i hałasu niższą niż minimalny, prawnie wymagany poziom w danym okresie i na danym obszarze.

Są to więc mimo wszystko kryteria dość otwarte i wobec tego dające możliwość uznania za pojazdy Poziomu 4.0 większej liczby konstrukcji. Jeśli jednak przyjmie się podejście przeciwne, to wówczas, chociaż zasadnicze kryteria doboru i rozróżnienia pozostają takie same, to zakres postawionych w nich bazowych wymagań zmienia się na zdecydowanie bardziej rygorystyczny (pryncypialny). W rezultacie:

- automatyzacja oznacza pełną autonomizację – pojazd jest bazowo przygotowany praktycznie jedynie do samodzielnego poruszania się, bez udziału i ingerencji kierowcy na pokładzie, poza pewnymi sytuacjami awaryjnymi,
- sieciowość oznacza pełne wpięcie do sieci, wskutek czego wszelkie funkcje pojazdu – a nie jedynie ich wybrana część – w sposób centralnie zintegrowany i nadzorowany są kontrolowane przez daną sieć/powiązane sieci; w efekcie pojazd w ogóle nie może funkcjonować bez sieci, gdyż bez niej staje się bezużytecznym narzędziem kosztotwórczym,
- proekologizacja wyraża się poprzez zerowy czy prawie zerowy negatywny wpływ na otoczenie, tym samym pojazd taki zupełnie nie emituje substancji szkodliwych oraz emituje hałas na poziomie dzisiaj najniższym możliwym do komercyjnego uzyskania.

Między tymi dwoma skrajnymi podejściami występują zatem dość poważne różnice. Po pierwsze, w podejściu bardziej otwartym dopuszcza się instalację kabiny kierowcy i jego obecność na pokładzie. Dozwolone jest więc prowadzenie takiego pojazdu przez człowieka, aczkolwiek wdrożone systemy pozwalają na automatyzację tego procesu aż do jego pełnej autonomizacji, tzn. pojazd został przygotowany konstrukcyjnie do prowadzenia przez człowieka i do w pełni samodzielnego poruszania się, podczas którego kierowca wciąż może pozostawać w kabinie bądź równie dobrze może ją opuścić. Tymczasem w podejściu ortodoksyjnym od razu zakłada się brak kabiny i wobec tego w ogóle brak kierowcy, wskutek czego pojazd jest praktycznie jedynie przystosowany do samodzielnej, w pełni autonomicznej jazdy, odbywającej się według określonego, zadanego wcześniej algorytmu, oczywiście przy uwzględnieniu zmiennych elementów otoczenia, bądź/i realizowanej w sposób zdalny, z ingerencją w czasie rzeczywistym z nadzorującego centrum kontrolnego. W przypadku podejścia otwartego istnienie takiego centrum może się okazać niekoncepcyjne, podczas gdy w podejściu rygorystycznym bezwarunkowo musi ono dzia-

łać, gdyż bez niego cały system nie może funkcjonować – innymi słowy istnienie takiego centrum w ogóle warunkuje opcję działania w pełni autonomicznego taboru.

Po drugie, w podejściu bardziej otwartym, ze względu na stałą czy niemal stałą obecność na pokładzie – w kabinie pewne zadania wykonuje jeszcze człowiek. Wskutek tego ma on wpływ na niektóre kluczowe decyzje: może je akceptować, zmieniać, modyfikować. Pojazd bez kierowcy w naturalny sposób został tego pozbawiony. Musi zatem być wpięty do sieci, gdyż to ona odpowiada za jego funkcjonowanie – realizowane zadania i wykonywane zasadnicze ruchy, naturalnie przy uwzględnieniu zmiennych chwilowych składowych otoczenia, jak np. konieczność ominięcia przeszkody czy zwolnienia lub zatrzymania się przed nią albo dopasowania do bieżącego natężenia ruchu.

Po trzecie, w obecnych realiach (stan na rok 2022) pełna proekologizacja wiąże się z montażem wyłącznie całkowicie elektrycznego układu napędowego – z zasilaniem bateryjnym lub wodorowym – z ogniw paliwowych, czyli nawet nie układu hybrydowego – spalinowo-elektrycznego, lecz jedynie elektrycznego. Przy tym dozwolone są różne jego wydania:

- akumulatorowe;
- akumulatorowe z możliwością doładowania na trasie, tzw. doładowanie *plug-in* czy/i pantografowe;
- akumulatorowe z doładowaniem pantografowym na wybranym odcinku pokonywanej trasy – obecnie dąży się do tego, by zasilanie z napowietrznej linii odbywało się na jak najdłuższym – zasadniczym pokonywanym odcinku, z kolei jazda poza siecią trakcyjną w oparciu o energię zgromadzoną w akumulatorach była typową jazdą „pierwszego/ostatniego kilometra”, tzn. z magazynu – miejsca załadunku do odcinka pod napięciem z sieci trakcyjnej oraz od momentu zjazdu spod tej sieci na zasadzie dojazdu do miejsca rozładunku. Aktualnie przyjmuje się, że długość takich odcinków pozatrakcyjnych nie powinna przekraczać 12-20 km. Im bowiem są one dłuższe, tym bardziej konieczne okazuje się wprowadzenie akumulatorów o większej pojemności, co podnosi koszty z tego tytułu oraz ogranicza ładowność przy zadanej masie całkowitej pojazdu;
- akumulatorowo-wodorowe, z wodorem na pokładzie jako zasadniczym „magazynem” energii dla elektrycznego układu napędowego. W tym przypadku układ wodorowy, ze zbiornikami na wodór i ogniwem paliwowym, ogranicza i subsydiuje konieczność stosowania większej liczby akumulatorów.

Po czwarte, ekologizacja i proekologizacja transportu oznacza skuteczny sposób na wprowadzanie w życie zasad trwałego rozwoju, bez obciążania przyszłych pokoleń kosztami tych działań. Powyższe zachodzi poprzez wykorzystanie w polityce gospodarczej instrumentów administracyjno-prawnych ochrony środowiska, co bezpośrednio wpływa na strategię produktową dostawców taboru i tym samym na proponowane przez nich pojazdy⁴.

⁴ Porównaj H. Żukowska, *Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska naturalnego (na przykładzie województwa lubelskiego)*, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 1996, s. 201.

Wskutek powyższego Pojazd 4.0 zgodnie z kryteriami rygorystycznymi:

- jest w ogóle pozbawiony kabiny i miejsca pracy kierowcy,
- praktycznie nie jest w stanie działać poza siecią, ponieważ generalnie musi (powinien) działać zgodnie ze wskazanym wcześniej algorytmem postępowania oraz być przez system na bieżąco monitorowany i nadzorowany,
- ma wyłącznie w pełni elektryczny układ napędowy, gdyż taki napęd zmniejsza emisje i hałas.

Natomiast kwestię kompletnie dyskusyjną, chociaż oczywiście mogącą stanowić podstawę dalszych rozważań, stanowi to, czy pojazd taki od razu powstał jako Pojazd 4.0, czy też zbudowano go w oparciu o tradycyjny wariant, potem jednak pozbawiając kabiny kierowcy, w pełni integrując ze środowiskiem sieciowym oraz zaopatrując w kompletnie elektryczny układ napędowy.

Przy przyjęciu takich ortodoksyjnych kryteriów za średnio- i wysokotonażowy Pojazd Użytkowy 4.0, czyli Pojazd 4.0 przygotowany do komercyjnego przewozu osób lub/i ładunków oraz należący do klas tonażowych średniej i ciężkiej, a zatem o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 6000-7500 kg, można uznać:

- jako samochody ciężarowe 4.0 – typy Volvo Vera i T Pods Einride,
- jako dualny ciężarówko-autobus 4.0 – typ Scania NXT.

Zgodnie z tym kryterium Scania AXL nie spełnia więc tego warunku, gdyż otrzymała tradycyjny układ napędowy – z silnikiem spalinowym, aczkolwiek zasilanym proekologicznym paliwem.

Dla Poziomu 4.0 znamienne pozostaje także fakt, że dochodzi w nim do przełamania dotychczasowego specyficznego monopolu wielkich graczy – potężnych korporacji – na wiedzę i innowacje. Jak dotychczas Ciężarówkę 4.0/Samochód Ciężarowy 4.0, skonstruowaną zgodnie z najbardziej rygorystycznymi warunkami i wymogami, przedstawiły bowiem nie tylko reprezentujące grupę wielkich przedsiębiorstw Volvo Trucks (model Vera) i Scania (dualistyczny osobowo-towarowy model NXT), ale i start-up Einride AB – model T Pod – Enride Pod.

Dlatego obecnie (stan na rok 2022) na rynku doszło i wciąż dochodzi do zmiany występujących relacji. Te zmiany jeszcze silniej integrują ze sobą producentów, eksploatujących oraz zleceniodawców przemieszczania, co doprowadza do wytwarzania się elastycznych sieci zależności biznesowych pomiędzy wszystkimi powiązаныmi stronami. Cechami tych sieci są, będą lub powinny być:

- silna antycypacja – zdolności do przewidywania zmian w otoczeniu, z jednej strony mogących negatywnie oddziaływać na ukształtowane dotąd relacje, z drugiej stwarzających szansę bądź zagrożenia dla dalszego wzrostu i rozwoju w przyszłości, w tym wytwarzania nowych więzi, obejmowania nowych podmiotów, odchodzenia/rezygnacji z dotąd włączonych,
- silne możliwości adaptacyjne – by sieć mogła przetrwać, musi się zmieniać w zależności od warunków panujących w otoczeniu oraz zmian zachodzących wewnątrz własnej struktury i tworzących ją organizacji; tym samym sieci muszą być doskonale przygotowane na wyzwania teraźniejszości i przyszłości,

- problem ze stałością – zmiany mogą wymuszać ciągłe ewoluowanie w poszukiwaniu rozwiązań optymalnych lub przynajmniej zoptymalizowanych w danym momencie (tzw. wyjście *second best*), co może się wiązać ze zmianami w doborze partnerów oraz w kształtowanych między nimi relacjach,
- eklektyzm – otwartość na nowe zjawiska, procesy i włączane podmioty, by móc nieprzerwanie optymalnie przystosowywać się do rzeczywistości oraz być otwartym na pozytywne wpływy w przyszłości,
- dążenie do stałej poprawy efektywności wszelkich realizowanych operacji, by nieustannie zachowywać konkurencyjność, determinującą zdolność przetrwania w przyszłości,
- ogromne skrócenie perspektywy czasowej – ze względu na szybkość zachodzących zjawisk perspektywa długoterminowa może być nawet rozpatrywana w okresie kilkunastu miesięcy, a nie, jak dawniej, 3-5 lat.

Ponadto należy mieć na uwadze całą problematykę zrównoważonego wzrostu i rozwoju, oznaczającą prowadzenie działalności gospodarczej w sposób moralnie i ekologicznie etyczny, tzn. przestrzegając zasad *fair play* oraz zmniejszając negatywny wpływ na przyrodę ze względu na jej zanieczyszczenie i ograniczoną wielkość zasobów. Na ten element coraz większą uwagę zwraca stale rosąca liczba przedsiębiorców, w pierwszym rzędzie w krajach bogatych, ze społeczeństwami nie tylko nastawionymi na terażniejszą konsumpcję, ale i na zabezpieczenie przyszłym pokoleniom dobrobytu ekonomicznego oraz ekologicznego. Poprzez dobrobyt ekologiczny rozumie się zjawiska wzrostu i rozwoju gospodarczego dokonujące się w sposób maksymalnie zrównoważony ekologicznie, tak by przyszłe pokolenia mogły żyć w środowisku naturalnym nie bardziej skażonym, a najlepiej czystszy i z niewiele mniejszą liczbą zasobów nieodnawialnych, jak pokolenia rodziców czy nawet dziadków, a jednocześnie by nie musiały przeznaczać ogromnych środków finansowych na rekultywację obszarów zniszczonych wcześniejszą nieodpowiedzialną działalnością przodków.

W takim nowym modelu funkcjonowania przewoźnik nabywa nie pojazd, lecz kompletne rozwiązanie transportowe, włączane do większej całości finansowo-logistyczno-serwisowej i poprzez postępującą sieciowość muszące z tą całością umiejętnie współgrać, by przy zadanych wydatkach gwarantować maksymalną efektywność realizowanych operacji nie tylko w układzie czysto ekonomicznym, ale i ekologicznym. Klasycznie postrzegany pojazd staje się zatem czysto użytkowym narzędziem działającym w ramach danej sieci powiązań, jakie powinno się bezwzględnie wyróżniać:

- maksymalną dostępnością,
- maksymalną efektywnością i pewnością realizowanych operacji,
- otwartością systemową,
- ograniczonym negatywnym wpływem na środowisko.

Wskutek tego na znaczeniu zyskuje zespół usług towarzyszących i wspomagających z zakresu wsparcia zakupowego i eksploatacyjnego. Maleje postrzegana tradycyjnie rola kierowcy, rośnie zaś waga ograniczania wszelkich zbędnych wy-

datków czasowych i finansowych. Model ten zmierza więc w kierunku dostawy nie tyle samego pojazdu, ile narzędzia transportowego włączonego w rozliczne sieci, o maksymalnej dostępności i gotowości technicznej, wysoko efektywnego w układzie ekonomicznym i przynajmniej neutralnego w układzie ekologicznym. W tym modelu pojazd pełni w takim razie jedynie rolę integralnej składowej większej całości i jest dostarczany w ramach tej całości, a nie jako odrębny element luźno powiązany z innymi. Podkreślmy – ofertą przyszłości nie jest pojazd – jest nią kompletne, integralne, elastyczne i każdorazowo optymalnie dobrane rozwiązanie transportowe, mające realizować postawione przed nim wymagania maksymalnie efektywne kosztowo i zasobowo (czas, kapitał ludzki i rzeczowy) oraz przy maksymalnie zminimalizowanym negatywnym oddziaływaniu na przyrodę – czyli maksymalnie proekologicznie.

1.2. Stosowanie różnego rodzaju paliw i napędów

Ciekłe pochodne przerobu ropy naftowej w postaci benzyny i oleju napędowego od ponad 100 lat, chociaż w różnym stosunku, stanowią podstawowe paliwo używane w przewozach drogowych. Powyższe wynika z ich podstawowych zalet w postaci wysokiej gęstości energii, łatwości i bezpieczeństwa dystrybucji, dobrze opanowanej technologii produkcji, małych strat przy rozprowadzaniu oraz łatwości i bezpieczeństwa napełniania. Ponadto nie ma przeciwwskazań i wysokich wymogów co do długotrwałego przechowywania, a przechowywanie to nie wiąże się ze stratami w ilości zgromadzonego paliwa.

Mimo to paliwa te są obarczone trzema zasadniczymi wadami. Po pierwsze, silniki, w jakich są stosowane, wciąż cechują się relatywnie średnią sprawnością, nawet dla najbardziej zaawansowanych technologicznie współczesnych jednostek nieco przekraczającą 50%. Przy czym pewne szanse rozwojowe wiążą z wprowadzeniem jednostek wielopaliwowych. Jednak chociaż historia systemów dwupaliwowych należy do długich, to rozwiązania takie nigdy nie zostały w pełni spopularyzowane. Przystosowanie silnika wysokoprężnego do układu dwupaliwowego z dodatkowym paliwem gazowym okazuje się bowiem niełatwym zadaniem. Powodów tego da się wymienić wiele – od kłopotów z infrastrukturą po wyzwania techniczne, takie jak nieodpowiednie zaawansowanie oryginalnych układów zasilania olejem napędowym lub kwestie dotyczące nakładania się rozrządu otwarcia zaworów i trudności z utlenianiem metanu przez układ oczyszczania spalin, co skutkuje wzrostem całkowitej zawartości emitowanych węglowodorów (THC)⁵. Po drugie,

⁵ J. Chojnowski, M. Karczewski, *Analysis of the market structure of long-distance transport vehicles in the context of retrofitting diesel engines with modern dual-fuel systems*, *Combustion Engines*, 2022, 188(1), s. 13-17; J.B. Heywood, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, Second Edition, McGraw-Hill Education, New York, 2018, <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260116106>

spalaniu benzyny, a szczególnie oleju napędowego, towarzyszy wydzielanie wielu substancji szkodliwych. I chociaż w Europie wdrożenie norm czystości spalin Euro spowodowało radykalną poprawę w tej sferze, to problem wciąż pozostaje. Warto wskazać, że samochód z silnikiem wysokoprężnym emituje o około 40% mniej zanieczyszczeń w porównaniu z odpowiednikiem z benzynową jednostką napędową. Stanowi to pochodną cech charakterystycznych silników Diesla. Niemniej spaliny emitowane przez te silniki zawierają cztery toksyczne składniki, a przez silniki benzynowe – jedynie trzy główne szkodliwe substancje⁶. I wreszcie po trzecie, nie mniej ważne, od dekad ropa naftowa pozostaje tzw. strategicznym surowcem politycznym. Wynika to z tego, że – pomijając Stany Zjednoczone dzięki tzw. rewolucji łupkowej – w nadmiarze jej złoża posiadają jedni, podczas gdy pokaźny popyt zgłaszają inni. Co gorsze, największe zasoby znajdują się na terenie państw z punktu widzenia świata zachodniego niezbyt stabilnych, czasami autorytarnych, prowadzących nieprzejrzystą niedemokratyczną politykę, ogarniętych konfliktami czy chaosem. Wskutek tego właśnie, od czasu obu szoków naftowych w latach 70. ubiegłego wieku, świat zaczął realnie poszukiwać sensownych ze względów ekonomicznych, energetycznych, dystrybucyjnych i polityczno-strategicznymi zamienników ciekłych produktów rafinacji ropy naftowej.

W ciągu tych blisko czterech dekad takich alternatyw pojawiło się co najmniej kilka, przy czym niektóre z nich były już znane wcześniej, a na przeszkodzie w ich rozpowszechnieniu mogła stać część czy nawet wszystkie z podanych niżej zasadniczych elementów:

- wysokie koszty pozyskania,
- ograniczone możliwości pozyskania,
- problemy z dystrybucją,
- obawy społeczne,
- zagrożenie w sferze dostaw żywności – efekt wypychania w przypadku zastępowania produkcji rolniczej przeznaczonej do konsumpcji produkcją masy roślinnej przeznaczonej do bardziej opłacalnego wyrobu paliw,
- gorsze parametry i warunki eksploatacji; kluczową, *de facto* negatywną, gdyż ograniczającą zastosowaniowo, rolę odgrywają tutaj wyraźnie skrócone okresy międzyprzebiegowe oraz niższe osiągnięte moce i momenty obrotowe uzyskiwane przez silniki spalinowe zasilane takimi paliwami, jak gazy czy alkohole, w porównaniu z tradycyjnymi – spalinowymi odpowiednikami zasilanymi szczególnie olejem napędowym,
- problemy z recyklingiem oraz tzw. drugim i trzecim życiem, jak w przypadku baterii.

Do tego, omawiając tematykę paliw alternatywnych, alternatywnych zespołów napędowych oraz alternatywnych zespołów napędowych na paliwa alternatywne,

⁶ M. Jaroszek, R. Wieszała, *Wpływ prędkości pojazdu na wielkość emisji spalin na miejskim odcinku drogowym*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Transport 2011, nr 70, s. 37.

warto zwrócić uwagę na czynnik, jaki jest analizowany od dawna, ale w ostatnich latach nabrał wyjątkowego znaczenia. Są nim niezwykle poważne, notowane od pewnego okresu zmiany klimatyczne, wyrażane poprzez anomalie pogodowe, takie jak susze, fale upałów, tornada albo nadmierne opady, i ich negatywne następstwa dla ludzkości. Najważniejszymi ich przyczynami są:

- Przeludnienie i systematyczny wzrost znaczenia tzw. megametropolii. Obecnie (stan na rok 2022) na świecie jest 28 megamiast, z których każde liczy ponad 10 mln mieszkańców. Dlatego m.in. władze miast i naukowcy zadają sobie pytanie: jak zapewnić wszystkim niezbędne zaopatrzenie, ograniczając straty. Przyszłość z pewnością należy więc do samochodów ciężarowych, cechujących się jak najmniejszym, szeroko pojętym, w tym co do zajmowanego miejsca oraz wielkości emitowanych hałasu i zanieczyszczeń – negatywnym oddziaływaniem na ludzi i środowisko ich życia. W efekcie za coraz bardziej niezbędny uważa się właśnie rozwój sprawnej dystrybucji wewnątrz- i okołomiejskiej, odbywającej się z poszanowaniem otoczenia.
- Dramatyczny wzrost liczby ludności przede wszystkim w krajach słabiej rozwiniętych i niekontrolujących urodzin – w tej grupie wymienia się głównie Azję wraz z Indiami oraz Afrykę, podczas gdy w tym samym czasie w krajach wysoko rozwiniętych odnotowuje się nawet spadek liczby mieszkańców i związane z nim liczne problemy demograficzne.
- Emisja przez ludzkość potężnych ilości zanieczyszczeń, z którymi przyroda sama nie jest już w stanie sobie poradzić.

W przypadku samego ruchu towarowego za główne wyzwania łączące się z coraz silniejszymi urbanizacją i przeludnieniem uznaje się⁷:

- Wzrost złożoności w miejskiej logistyce, oznaczający, że podmioty za nią odpowiadające muszą uwzględniać coraz więcej zmiennych i wyzwań w otoczeniu oraz we własnej organizacji, przekładających się na skuteczność i efektywność realizowanych operacji w układach m.in. czasowym, zasobowym – co do pracy i kapitału, organizacyjnym i ekologicznym, przy jednoczesnym stałym wzroście różnorodnych wymagań jakościowych formułowanych przez odbiorców, w tym co do dostępności, pewności, czasu, kosztów, zanieczyszczenia środowiska.
- Radzenie sobie ze wzrastającym wolumenem przemieszczanych ładunków w obszarach metropolitalnych, co będzie dotyczyć w znacznym stopniu wysyłek w segmencie CEP (*courier, express, parcel* – kurier, ekspres, paczka).
- Wzrost ograniczeń w zakresie poruszania się w centrach miast przez pojazdy z silnikami spalinowymi. W skrajnych przypadkach warianty te są objęte całkowitym zakazem wjazdu do wybranych stref. Kolejne utrudnienie stanowią strefy i godziny ciszy, oznaczające wymóg maksymalnie cichego poruszania się w wybranych obszarach w określonych godzinach bądź nawet przez cały dzień.

⁷ G. Schulze-Isfort, *Going digital within global trends – vision of a trailer manufacturer*, https://archiv2018.iaa.de/fileadmin/user_upload/2018/pws/12_IAA_2018_Gero_Schulze_Isfort_EN.pdf, Forum VDA, prezentacja, Frankfurt nad Menem, 11 lipca 2018.

Ponadto wiele wskazuje⁸, że w nadchodzących latach w wyniku urbanizacji wzrośnie przepływ ładunków i odpadów do i z miast oraz w ich obrębie. Przepływy te w większości międzynarodowych miast zależą zaś od transportu drogowego. Choć wielkość emisji pochodzących z ruchu drogowego znacznie spadła od lat 90. XX wieku dzięki ulepszonej konstrukcji silnika i oczyszczaniu spalin oraz zwiększonemu wykorzystaniu paliw alternatywnych, to poziomy w wielu miejscach są nadal wysokie. Oprócz tego emisje drogowe są zwykle większe na obszarach, w których mieszka wielu ludzi, i jednocześnie tam właśnie w większym stopniu wpływają również na ludzi. Cząsteczki – wdychane przez ludzi i szkodliwe dla ich zdrowia – częściowo powstają w wyniku niepełnego spalania w silnikach, a częściowo w postaci cząstek ściernych z opon, dróg i hamulców. Dla dzieci, które na ogół poruszają się więcej i oddychają szybciej, a jednocześnie ich płuca są mniejsze, oznacza to, że ich drogi oddechowe i płuca wchłaniają stosunkowo więcej zanieczyszczeń powietrza niż u osób dorosłych. Tym samym dzieci są grupą szczególnie narażoną na emisje pochodzące z ruchu ulicznego w miastach. Osoby starsze oraz osoby z astmą, chorobami płuc lub układu krążenia są również szczególnie wrażliwymi grupami.

Innym problemem powodowanym przez ruch uliczny jest hałas przyczyniający się do zwiększenia stresu i ciśnienia krwi, co z kolei może prowadzić do chorób układu krążenia. Obecnie (stan na rok 2022) wiele milionów ludzi na globie jest narażonych na hałas przekraczający przyjęte wartości.

Transport miejski do, z i wewnątrz miast najbardziej wpływa na zdrowie, a kiedy miasta stają się gęstsze i coraz więcej ludzi osiedla się w nich, problemy się nasilają. Istnieje też wiele czynników komplikujących miejski transport ładunków i odpadów – są nimi⁹:

- wiek pojazdu: średnio pojazdy używane do dostaw miejskich są starsze i często używa się egzemplarzy pod koniec ich okresu eksploatacji na krótkich dystansach, które zwykle wiążą się z dostawami miejskimi;
- rozmiar pojazdu: rozmiar pojazdów wykorzystywanych do dostaw w miastach jest przeciętnie mniejszy, głównie na obszarach o dużym zagęszczeniu, gdzie parkowanie na ulicach jest ograniczone i brakuje dostępności (niskie przejazdy, mosty o ograniczonej nośności, wąskie i kręte ulice itp.). Oznacza to, że korzyści płynące z ekonomii skali nie mogą być skutecznie zastosowane w dystrybucji miejskiej. Mniejsze pojazdy dostawcze muszą odbyć więcej jazd, aby dostarczyć podobną ilość towarów co zwykły samochód o wyższym tonażu całkowitym;
- prędkości robocze i praca na biegu jałowym: warunki dystrybucji ładunków w miastach są takie, że pojazdy są zmuszone do jazdy z niższą prędkością, regularnego zatrzymywania się i przyspieszania (np. sygnalizacja świetlna), częstych krótkotrwałych postojów (załadunek/rozładunek, wydanie/odbiór przesyłki) oraz znacznie częstszego poruszania się na biegu jałowym niż pojazd poruszający się

⁸ <https://dencity.se/transportlosningar/emissionsfria-tunga-transporter>

⁹ Tamże.

poza obszarami miejskimi. Ponadto ograniczenia w ruchu, takie jak ulice jednokierunkowe lub ograniczenia czasowe, często uniemożliwiają korzystanie z najkrótszej trasy. Rezultatem jest wyższe zużycie paliwa i emisja zanieczyszczeń.

Aby w takim razie ograniczyć lokalne emisje, emisje gazów cieplarnianych i hałas, konieczne są odnowienie i wymiana obecnej floty pojazdów, która składa się głównie z pojazdów silnikowych z silnikami wysokoprężnymi.

W tym kontekście budowanie zrównoważonych społecznie, ekonomicznie i środowiskowo miast stanowi dzisiaj wielkie wyzwanie, a wydajny transport bezwzględnie staje się niezbędny, aby takie miasta mogły się formować oraz funkcjonować i rozwijać, w tym rozwijać w sposób organiczny i poprzez inkorporacje. W związku z tym planiści w wielu miejscach na całym świecie szukają cichych, bezemisyjnych zarówno autobusów, jak i samochodów, przygotowanych do pracy bez przeszkadzania mieszkańcom przez 24 godziny na dobę i przez 7 dni w tygodniu. Zarazem wprowadzanie, głównie w centrach dużych miast, stref zakazanych dla pojazdów z silnikami spalinowymi, przede wszystkim wysokoprężnymi, oraz tzw. stref cisy – o ograniczonym hałasie – powoduje, że w obszarze dostaw realizowanych w tych strefach następuje przesunięcie w kierunku wzrostu znaczenia:

- elektrycznych rowerów – rowerów wspomaganych elektrycznie;
- *city hub solution*, czyli subhubów i mikrohubów przeładunkowych, w ramach tzw. logistyki ostatniego metra jako składowej logistyki ostatniej mili, służących rozdysponowaniu przesyłek jedynie na pewnym ograniczonym obszarze, przykładowo wyłącznie w danej dzielnicy czy grupie ulic bądź budynków;
- przyjaznych dla środowiska i opartych na masowości rozwiązań *blockchain* – łańcuchów bloków, gdzie występuje rozproszona baza danych, utrzymująca rejestr uporządkowanych rekordów, których liczba stale rośnie;
- samochodów ciężarowych i aut dostawczych dla segmentu CEP z alternatywnymi zespołami napędowymi, na paliwa alternatywne czy z alternatywnymi zespołami napędowymi na paliwa alternatywne. Coraz powszechniejsze staje się bowiem użycie typów w pełni elektrycznych, hybrydowych oraz ze spalinowymi jednostkami napędowymi, ale zasilanymi wodorem albo gazem w postaci sprężonej (CNG) lub skroplonej (LPG), do tego dochodzą hybrydy na paliwa alternatywne;
- cyfryzacji i harmonizacji łańcuchów dostaw w celu maksymalnie efektywnego wykorzystania wszelkich spożytkowanych w nich zasobów.

Dlatego na tym etapie dla samych producentów pojazdów użytkowych kluczowa jawi się kwestia, jak lepiej zorganizować sam ruch miejski oraz jakie specjalne warianty wdrażać, by mimo wszystko nie ograniczać bądź zakazywać ruchu tych aut w środowisku zurbanizowanym. Skutkiem tego następstwa obecnych megatrendów, takich jak:

- ograniczenie emisji CO₂, hałasu oraz przepisy dotyczące cząstek stałych,
- cyfryzacja i łączność,
- elektromobilność – elektryczna mobilność

oraz niezawodność świadczonych usług, by jedynie wymienić kilka najważniejszych, powodują, że operacje realizowane przez pojazdy dystrybucyjne na drogach miejskich znajdują się w obliczu poważnych zakłóceń.

W rezultacie same koncepcje dalszej optymalizacji ogółu procesów i czynności dokonywanych przez podmioty w sferze transportu i logistyki na terenach miejskich¹⁰ – tzn. logistyki dotyczącej ruchu miejskiego (*urban logistic traffic*), jakie są obecnie (stan na rok 2022) stosowane, nieuchronnie muszą być wspólnie przez wszystkie zainteresowane strony dogłębnie przemyślane a potem – po wprowadzeniu niezbędnych działań naprawczo-usprawniających – holistycznie wdrożone w praktyce. Powyższe stanowi właśnie największe wyzwanie dla towarowego ruchu dostawczego w miastach oraz miejskiej towarowej logistyki przyszłości. Niemniej ta zmiana paradygmatu – modelu stwarza też ogromne możliwości do dalszej poprawy warunków życia w miastach. Jednocześnie, z punktu widzenia samych wytwórców pojazdów, jeśli kwestia odnosi się do operowania na drogach wewnątrzmijskich, głównie z cięższymi ładunkami – dla warunków typowo miejskich da się przyjąć, że o masie powyżej 3500-4000 kg, nadal nie istnieje w pełni sensowna alternatywa dla lekkich użytkowych aut dostawczych. Wciąż mianowicie tworzą one logistyczny szkielet dla pracującego w miastach społeczeństwa. Dzięki swojej elastyczności użycia odpowiadają za zabezpieczenie mobilności wielu małych i średnich przedsiębiorstw, w tym związanych z dystrybucją i handlem czy innymi usługami, takimi jak np. przeprowadzki. Podobnie jak stanowią większość parku flotowego władz lokalnych, lokalnych podmiotów komunalnych, dostawców energii i wciąż, mimo w pewnym zakresie rosnącej konkurencji ze strony rowerów, w tym wspomaganych elektrycznie, przedstawiciele sektora pocztowego oraz kurierskiego. W ten sposób stają się niezbędnym składnikiem życia biznesowego, przeważnie właśnie na obszarach miejskich, wnosząc do niego znaczną wartość dodaną – niezbędny wkład. I ten wkład dostarczają od dekad. Obecnie jednak podstawowym wyzwaniem dla nich jest to, by wykonać przewóz ładunków maksymalnie efektywnie w układach czasowym, organizacyjnym i kosztowym, w tym by dostarczyć dobra bezpośrednio do ostatecznego odbiorcy na czas, a w dodatku przewozić robotników i materiały na budowy, ułatwić niezawodne świadczenie usług oraz umożliwić skuteczne wykonywanie zadań przez rzemiosło (wspierać skuteczny rozwój rzemiosła). Dlatego tam, gdzie okazuje się to opłacalne i biznesowo uzasadnione, powoli myśli się o częściowym połączonym zastępowaniu i uzupełnianiu aut dostawczych samochodami ciężarowymi klas tonażowych średniej i ciężkiej. Kwestia dotyczy głównie dostaw na ostatniej mili – takie rozwiązanie może się okazać szczególnie korzystne w segmencie CEP i miejskiej dystrybucji. Polega ono na tym, że zasadniczy odcinek trasy pokonuje tabor cięższy, zaś pracę na ostatnich metrach w ramach dostaw ostatniej mili wykonują już pojazdy lekkie, w tym mikropojazdy.

¹⁰ H.-J. Löw, *The paradigm shifts in urban goods and services traffic*, Forum VDA, Frankfurt nad Menem, 23 czerwca 2016, archiv.iaa.de/2016/en/press-room/pws

Zarazem w przyszłości bezwzględnie konieczne stanie się organizowanie przemieszczania w miastach ludzi i ładunków w sposób zdecydowanie bardziej efektywny niż teraz (stan na rok 2022). Wynika to z tego, że trudno znaleźć dzisiaj jakiegokolwiek większe miasto, a tym bardziej metropolię, w której da się dostać z punktu A do punktu B bez żadnych poważniejszych opóźnień. Przyczynę tego zazwyczaj stanowią nieodpowiednie koncepcje organizacji ruchu ulicznego oraz samych przewozów. Powyższe w dużym stopniu odnosi się także do ulicznego ruchu dystrybucyjnego oraz dostaw ostatniej mili. W tym drugim wypadku nieraz zdarza się, że tego samego dnia, lecz o różnych porach samochody czterech czy nawet pięciu przedstawicieli segmentu CEP przyjeżdżają nie tylko na tę samą ulicę, ale wręcz do tego samego domu czy do tego samego odbiorcy. W konsekwencji dochodzi do niepotrzebnego wzrostu ogólnych kosztów, zatłoczenia, emisji spalin i tym samym substancji szkodliwych oraz zbędnego i nieefektywnego spożytkowania dostępnych zasobów ludzkich i rzeczowych. A wystarczyłoby jedynie wdrożyć lokalny subhub czy mikrohub przeładunkowo-rozdzielczy, komasujący przesyłki od wszystkich operatorów i następnie odpowiadający za ich przekazanie na zdecydowanie mniejszym obszarze, dla znacznie mniejszej liczby odbiorców, co zresztą pozwala na bardziej zindywidualizowane ustalanie z każdym z nich konkretnych godzin przekazania, tak by uniknąć zbędnego ponownego dojeżdżania i dostarczania.

Na tej podstawie wyróżnia się zasadnicze tzw. megatrendy, determinujące i określające rozwój, którymi są:

- rozwój miast oraz równoczesne łagodzenie zjawisk rozlewania się oraz gęstnienia miast,
- cyfryzacja – polegająca na tym, że wszystko zawsze będzie wszędzie dostępne w ramach tzw. Internetu rzeczy (*Internet of Things*),
- zrównoważony rozwój, wynikający ze wzrostu świadomości wpływu ludzkości, w tym przede wszystkim wpływu negatywnego, na środowisko oraz wpływu wielu determinant (tzw. driverów), w tym środowiska, na gospodarkę,
- wzrost wymagań co do pewności, jakości, atrakcyjności cenowej (rozpatrywanej w układach bezwzględnym i względnym) i dostępności proponowanych usług transportowych.

Za najważniejsze wyzwania przemysłowe¹¹ uważa się natomiast:

- transport – oddzielenie emisji CO₂ – przewiduje się, że do roku 2030 światowy przewóz ładunków się podwoi; aby sprostać wyzwaniom klimatycznym, przy rosnącym zapotrzebowaniu na przewozy, emisja CO₂ musi zostać znacznie zredukowana, czemu służy m.in. odpowiednia polityka prowadzona przez władze UE,
- zatłoczenie – rosnące liczbowo populacje, wschodzące klasy średnie i urbanizacja wraz z gęstnieniem skupisk przyczyniają się do zatłoczenia, które wpływa

¹¹ Scania, https://www.scania.com/group/en/wp-content/uploads/sites/2/2016/03/Scania_Annual_and_Sustainability_Report_2015.pdf, s. 9 oraz materiały wewnętrzne.

niezwykle negatywnie na infrastrukturę miejską, hamując wzrost gospodarczy oraz rzutując na efektywność i skuteczność mobilności,

- bezpieczeństwo na drodze – rosnące potrzeby transportowe mogą prowadzić do wyzwań związanych z bezpieczeństwem na drogach, szczególnie w krajach rozwijających się,
- lokalne emisje i zanieczyszczenie powietrza – emisja substancji szkodliwych pochodząca ze środków transportu kołowego wpływa na jakość życia, głównie w miastach, powodując choroby dróg oddechowych,
- „zanieczyszczenie” hałasem – w zurbanizowanym świecie, w związku z rosnącymi potrzebami przewozowymi na gęsto zaludnionych obszarach, redukcja hałasu stanie się coraz ważniejsza,
- dostęp do właściwych umiejętności – kompetencji – ze względu na ciągle zmiany w branży umiejętności; kompetencje potrzebne w roku 2020 i po nim nie będą takie same jak te, które są dostępne dzisiaj.

W takich realiach wpływ przemysłu na otoczenie i sam sektor transportowy przejawia się poprzez takie zjawiska, jak¹²:

- Inwestowanie w alternatywy dla paliw kopalnych – świat przewozów w coraz większym stopniu poszukuje paliw alternatywnych oraz stawia na elektryfikację, aby poradzić sobie z emisją CO₂, hałasem i zapewnić trwałe zamienniki dla paliw kopalnych. Te żądania są formułowane przez operatorów i nabywców usług transportowych, ale głównie przez konsumentów końcowych.
- Automatyzacja – oznacza ona zastępowanie prowadzenia przez ludzi prowadzeniem realizowanym poprzez mechaniczne układy wykonawcze nadzorowane elektronicznie i docelowo szeroko funkcjonujące w środowisku sieciowym. Powyższe przejawia się np. poprzez autonomiczne pojazdy oraz zintegrowane konwoje (konwoje złożone ze zautomatyzowanych lub półautomatycznych samochodów ciężarowych). Nadal jednak w sektorze pojazdów użytkowych klasy tonażowej ciężkiej technologia ta znajduje się bardziej w fazie rozwoju niż komercjalizacji. W efekcie jeszcze przez następnych kilka lat nie znajdzie się na rynku, szczególnie jeśli nadal nie dojdzie do zmiany niezbędnych przepisów prawnych. Niemniej już teraz (stan na rok 2022) istnieje duże zainteresowanie nią, co ostatecznie powinno mieć pozytywny wpływ na system transportu przyszłości, w tym na aspekty związane z bezpieczeństwem i efektywnością energetyczną oraz ograniczaniem zatorów komunikacyjnych i – w tym kontekście – eliminowaniem problemów związanych z zatłoczeniem.
- Łączność – połączone pojazdy – zintegrowane konwoje. Trend cyfryzacji i digitalizacji przynosi ogromny wzrost możliwości w sferze łączności z taborem, pozwalając użytkownikom i producentom na analizę danych o osiągnięciach pojazdów dla poprawy zużycia paliwa oraz zmiany sposobu pracy, sposobu, w jaki są

¹² Scania, <https://www.volkswagenag.com/presence/investorrelation/publications/annual-reports/2017/scania/scania-annual-and-sustainability-report-2016.pdf>, s. 9.

utrzymywane i w jaki funkcjonują w przepływach logistycznych. Tym samym łączność tworzy platformę dla płynnej organizacji przepływu dóbr i surowców, by operacje transportowe były szybkie, ekologiczne i sprzyjały oszczędzaniu zasobów, w ten sposób legitymując się wysoką wydajnością.

- Bezpieczeństwo drogowe – co roku w wypadkach drogowych na świecie ginie 1,24 mln osób. Rosnące zapotrzebowanie na przewozy wiąże się z kwestiami bezpieczeństwa ruchu drogowego, szczególnie na rynkach wschodzących, na których infrastruktura nie była wcześniej tak rozwinięta.
- Dostęp do kompetencji – umiejętności. Szybko zmieniający się charakter transportu oznacza, że za kilka lat branża będzie potrzebować personelu o bardzo różnych kompetencjach, wiedzy i zdolnościach, innych niż obecnie (stan na rok 2022).
- Elektryfikacja – wzrasta globalna świadomość w zakresie elektryfikacji i korzyści dla środowiska z nią związanych, w tym co do zerowego śladu węglowego, cichszych pojazdów i braku emisji substancji szkodliwych, głównie cząstek stałych. Obecnie (stan na rok 2022) impuls ten pochodzi przeważnie z obszarów miejskich, ale gdy zelektryfikowane rozwiązania staną się bardziej opłacalne finansowo, ten sam trend przyjmie się w transporcie dalekobieżnym.
- Efektywne wykorzystanie energii – powoduje ono, że zużywa się mniej paliwa i energii oraz emituje mniej substancji szkodliwych w produkcji i użytkowaniu pojazdów. Wskutek tego wykonanie danej pracy przewozowej wiąże się z mniejszym zapotrzebowaniem na paliwo i z niższą emisją zanieczyszczeń. Powyższe odgrywa kluczową rolę dla dojścia do systemu transportowego, w dłuższej perspektywie mogącego sobie zapewnić wsparcie ekonomiczne i ekologiczne.
- Emisje lokalne – przekładają się na niską jakość powietrza. Szacuje się, że 3,5 mln ludzi umiera przedwcześnie z powodu zanieczyszczeń pochodzących z zewnątrz.
- Bardziej restrykcyjne przepisy – branża transportowa jest bezpośrednio dotknięta coraz szerszym i coraz bardziej zdecydowanym zakresem polityk i regulacji, których celami są przeciwdziałanie zmianom klimatycznym, poprawa jakości powietrza i wody oraz rozwiązywanie problemów związanych z bezpieczeństwem i zatłoczeniem ruchu.
- Nowe modele biznesowe – określają one sposoby optymalizacji operacji transportowych wykonywanych przez klientów przez cały cykl życia produktu. Kwestia dotyczy przede wszystkim umiejętności wytwórców – dostawców taboru do dopasowania najlepszego rozwiązania do klienta: od wysokiej jakości wyrobu, który ma długą żywotność i wysoki współczynnik gotowości technicznej, dobrą wartość końcową – rezydualną oraz odpowiednie ubezpieczenie i finansowanie, do kompletnego rozwiązania, zawierającego wiele usług skojarzonych i zapewniającego ekonomiczne zarządzanie transportem. W modelach tych zagadnienie odnosi się także do maksymalizacji okresów pracy pojazdów dzięki efektywnemu pod względem kosztów zarządzaniu całym przepływem ładunków

i spożytkowaniu czasu pracy kierowców. Ogólnie przyjęta tu holistyczna wizja gwarantuje zrównoważone rozwiązania transportowe, zwiększające wartość dla przewoźników i społeczeństwa.

Te czynniki tworzą wzajemnie powiązane ryzyko i możliwości, które będą miały ogromny wpływ na dynamikę rynku, sektory i firmy w różnych branżach. Zmieniają one branżę transportową i już obecnie (stan na rok 2022) prowadzą do głównych obszarów innowacji i zakłóceń w sektorach automatyzacji, łączności i elektryfikacji. Spośród innych ważnych czynników wymienia się jeszcze kwestie związane z zachowaniem bezpieczeństwa energetycznego.

Kontynuując prowadzenie polityki proekologicznej, Unia Europejska jeszcze bardziej intensyfikuje swoją politykę ukierunkowaną na mocne ograniczenie emisji substancji szkodliwych, w tym przez sektor transportu. Dlatego, poszukując efektywnych eksploatacyjnie zamienników ropy naftowej, dużą wagę przykładają do rozpowszechnienia na stale rosnącą skalę paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2015/719 z dnia 29 kwietnia 2015 roku¹³ wprowadziła następujące pojęcia:

- „paliwa alternatywne” – oznaczają paliwa lub źródła energii, które służą, przynajmniej częściowo, jako substytut dla pochodzących z surowej ropy naftowej źródeł energii w transporcie i które mogą potencjalnie przyczynić się do dekarbonizacji transportu i poprawy ekologiczności sektora transportu, obejmujące:
 - a) energię elektryczną zużyta we wszystkich rodzajach pojazdów elektrycznych,
 - b) wodór,
 - c) gaz ziemny, w tym biometan, w postaci gazowej (sprężony gaz ziemny – CNG) i w postaci ciekłej (skroplony gaz ziemny – LNG),
 - d) gaz płynny (LPG),
 - e) energię mechaniczną z przechowywania paliwa na pokładzie/ze źródeł pokładowych, w tym ciepło odpadowe;
- „pojazd napędzany paliwem alternatywnym” – oznacza pojazd silnikowy napędzany w całości lub częściowo paliwem alternatywnym, który uzyskał homologację zgodnie z ramami Dyrektywy 2007/46/WE;
- alternatywne mechanizmy napędowe, obejmujące hybrydowe mechanizmy napędowe, to mechanizmy, które do celów mechanicznego napędu pobierają energię ze zużywanego paliwa lub akumulatora, albo innego elektrycznego lub mechanicznego urządzenia do przechowywania energii. Wykorzystanie ich w pojazdach ciężarowych lub autobusach powoduje dodatkowe obciążenie, ale jednocześnie zmniejsza emisje zanieczyszczeń. Takiego dodatkowego obciąże-

¹³ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/719 z dnia 29 kwietnia 2015 roku zmieniająca dyrektywę Rady 96/53/WE ustanawiającą dla niektórych pojazdów drogowych poruszających się na terytorium Wspólnoty maksymalne dopuszczalne wymiary w ruchu krajowym i międzynarodowym oraz maksymalne dopuszczalne obciążenia w ruchu międzynarodowym (Tekst mający znaczenie dla EOG), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32015L0719>

nia nie należy wliczać do ładowności pojazdu, gdyż stanowiłoby to karę dla sektora transportu drogowego pod względem gospodarczym. Jednakże dodatkowe obciążenie nie powinno również zwiększać ładowności pojazdu. Przyszłe pojazdy napędzane paliwami alternatywnymi (wyposażone w cięższe mechanizmy napędowe niż mechanizmy napędowe stosowane w pojazdach napędzanych paliwem konwencjonalnym) również mogłyby skorzystać ze zwiększenia dopuszczalnej masy. Takie paliwa alternatywne mogą zatem zostać uwzględnione w wykazie paliw alternatywnych przewidzianym w niniejszej dyrektywie, jeżeli korzystanie z nich wymaga zastosowania zwiększenia dopuszczalnej masy;

- definicja biogazu wprowadzona na potrzeby rozliczania energii wytwarzanej z odnawialnych źródeł energii, zgodnie z Dyrektywą 2001/77/WE¹⁴, została zawarta w Rozporządzeniu ministra gospodarki z dnia 19 grudnia 2005 roku w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych z odnawialnych źródeł energii¹⁵. Definicja ta stanowi, że „Biogaz to gaz pozyskany z biomasy, w szczególności z instalacji przeróbki odpadów zwierzęcych lub roślinnych, oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów”¹⁶. Na poziomie unijnym tematykę tę ujęto w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 roku¹⁷.

Jednym z najnowszych dokumentów unijnych dotyczących kwestii środowiskowych i klimatycznych jest Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1119 z dnia 30 czerwca 2021 roku¹⁸. W dokumencie tym stwierdza się, że „Zgodnie z Europejskim Zielonym Ładem dnia 9 grudnia 2020 roku Komisja przyjęła komunikat zatytułowany Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności – europejski transport na drodze ku przyszłości. W strategii tej określono

¹⁴ Dyrektywa 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 września 2001 roku w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych, Dziennik Urzędowy L 283, 27/10/2001 P. 0033 – 0040, EUR-Lex – 32001L0077 – PL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX%3A32001L0077>

¹⁵ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 grudnia 2005 roku w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii, Dz.U. Nr 261, poz. 2187, z późn. zm.

¹⁶ Tamże.

¹⁷ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 roku w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Tekst mający znaczenie dla EOG), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0028&from=pl>

¹⁸ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1119 z dnia 30 czerwca 2021 roku w sprawie ustanowienia ram na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej i zmiany rozporządzeń (WE) nr 401/2009 i (UE) 2018/1999 (Europejskie prawo o klimacie), Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, 9.7.2021 L 243/1; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119&from=PL>

plan na rzecz zrównoważonej i inteligentnej przyszłości transportu europejskiego oraz plan działania zmierzający do ograniczenia emisji z sektora transportu o 90% do 2050 roku¹⁹.

W Polsce kwestie związane ze stosowaniem paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych reguluje Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 roku o elektromobilności i paliwach alternatywnych, z późniejszymi zmianami²⁰.

W takim układzie, w celu spełnienia tych niezwykle wysokich wymagań, branża motoryzacyjna musi bezwzględnie wdrożyć podejście złożone, którego cechami będą:

- wielopłaszczyznowość,
- zintegrowanie,
- eklektyzm – otwartość,
- holizm – ujęcie całościowe,
- elastyczność – brak jednego uniwersalnego wyjścia, a raczej szukanie rozwiązań zoptymalizowanych lokalizacyjno-prawnie-użytkowo. Wskutek tego pewne propozycje, które mogą się sprawdzić u jednego klienta działającego na określonym terenie i w określonych warunkach, u innego, wykonującego analogiczne przewozy po analogicznych trasach, ale funkcjonującego gdzie indziej, w innym otoczeniu systemowo-prawnym i przy innym rzeczywistym dostępie do paliw alternatywnych/energii po odmiennych kosztach realnych i nominalnych, mogą się już okazać dalekie od ideału.

1.3. Zagadnienia związane z ograniczaniem emisji CO₂

Transport uważa się za jednego z podstawowych winnych zanieczyszczenia przyrody substancjami szkodliwymi. Obecnie (stan na początek tej dekady) odpowiada on łącznie²¹ za 14% światowej emisji gazów cieplarnianych. Pozostałymi takimi kluczowymi emitentami są: sektor wytwarzania energii i ciepła – 25%, rolnictwo, leśnictwo i inne działy związane z wykorzystaniem ziemi – 24%, przemysł – 21%, inne sektory powiązane z sektorem energetycznym – 10%, budownictwo – 6%. I chociaż, zgodnie z tym zestawieniem, transport jako dział gospodarki nie zalicza się dzisiaj do największych trucicieli, to nie oznacza, że nie należy nie podejmować w nim odpowiednich działań zmniejszających poziom negatywnego oddziaływania na środowisko.

Wpływ transportu na przyrodę, w tym jego duża bezpośrednia odpowiedzialność za emisję gazów cieplarnianych, w zasadniczej mierze wynika z tego, że pojazdy, w tym drogowe, w 95% są zasilane paliwami ropopochodnymi – w większości ben-

¹⁹ Tamże.

²⁰ Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 roku o elektromobilności i paliwach alternatywnych, Dz.U. 2018 poz. 317, https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180000317/U/D201803_17Lj.pdf

²¹ Dane na podstawie materiałów wewnętrznych Scania, Volvo i Mercedes.

zyną i olejem napędowym. Oprócz tego, mimo iż obecnie – jak wskazano – sam transport odpowiada łącznie za 14% emisji gazów cieplarnianych, z tego około 30% stanowi pochodną przewozów drogowych. Co gorsze, ten udział stale rośnie – chociaż z jednej strony sam pojedynczy pojazd z silnikiem spalinowym emituje coraz mniej substancji szkodliwych wyspecyfikowanych w normach, to z drugiej liczba takich pojazdów na drogach systematycznie wzrasta.

Kwestią po części dyskusyjną pozostaje jednak, czy do poprawy stanu środowiska w wyniku ograniczenia emisji substancji szkodliwych przez pojazdy użytkowe rzeczywiście przyczynia się wprowadzanie coraz wyższych i bardziej restrykcyjnych norm Euro²². Zasadniczy problem polega bowiem na tym, że sama emisja gazów cieplarnianych nie ma nic wspólnego z europejskimi normami emisji substancji szkodliwych, bo normy te odnoszą się do substancji wpływających na jakość – czystość powietrza. Tymczasem to właśnie emisja gazów cieplarnianych globalnie oddziałuje na klimat i jego zmiany. Tym samym stwierdzenie, że poprawa stanu środowiska stanowi jedynie następstwo coraz niższych emisji związków wyspecyfikowanych w normach Euro, zalicza się do kategorii tzw. półprawd i elementów nawet pewnej manipulacji wskutek dalszego rozpowszechniania nie do końca kompletnych informacji. Szczególnie, że bywają one podawane w środkach masowego przekazu i wobec tego prawie bezkrytycznie są przyjmowane przez większość czytelników albo słuchaczy. W normach Euro zdefiniowano mianowicie maksymalne poziomy emisji: cząstek stałych, tlenków azotu, tlenku węgla i węglowodorów. Substancje te są jednak odpowiedzialne, w zależności od poziomu ich emisji, za jakość – czystość powietrza w najbliższej okolicy od miejsca emisji, czyli za to, czy powietrze w tej okolicy będzie mniej lub bardziej „brudne”. Najprościej rzecz ujmując, dzięki skutecznemu wdrażaniu coraz bardziej wymagających norm Euro ludzie mogą oddychać czystszy powietrzem. To dużo, chociaż jednocześnie okazuje się, iż zostało osiągnięte niewspółmiernie wysokim kosztem oraz może przyczynić się do wystąpienia nowych, jeszcze nie do końca znanych, a niezwykle groźnych i wobec tego wymagających do swojego rozwiązania zaangażowania znacznych sił oraz środków, zjawisk i problemów. Cząstki substancji szkodliwych, rozrzedzone i rozcieńczone przez coraz doskonalsze filtry i katalizatory, stają się już tak małe, że nie tylko pojawiają się problemy z ich właściwym mierzeniem, ale i niezwykle łatwo mogą one przenikać przez ludzką czy zwierzęcą skórę. Są za małe, by skóra naszych organizmów stanowiła dla nich znaczącą przeszkodę. Po przeniknięciu dostają się zaś m.in. do krwiobiegu, by powoli i systematycznie niszczyć organizmy żywe w sposób dotąd niezbadany – przykładowo poprzez łączenie się związków węgla z hemoglobina. Ponadto równoczesna redukcja emisji cząstek stałych i tlenków azotu może powodować wzrost zużycia paliwa i nierozdzielnie związaną z nim emisję dodatkowego CO₂. Tymczasem normy Euro w ogóle nie odnoszą się do emi-

²² Materiały wewnętrzne Daimler – Mercedes-Benz, prezentacja hybrydowego Atego, Stuttgart, luty 2009.

sji gazów cieplarnianych. Głównymi gazami cieplarnianymi wpływającymi na globalny klimat i niekorzystne zmiany w nim zachodzące są bowiem: dwutlenek węgla, metan CH_4 (odpowiednik emisji 24-25 kg CO_2), podtlenek azotu N_2O (odpowiednik emisji 24-25 kg CO_2), związek wodoru, fluoru i węgla (odpowiednik emisji 15 000 kg CO_2) oraz sześćfluorek siarki SF_6 (odpowiednik emisji aż 22 800 kg CO_2). Do tego normy Euro nie odnoszą się do emisji samego CO_2 . A spalanie jednego litra oleju napędowego powoduje emisję 2,64 kg CO_2 . W rezultacie każda redukcja zużycia paliwa skutkuje proporcjonalną obniżką emisji tego szkodliwego dwutlenku. Tym samym 5-procentowe zmniejszenie zapotrzebowania na paliwo skutkuje także 5-procentowym ograniczeniem emisji tego gazu. Dlatego główny kierunek prac badawczo-rozwojowych w przemyśle kołowych środków transportu musi być zwrócony na minimalizację zużycia paliwa. I działania te od dekad są systematycznie realizowane.

Warto też wskazać, że ograniczenie emisji lotnych związków organicznych oraz tlenku węgla CO jest jednym z priorytetów ochrony atmosfery przed zanieczyszczeniem toksycznymi związkami chemicznymi. W praktyce oznacza to użycie rozwiązań w sposób ciągły, umożliwiających konwersję zanieczyszczeń typu lotne związki organiczne i CO do dwutlenku węgla i wody²³.

Przeszło 50 lat temu²⁴, pod koniec lat 60. ubiegłego wieku, samochody wykorzystywane w ruchu dalekodystansowym – międzynarodowym przeciętnie wyróżniały się: emisją 130-140 g CO_2 na 1 tkm wykonanej pracy przewozowej, zużyciem paliwa na poziomie 45-55 l na 100 km, ładownością równą w zestawie około 20 000 kg, udziałem pustych przebiegów na poziomie około 25-35%, wykorzystaniem dopuszczalnej ładowności po załadowaniu na poziomie 70-80%, wykorzystaniem dostępnej przestrzeni ładunkowej po załadowaniu też na poziomie 70-80% oraz średnią prędkością 45 km/h. Po upływie niespełna pięciu dekad odpowiedniki stosowane w tego rodzaju przewozach emitowały już tylko 30-50 g CO_2 na 1 tkm wykonanej pracy przewozowej oraz charakteryzowały się: średnim zużyciem paliwa na poziomie 30-33 l na 100 km, średnią ładownością w zestawie 25 000 kg, wskaźnikiem pustych przebiegów na poziomie 10-15%, wykorzystaniem przestrzeni ładunkowej po załadowaniu na poziomie powyżej 95%, wykorzystaniem ładowności – dopuszczalnej masy całkowitej po załadowaniu na poziomie 85-90% i średnią prędkością 70 km/h. W efekcie, dzięki postępowi technicznemu i poprawie organizacji samych przewozów, przykładowo emisja CO_2 w przeliczeniu na tonokilometry zrealizowanej pracy przewozowej spadła aż o 65%. Taki postęp w tym okresie nie dokonał się w żadnej innej gałęzi transportu. Jeszcze większy postęp zaszedł w obszarze emisji substancji szkodliwych wyspecyfikowanych w normach Euro. Porównując wartości

²³ W.J. Tic, J. Guziałowska-Tic, *Aspekty ekologiczne i ekonomiczne stosowania modyfikatorów spalania paliw silnikowych*, Logistyka 2015, nr 4, s. 1-9.

²⁴ Materiały wewnętrzne Daimler – Mercedes-Benz, prezentacja hybrydowego Atego, Stuttgart, luty 2009.

graniczne określone w normie Euro 0 z 1990 roku i w normie Euro 6, która weszła w życie w roku 2014 (lata 2013-2014), można dostrzec, że emisja tlenków azotu uległa zmniejszeniu o 97%, natomiast emisja cząstek stałych – aż o 99%. W obu przypadkach emisja jest wyrażona w g/kWh. Powyższe oznacza, iż na przestrzeni ćwierć wieku w zakresie wymienionych w normach Euro substancji szkodliwych emisja została zredukowana aż 1000-krotnie.

Jednocześnie władze Unii Europejskiej zaczęły wdrażać bardzo ambitny, ale niepozdebawiony wad oraz wyzwań, plan ograniczenia emisji substancji szkodliwych. Zgodnie z tzw. *Carbon Law*²⁵ założono, że redukcja emisji będzie następować niemal liniowo, o 50% na każde dziesięciolecie, przyjmując za bazę – rok wyjściowy do dalszych analiz i pomiarów – 2020 rok. W związku z tym w roku 2030 poziom emisji – w stosunku do wartości notowanych w 2020 roku – powinien ukształtować się na poziomie 50%, w 2040 roku na poziomie 25%, a w 2050 roku – 0%. Zgodnie z nim emisja z paliw kopalnych powinna osiągnąć więc szczyt najpóźniej w 2020 roku, aby następnie osiągnąć poziom niemal 0% w 2050 roku.

Niemniej cel zrównoważonego wzrostu, uznany za jeden z trzech priorytetów strategii UE Europa 2020²⁶, polega na wspieraniu przechodzenia na gospodarkę zasobooszczędną i niskoemisyjną. Zrównoważony wzrost oznacza zatem zarówno kluczowe wyzwanie, jak i szansę dla wszystkich państw członkowskich i regionów Unii Europejskiej. Dlatego sukces w osiągnięciu celów strategii UE 2020 w dużej mierze zależy będzie od realizacji strategii poszczególnych polityk sektorowych, w tym polityki transportowej. W odniesieniu do sektora transportu, przeniesiony z mapy drogowej 2050 do Białej Księgi z 2011 roku cel redukcji do 2050 roku zakłada redukcję emisji gazów cieplarnianych w UE o 60% w stosunku do roku bazowego. W perspektywie średniookresowej realizacja tego celu odbywa się m.in. w wyniku implementacji pakietu klimatyczno-energetycznego. Ten przyjęty w 2008 roku pakiet, inaczej zwany „3×20”, zakładał:

- redukcję gazów cieplarnianych do roku 2020 o 20% w porównaniu z rokiem 1990, z możliwością podniesienia tego celu do 30% w wypadku osiągnięcia globalnego porozumienia klimatycznego;
- wzrost efektywności energetycznej o 20% w stosunku do „scenariusza BAU2”;
- zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) do 20% całkowitego zużycia energii finalnej w UE;
- 10-procentowy udział energii ze źródeł odnawialnych w sektorze transportu – dekarbonizację paliw transportowych na poziomie 6%.

Z tymi ogólnymi założeniami redukcji emisji ściśle wiążą się nowe cele redukcji emisji CO₂ dotyczące transportu drogowego. Wszyscy wytwórcy aut użytkowych od lat muszą więc stawić czoła nowym unijnym celom emisji CO₂ określonym dla dro-

²⁵ https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/european-climate-law_pl

²⁶ U. Motowidlak, *Rozwój zrównoważonego transportu w świetle przepisów dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE oraz 2009/30/WE*, Logistyka 2014, nr 2, s. 215-221.

gowego transportu towarowego. Zakładały one, że w latach 2005-2030 emisja tego gazu spadnie o 30%. W przypadku Niemiec dyskutowano nawet o redukcji rzędu 40%. W tym zakresie propozycje Komisji z roku 2019 prezentowały się następująco²⁷: redukcja o 15% do 2025 roku i o 30% do 2030 roku. Przy tym cel ostateczny to dla samochodów:

- dostawczych – 15% do 2025 roku i 37,5% do 2030 roku – średnio 31%,
- ciężarowych – 15% do 2025 roku i 30% do 2030 roku.

Tymczasem przemysł postulował cel na poziomie: 20% dla aut osobowych i 16% dla ciężarowych.

Z czasem te działania zostały jeszcze bardziej zintensyfikowane, o czym świadczy przyjęcie 14 lipca 2021 roku²⁸ przez Komisję Europejską w ramach Europejskiego Zielonego Ładu pakietu propozycji legislacyjnych, zwanego „Fit for 55” – Gotowi na 55. Zawiera on szereg projektów zmiany unijnego prawa, także w dziedzinie transportu. Jego celem jest wzmocnienie pozycji UE jako światowego lidera klimatycznego. Tym samym pakiet ten ukierunkowano na unowocześnienie istniejącego prawodawstwa zgodnie z celem UE w zakresie klimatu na rok 2030, co powinno pomóc wprowadzić zmiany transformacyjne potrzebne w gospodarce, społeczeństwie i przemyśle, aby osiągnąć neutralność klimatyczną do roku 2050. Jednocześnie, dla wsparcia tych działań, do 2030 roku w porównaniu z rokiem 1990 ma dojść do redukcji emisji netto o co najmniej 55%. Dlatego m.in. artykuł 25²⁹ (Włączanie energii odnawialnej do głównego nurtu polityki w sektorze transportu) został zmieniony w celu ustalenia nowego celu ograniczenia intensywności emisji gazów cieplarnianych o 13%; zwiększenie podcelu dla zaawansowanych biopaliw (z 0,2% w 2022 roku do 0,5% w 2025 roku i 2,2% w 2030 roku) i wprowadzono nowy cel cząstkowy 2,6% dla RFNBO. Poza tym pojawił się mechanizm kredytowy promujący elektromobilność. W jego ramach wprowadzono specjalne kredyty dla przedsiębiorców za pośrednictwem publicznych stacji ładowania dostarczających energię elektryczną ze źródeł odnawialnych do pojazdów elektrycznych. Te otrzymane kredyty przedsiębiorcy ci mogą sprzedać dostawcom paliw, którzy z kolei będą mogli je wykorzystać do wywiązania się z obowiązku dostawy paliwa.

Powyższe zachodzi zgodnie z unijnym planem realizacji celów klimatycznych przewidzianych w Europejskim Zielonym Ładzie. W myśl przyjętych założeń czysta i zrównoważona mobilność ma się odbywać poprzez dekarbonizację sektora transportu³⁰ – kwestia dotyczy dokładnie zdekarbonizowania europejskiej mobilności

²⁷ <https://www.consilium.europa.eu/pl/press/press-releases/2019/01/16/co2-emission-standards-for-cars-and-vans-council-confirms-agreement-on-stricter-limits/>

²⁸ BRIEFING EU Legislation in Progress, EPRS | European Parliamentary Research Service, A. Wilson. *Members' Research Service PE 698.781* – grudzień 2021, Revision of the Renewable Energy Directive: Fit for 55 package, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698781/EPRS_BRI\(2021\)698781_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698781/EPRS_BRI(2021)698781_EN.pdf)

²⁹ Tamże.

³⁰ <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/clean-and-sustainable-mobility/>

i zwiększania jej zrównoważonego charakteru. Do 2050 roku Unia zobowiązała się bowiem osiągnąć neutralność klimatyczną. W tym celu sektor transportu musi przejść transformację, wskutek której o 90% zredukuje emisję gazów cieplarnianych, a jednocześnie zapewni obywatelom przystępne cenowo rozwiązania.

Wdrażanie pakietu „Fit for 55” w sferze transportu odbywać się będzie wielopłaszczyznowo. Przede wszystkim władze unijne chcą odpowiednio regulować opłaty drogowe zgodnie z obowiązującymi w tym ugrupowaniu przepisami o pobieraniu opłat za użytkowanie części infrastruktury drogowej w państwach członkowskich przez pojazdy ciężkie. W listopadzie 2021 roku Rada zgodziła się na zmianę tych przepisów, zbiorczo określanych mianem dyrektywy o eurowiniecie. Zmienione przepisy mają sprzyjać bardziej ekologicznemu i wydajniejszemu transportowi. Ponadto przewidują nowy system radzenia sobie z emisją CO₂, mający zmniejszyć ślad węglowy sektora zgodnie z Europejskim Zielonym Ładem i Porozumieniem paryskim. Na tej podstawie, w celu zmniejszenia emisji, w dniu 13 czerwca 2021 roku Rada przyjęła pierwsze w historii UE normy emisji CO₂ dla samochodów ciężarowych i innych pojazdów ciężkich³¹. Od 2025 roku na drogach UE mają więc one mniej szkodzić środowisku. Zgodnie z nowymi przepisami producenci będą musieli zmniejszyć emisję dwutlenku węgla z nowych samochodów ciężarowych średnio o 15% od 2025 roku i o 30% od 2030 roku w stosunku do poziomów z roku 2019. Cele te są wiążące, a wytwórcy takich samochodów, którzy ich nie spełnią, będą musieli zapłacić karę pieniężną z tytułu przekroczenia poziomu emisji. Ponadto konkretne środki zapewnią dostępność solidnych i wiarygodnych danych. Będzie je można uzyskiwać za pośrednictwem urzędów pokładowych monitorujących faktyczne zużycie paliwa i energii przez pojazdy ciężkie.

Przemysł motoryzacyjny, w tym dział pojazdów użytkowych, prowadzi oczywiście dalsze prace, by uczynić swoje wyroby jeszcze bardziej proekologicznymi. Prace te dotyczą następujących obszarów:

- doskonalenia pojazdów jako całości, w tym poprawy ich aerodynamiki,
- doskonalenia samych układów napędowych, opartych wyłącznie na silnikach spalinowych – silnikach wysokoprężnych,
- rozwoju i doskonalenia układów wykorzystujących paliwa alternatywne,
- rozwoju i doskonalenia układów opartych na alternatywnych zespołach napędowych,
- rozwoju i doskonalenia układów bazujących na alternatywnych zespołach napędowych i wykorzystujących paliwa alternatywne.

W tym kontekście należy jednak wskazać na permanentny wzrost efektywności, w tym środowiskowej, powstających w Europie samochodów ciężarowych w oparciu o zdefiniowany tzw. rozwój w obszarze zużycia paliwa, wyliczony dla 1 tkm wykonanej pracy przewozowej przez fabrycznie nowy egzemplarz klasy tonażowej

³¹ <https://www.consilium.europa.eu/pl/press/press-releases/2019/06/13/cutting-emissions-council-adopts-co2-standards-for-trucks/>

ciężkiej³². Efektywność ta systematycznie wzrasta, co oznacza, że w przeliczeniu dochodzi do stałego spadku zużycia paliwa i proporcjonalnego spadku emisji CO₂. Europejscy producenci samochodów użytkowych wiele dotąd osiągnęli w obszarze ograniczenia emisji tego gazu³³. Przykładowo, w porównaniu z 1965 rokiem, średnie zużycie paliwa na 1 tkm spadło o około 60% (jeśli przyjąć dla 1965 roku wartość tego współczynnika na 100%) i to w sytuacji, gdy od 1990 roku w życie weszło sześć, a *de facto*, wliczając Dyrektywę ECE 49, siedem coraz bardziej restrykcyjnych norm czystości spalin (Euro 1 – Euro 6). Powyższe stanowi dowód na potężny postęp, jaki w tym czasie dokonał się w sektorze. Udało się bowiem pogodzić dwa przeciwstawne technologicznie i jednocześnie rynkowo współgrające wymagania – ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko przy równoczesnym zmniejszeniu zużycia paliwa. Korzystają na tym użytkownicy pojazdów i społeczeństwa, gdyż przemysł motoryzacyjny był w stanie w tym samym czasie w powstających autach połączyć zredukowane zużycie paliwa i zredukowaną emisję substancji szkodliwych ze wzrostem ładowności w układzie objętościowym i masowym (tonażowym), podniesieniem ogólnej efektywności – wydajności oraz wzrostem bezpieczeństwa. Jednocześnie niezwykle istotnym czynnikiem jest dalsza minimalizacja emisji CO₂ w przyszłości, nierozdzielnie związana z dalszą poprawą w obszarze zużycia paliwa³⁴. W minimalizację emisji CO₂ muszą się więc bezwzględnie zaangażować wszystkie zainteresowane i odpowiedzialne strony, gdyż emisja ta stanowi wypadkową wybranych elementów nierozdzielnie ze sobą powiązanych. Tym samym wprost zależy od kształtowania się następującej kombinacji: samochód + naczepa/pryczepa/zabudowa + ogumienie + paliwo + zarządzanie taborom + efektywność wykonywania poszczególnych operacji transportowych + infrastruktura – jej stan, gęstość, rozmieszczenie + odnowa taboru – polityka przewoźników w zakresie zakupów nowych pojazdów.

Obecnie (stan na rok 2022) w dziedzinie paliw alternatywnych możliwe są dwa wyjścia: paliwa ciekłe na bazie roślinnej lub paliwa gazowe w postaci sprężonej bądź skroplonej. Natomiast w przypadku napędów alternatywnych zagadnienie odnosi się do stopniowej elektryfikacji układu napędowego, prowadzącej do komercjalizacji układów hybrydowych – spalinowo-elektrycznych lub w pełni elektrycznych i gazowo(wodorowo)-elektrycznych. Ponadto w sytuacji, gdy w układzie napędowym nadal występuje silnik spalinowy, istnieje możliwość zasilania takiego silnika paliwami alternatywnymi w postaci ciekłej, ewentualnie gazowej. W rezultacie da się wyróżnić trzy podstawowe tendencje:

³² W. Bernhard, *More efficient, quieter and cleaner: How trucks perform – today and in the future*, VDA konferencja, prezentacja, 25-26 czerwca 2014.

³³ J. Brach, *Wyniki testów drogowych „Efficiency Run 2015”*, Ciężarówki i Autobusy 2015, nr 11-12, s. 14-15.

³⁴ Informacja prasowa Mercedes-Benz Polska, *Ciężarówki dalekobieżne: zintegrowane podejście ogranicza emisję CO₂ nawet o 14%*, 21 października 2015.

- oleizacja, gazyfikacja i alkoholizacja – zamiana oleju napędowego przez gazy w postaci sprężonej lub skroplonej, oleje na bazie olejów roślinnych bądź paliwo alkoholowe z zasadniczym składnikiem w postaci etanolu;
- elektryfikacja dzielona na:
 - częściową – polegającą na zamianie w układzie hybrydowym większego i mocniejszego silnika spalinowego na zazwyczaj mniejszy i słabszy – o niższej pojemności oraz niższych maksymalnych mocy i momencie obrotowym, ale uzupełnionego o silnik elektryczny w ramach układu szeregowego lub równoległego – szeregowy lub równoległy hybrydowy układ napędowy;
 - całkowitą – przejawiającą się poprzez instalację układu w pełni elektrycznego, w zupełności pozbawionego silnika spalinowego.

Oprócz tego można wyróżnić gazo-elektryfikację – gazową elektryfikację, czyli jednoczesne wykorzystanie technologii gazowej i elektryfikacji. Jest ona wprowadzana w systemach wykorzystujących ogniwa paliwowe, gdzie stosowanym gazem jest wodór.

Przy czym zdania na temat szeroko pojętej – ujmującej jak najwięcej składowych – celowości powszechnego wdrażania niektórych z tych propozycji są nadal podzielone, co chyba najlepiej obrazuje naczelne hasło Szwecji w tej sferze, mówiące, że nie ma jednego, uniwersalnego wyjścia. Pewne zamienniki są łatwo dostępne i tanie jedynie w pewnych lokalizacjach, jak biogaz albo etanol, inne czasami okazują się nie tak idealne, jak energia elektryczna produkowana w oparciu o węgiel kamienny czy brunatny, a nie tzw. czysta energia pozyskiwana ze źródeł odnawialnych. Pojawiają się też wyzwania związane z organizacją właściwej sieci stacji – punktów dystrybucji, jak w odniesieniu do stacji sprzedaży gazu czy szybkich ładowarek. Osobny temat w tych rozważaniach, którego jednak pominąć nie można, stanowią kwestie pojemności, masy, ceny, długości życia oraz recyklingu akumulatorów wykorzystywanych w technologiach elektryfikacji – hybrydowej i całkowitej. Konieczne staje się zatem przezwyciężanie problemów wynikłych z kosztów związanych z rozwojem akumulatorów i niską ich dotychczasową wielkością sprzedaży. Przy tym istotne są i inne ograniczenia dotyczące elektryfikacji, jak tworzenie rynku wtórnego pojazdów (konserwacja i sprzedaż z drugiej ręki), poprawa zasięgu i autonomii w porównaniu z zachętami harmonizującymi diesel i CNG oraz inne środki wspierające elektromobilność na poziomie UE. Dochodzi do tego w takim razie cały wymiar polityczno-prawny. Niestety politycy, nie tylko w Polsce, podejmują pewne decyzje jakby w oderwaniu od rzeczywistości – przyjmowane są akty będące wyrazem wspaniałomyślnych wizji, wierzeń i dążeń, lecz nie zawsze uwzględniające wszystkie realia, a nawet czasami kompletnie oderwane od nich i nie biorące pod uwagę tzw. lokalnych specyfik. W tym kontekście nikt nie neguje ambitnych planów unijnych odnoszących się do redukcji szczególnie emisji CO₂, w myśl zasady „Towards a low-carbon economy” (W kierunku gospodarki niskowęglowej – nisko-węglowo-emisyjnej). Niemniej nie da się tego wszędzie łatwo i szybko osiągnąć za pomocą jednego zestawu metod i narzędzi.

Obecnie (stan na rok 2022) w zakresie zmniejszenia emisji CO₂ sprawdzane są różne technologie, o odmiennych zaletach i wadach³⁵:

- hybryda – nadaje się idealnie do typowej dystrybucji miejskiej, może ograniczyć emisję CO₂ nawet o 92% w przypadku zasilania paliwem HVO;
- sprężony gaz ziemny – CNG/CBG – sprężony gaz ziemny, zarówno kopalniany, jak i biogaz, może korzystać z tej samej infrastruktury do przechowywania i tankowania. W pierwszym przypadku emisja CO₂ spada o 20%, w drugim – nawet o 90%;
- skroplony gaz ziemny (LNG/LBG) zwiększa zasięg pojazdu (nawet do 1100 km bez tankowania), gaz pochodzenia kopalnego może być mieszany z biogazem i może używać tej samej infrastruktury, redukuje emisję CO₂ o 20% (LNG) lub o 90% (LBG);
- skroplony wódór wykorzystywany analogicznie jak gazy typu CNG lub LNG w silnikach spalinowych (ICE). Wdrożenie wodoru w tej postaci wiąże się jednak z wieloma wyzwaniami dotyczącymi m.in. właściwej kontroli procesu jego spalania oraz utrzymania przez cały czas właściwej pracy (właściwych warunków pracy) jednostki napędowej, co z kolei stanowi swoiste wyzwanie dla układu chłodzenia;
- ED95 to etanol z dodatkiem ułatwiającym zapłon, może być wytwarzany z biomasy, w tym z odpadów, umożliwia redukcję CO₂ o 90%;
- biodiesel to paliwo wytwarzane z roślin oleistych, które może zmniejszyć emisję CO₂ o 66%;
- uwodornione oleje roślinne (HVO) są z punktu widzenia budowy chemicznej niemal identyczne z tradycyjnym olejem napędowym, pozwalają na 90-procentową redukcję emisji CO₂.

Zarazem rozwiązania muszą mieścić się w ramach typowych kosztów, muszą też być badane różne ścieżki. W różnych częściach świata łatwo dostępne są odmienne rodzaje paliw o specyficznych cechach wpływających na możliwości ich stosowania (tab. 1).

Z tego względu niezbędne jest wdrożenie nowej strategii, w której nie wystarczy już jedynie sama poprawa osiągana przez pojazdy, głównie ciągniki siodłowe. Dlatego, by w większym stopniu i przy tym w sposób przystępny cenowo ograniczyć emisję CO₂, politycy oraz branża transportowa muszą połączyć siły i przyjąć „zintegrowane podejście”³⁶. Zakłada ono wzięcie pod uwagę wszelkich czynników, gdyż jego zadanie polega na zaangażowaniu w realizację celów emisji CO₂ wszystkich stron włączonych w szeroko pojęty proces drogowego transportu towarów. Powyższe odnosi się do producentów pojazdów, dostawców nadwozi i ogumienia, operatorów logistycznych, zarządców infrastruktury oraz, co niemniej ważne, do polityków.

³⁵ *Zrównoważony transport tu i teraz (stan na rok 2022)*, Scania w Polsce 2015, nr 4, s. 28-29.

³⁶ J. Brach, *Wyniki testów...* wyd. cyt., s. 14-15.

Tabela 1. Potencjał redukcji emisji CO₂ dla różnych rodzajów pojazdów

| Potencjał redukcji emisji CO ₂ | | | |
|--|--|--|---|
| Pomiary w odniesieniu do pojazdów | | Eksploatacja | |
| Łączny potencjał redukcji 6% | | Potencjał 13% | |
| Samochody | Naczepa/przyczepa | Eksploatacja | Infrastruktura |
| <ul style="list-style-type: none"> • efektywność, wydajność silników i całego układu napędowego – jego odpowiednie zestrojenie; • aerodynamika, tzw. prowadzenie przewidujące; • systemy pomocnicze | <ul style="list-style-type: none"> • masy i wymiary EMS i inne efektywne rozwiązania; • aerodynamika; • niska masa własna; • szkolenia kierowców; • systemy pomocnicze – wspomagające | <ul style="list-style-type: none"> • szkolenia kierowców; • konsolidacja ładunków; • masy i wymiary, EMS i inne efektywne rozwiązania | <ul style="list-style-type: none"> • lepsza infrastruktura; • telematyka; • usprawniony ruch pojazdów (<i>traffic flow</i>) strumień ruchu |
| | <ul style="list-style-type: none"> • niskie opory toczenia; • system kontroli ciśnienia; • ogumienie pojedyncze – tzw. super single | <ul style="list-style-type: none"> • biopaliwa drugiej generacji; • paliwa syntetyczne, gaz naturalny; • alkohol | <ul style="list-style-type: none"> • +5% z tytułu dodatkowej odnowy floty (baza porównawcza – Euro 0, 1 i 2) |
| | | Razem 2,5% paliwa odnawialne | |

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://www.vda.de/en/topics/environment-and-climate/co2-regulation-heavy-commercial-vehicles/climate-protection-policy-for-heavy-commercial-vehicles.html>

W efekcie koncepcja „zintegrowanego podejścia” zawiera kilka powiązanych ze sobą modułów. Pierwszy – bazowy ukierunkowano przede wszystkim na optymalizację całego zespołu/systemu transportowego. Poza ciągnikiem siodłowym zespół ten obejmuje naczepę (np. wymiary i masy, opór powietrza, lekkość konstrukcji), opony (np. opory toczenia, ciśnienie powietrza, zastosowanie pojedynczego ogumienia) oraz paliwo (np. biopaliwo, gaz ziemny). Ponadto w „zintegrowanym podejściu” przywiązuje się wagę do efektywności wykorzystania pojazdu, w tym do szkolenia kierowców, zarządzania kierowcami, ładunkami i pojazdami poprzez zoptymalizowane ich połączenie w wykonywaniu każdego konkretnego zadania, czy do cargo poolingu – dzielenia ładunków. Ten ostatni element zakłada stworzenie elastycznych relacji i powiązań między parterami a systemem. Ładunek ma w takim razie być dostarczony z miejsca nadania do miejsca przeznaczenia relatywnie tanio i szybko oraz pewnie i bezpiecznie. Tym samym dalsze ograniczenie zarówno zużycia paliwa, jak i emisji CO₂ wymaga wykraczania poza jednostkę napędową i wiąże się z koniecznością skupienia także na oponach, naczepie i innych kluczowych podzespołach oraz uzyskiwaniu koniecznego wsparcia ze strony systemów zarządzania flotą i ruchem na trasach, przy nieodzownym poparciu ze strony sfer rządzących i decyzyjnych.

Problem polega jednak na tym, jak badać ilość emitowanego CO₂³⁷. Pomiary muszą uwzględniać specyfikę pojazdów użytkowych jako takich, czyli³⁸:

- wielość dostępnych wykonań docelowych dostosowanych do realizacji kompletnie odmiennych zadań, takich jak np. ruch dalekodystansowy, miejski, w terenie. W zależności od rodzaju wykonywanych prac i pełnionych funkcji występuje znaczna różnica w przeciętnym zużyciu paliwa, wynosząca od 1,7 l na 100 km dla ruchu autostradowego dalekodystansowego do 5,2 l na 100 km dla dystrybucji miejskiej czy nawet powyżej 6 l na 100 km przy jeździe w terenie i przemieszczaniu ładunków ponadgabarytowych;
- praktyczny brak pojazdu użytkowego gotowego od razu do eksploatacji. Wręcz przeciwnie – wytwórcy naczep, przyczep i zabudów wykańczają pojazdy zgodnie z wymaganiami klientów – odbiorców, a producenci tych pojazdów wcale nie zawsze muszą się zajmować analizą i zdawać sobie sprawę z każdego tak realizowanego przypadku. Jednocześnie, zwracając uwagę na masę i aerodynamikę, dostawcy naczep, przyczep i zabudów mają znaczny wpływ na poziom zużycia paliwa przez pojazdy.

Zagadnienie dotyczy też przyjętych pryncypiów. Producenci aut, poprzez dążenie do redukcji zużycia paliwa, i tak przyczyniają się do powiązanej z nią redukcji emisji CO₂. Dlatego dopiero po ośmiu latach prac badawczych przemysł przedstawił

³⁷ R. Przybylski, *Wkrótce limity CO₂ dla ciężarówek*, Przewoźnik, 2015, nr 45, s. 32-34.

³⁸ <https://www.vda.de/en/topics/environment-and-climate/co2-regulation-heavy-commercial-vehicles/climate-protection-policy-for-heavy-commercial-vehicles.html> oraz *Climate protection policy for heavy commercial vehicles*, VDA, Annual Report 2014, s. 80-82 Downloads/1404314494_en_903087063.pdf

propozycję możliwą do zaakceptowania przez polityków w postaci komputerowego narzędzia o nazwie Vecto³⁹. Jest to baza zawierająca szereg danych dróg połączonych z kalkulatorem spalania. Pozwala ona nabywcy na obiektywną ocenę zużycia paliwa przez samochód przewidziany do zakupu. Przygotowanie tego narzędzia nie zaliczało się do prostych. Z jednej strony wymagało ścisłej współpracy polityków i przedsiębiorstw, z drugiej kwestia odnosiła się do przedstawienia metod pomiaru umożliwiających miarodajne określenie wielkości spalania i tym samym emisji CO₂. Na podstawie przeglądu 25 000 km najpopularniejszych europejskich tras strony – przemysł i przedstawiciele KE – wybrały test, który powinien być reprezentatywny dla tutejszego rynku. W efekcie nie powinien wystąpić proceder oszukiwania testów, jaki miał miejsce w sektorze silników do aut osobowych i dostawczych. Zgodnie z zatwierdzoną metodologią przyjęto spalanie, emisję CO₂ i masę przewożonego ładunku. Jeśli obecny 40-tonowy zestaw potrzebuje przeciętnie 30 l na 100 km, przy założeniu, że spalanie litra paliwa tworzy 2,64 kg CO₂, w przeliczeniu na 100 km wytwarza 80 kg CO₂. Niemniej tę wielkość trzeba jeszcze podzielić przez masę przewożonego ładunku. W tym wypadku równa się ona przeciętnie 25 000 kg, co daje około 35 g/tkm. I ta wielkość jest dopiero podawana w rozmowach zainteresowanych stron z Unią Europejską. Przy czym już teraz (stan na rok 2022) wiadomo, że miernik ten nie jest pozbawiony istotnych wad. Przykładowo 40-tonowy zestaw wydłużony, klasy LV, cechuje się ładownością nawet o 6000-8000 kg niższą niż tradycyjny.

Elektryczne układy napędowe ostatecznie zastąpią większość innych, alternatywnych rozwiązań w chwili przestawienia się na transport niezależny od paliw kopalnych. Nim jednak sektor będzie dysponować odpowiednim rozwiązaniem kwestii akumulatorów, ekosystem mobilności będzie nadal w dużej mierze zależny od silników spalinowych, zasilanych paliwami odnawialnymi. Jeszcze za wcześnie, aby z nich zrezygnować. Nadal zapewniają najlepsze połączenie redukcji emisji i całkowitego kosztu użytkowania w porównaniu z innymi napędami alternatywnymi w większości zadań.

W ograniczaniu emisji CO₂ istotną rolę odegrają nie tylko same paliwa alternatywne i alternatywne zespoły napędowe, niezmiernie ważne zadanie będzie pełnić właściwa organizacja samych przewozów, dająca się sprowadzić do stwierdzenia: jak najmniej zbędnych jazd. Kwestia dotyczy zatem tego, by w ogóle pojazdy jeździły jak najmniej, co będzie oznaczać:

- zapewnienie ciągłości i elastyczności w transporcie ładunków,
- wybranie jak najbardziej korzystnej dla klienta drogi i środka transportu,
- obniżenie kosztów przewozu przypadających na jednostkę ładunku,
- minimalizację pustych przebiegów,
- maksymalizację wykorzystania dostępnych ładowności czy/i przestrzeni ładunkowej,
- optymalizację tras (zmniejszenie czasu dostaw) na każdej trasie.

³⁹ R. Przybylski, wyd. cyt.

W takich realiach problematyka sukcesywnego wdrażania i coraz powszechniejszego stosowania w drogowym transporcie towarowym paliw alternatywnych, alternatywnych zespołów napędowych i alternatywnych zespołów napędowych na paliwa alternatywne w ostatnich latach zdecydowanie zyskuje na znaczeniu. Stoją za tym połączone względy prawne, polityczne, społeczne, ekonomiczne, ekologiczne, techniczne, strategiczne i użytkowe. Dlatego też, poszukując efektywnych eksploatacyjnie zamienników ropy naftowej, Unia Europejska przykładą dużą wagę do rozpowszechnienia na większą skalę niż dziś paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych.

Elektryczne układy napędowe ostatecznie zastąpią większość innych alternatywnych rozwiązań w chwili przestawienia się na transport niezależny od paliw kopalnych. Nim jednak sektor będzie dysponować odpowiednim rozwiązaniem kwestii akumulatorów, ekosystem mobilności będzie nadal w dużej mierze zależny od silników spalinowych zasilanych paliwami odnawialnymi. Jeszcze za wcześnie, aby z nich rezygnować. Nadal zapewniają najlepsze połączenie redukcji emisji i całkowitego kosztu użytkowania w porównaniu z innymi napędami alternatywnymi w większości zadań.

1.4. Uwarunkowania ekologizacji

Oczywiście producenci samochodów ciężarowych, nie tylko europejscy, funkcjonując w takich, a nie innych realiach, muszą spełniać życzenia środowiskowych społeczeństw i polityków. W związku z tym aktualnie (stan na rok 2022) większość z nich proponuje wszystkie czy prawie wszystkie rozwiązania dotyczące alternatyw paliwowo-napędowych. Dzięki temu odpowiednie wydania pojazdów są już dostępne czy to jako wyroby w pełni komercyjnie osiągalne, czy nadal jako prototypy, ale skierowane do ostatecznych testów u konsumentów. Naturalnie także działania poszczególnych z graczy nacechowane są dużą dozą indywidualizacji i – co w pełni zrozumiałe – każdy z zainteresowanych mocno podkreśla swoje osiągnięcia oraz zalety prezentowanej oferty. IVECO niezwykle zdecydowanie stawia na gaz, wskutek czego dysponuje pełną paletą wersji gazowych – od lekkich dostawczych po auta klasy tonażowej ciężkiej, w tym przeznaczone do przewozów na dalekich dystansach oraz do obsługi sektorów specjalizowanych i specjalistycznych, jak wybrane aplikacje w budownictwie albo służbach komunalnych i selektywnej zbiórce odpadów czy nawet straży pożarnej. Odmiany gazowe do wykonywania przemieszczania w ciężkiej dystrybucji miejskiej, lokalnej i regionalnej, służbach komunalnych oraz na długich trasach można również zamówić u Volvo i Scanii. U innych, w tym u MAN-a i Renault, warianty gazowe powstają zaś z myślą o dystrybucji i zastosowaniach komunalnych. Poza tym w Scanii od dawna jest aktualny temat etanolu. Natomiast wszyscy od przeszło dekady są zaangażowani w elektryfikację, czy to częściową za pomocą hybrydyzacji, czy całkowitą.

Dywagacje te zatem trzeba zacząć od postawienia fundamentalnej tezy – przyszłość kreowana w sposób innowacyjny i nowatorski ma silne korzenie we współczesności i przeszłości. Innymi słowy dowodzi, jak posiadane dzisiaj szeroko pojęte zasoby pracy oraz kapitału ludzkiego (wiedzy) i rzeczowego, wsparte zdolnością do ich umiejętnego i efektywnego wykorzystania, dzięki wdrożeniu odpowiednich metod zarządzania i kontroli, stwarzają bazę do utrzymania i rozwoju konkurencyjności w późniejszym okresie. W obecnych realiach dzisiaj tworzy się bowiem nawet nie wczoraj, lecz przedwczoraj, jutro zaś tworzy się wczoraj, z kolei dzisiaj powinny już powstawać plany na popojutrze.

Z punktu widzenia wypadkowej potrzeb drogowych przewoźników towarowych oraz zdolności dostawców taboru do ich zaspokojenia kluczową rolę odgrywają i będą odgrywać:

- spadek całkowitego kosztu posiadania i dysponowania TCO (*Total Cost of Ownership*) nie tylko w ujęciu bezwzględnym, ale i w relacji do wykonanej pracy przewozowej – TCO/tkm;
- zdolność przy zadanych TCO i wykonanej pracy przewozowej do wykreowania w danym czasie jak największego przychodu – TOE (*Total Operating Expense*);
- częściowo powiązane z punktami poprzednimi – wzrost stopnia gotowości technicznej taboru oraz jego ogólnej dostępności. Wiąże się to m.in. z relatywnym ograniczeniem wymagań obsługowo-naprawczych, w tym zmierzaniem do niemal całkowitej eliminacji nieprzewidzianych awarii, czemu powinna służyć tzw. obsługa zapobiegawcza;
- zmiana filozofii użytkowania – powolne przechodzenie z etapu posiadania do etapu korzystania, wyrażone zastępowaniem własności dostępem do gwarantowanej mobilności;
- stałe poszerzanie i pogłębianie oferty pozapojazdowej – okołoproduktowej. Wskutek tego dostawcy przechodzą z pozycji oferujących same pojazdy z jedynie niewielkim wsparciem do pozycji proponujących elastycznie dobierane kompletne rozwiązania transportowe, składające się z wielu pozycji, spośród których sam pojazd wartościowo może stanowić zaledwie połowę;
- ograniczanie negatywnego wpływu aut na środowisko, aktualnie (stan na rok 2022) przejawiająca się równoczesnym spadkiem zużycia tradycyjnego paliwa – oleju napędowego oraz sukcesywnym zastępowaniem go przez paliwa alternatywne i alternatywne zespoły napędowe. Ten drugi proces oznacza postępującą elektryfikację, wyrażoną poprzez coraz częstsze wprowadzanie – komercjalizację układów hybrydowych i w pełni elektrycznych;
- wzrost komfortu jazdy i odpoczynku na pokładzie.

Jednocześnie producenci od dawna starają się rozwiązać problem klasycznego duomatu – z jednej strony dąży się do redukcji masy samochodów, z drugiej samochody te ważą coraz więcej wskutek montażu w nich kolejnych systemów. W efekcie nie zachodzi jakiś rzeczywisty spadek masy własnej. Poza tym w tej analizie należy bezwzględnie wziąć pod uwagę dwa czynniki. Pierwszy polega na tym, że

w bieżących realiach prowadzenia biznesu przewozowego zostaje szybciej spożytkowana dostępna objętość ładunkowa niż ładowność. Drugi zaś wynika bezpośrednio z ograniczeń narzuconych przez przepisy prawa w sferze dopuszczalnych maksymalnych mas, wymiarów i nacisków. Dlatego tak pożądany wzrost efektywności wykonywanych operacji, wyrażony poprzez stosunek całkowitego otrzymanego przychodu do całkowitych wygenerowanych kosztów wszelkich użytych zasobów, wymaga jeszcze wzięcia pod uwagę:

- stałego dążenia do wzrostu stopnia wykorzystania dostępnej przestrzeni ładunkowej, tak by jak najbardziej zminimalizować niecałkowicie wypełnione czy wręcz puste przebiegi. W rezultacie wdrażane są coraz skuteczniejsze algorytmy zarządzania flotą, a dokładnie powiązania ładunków w określonym czasie i w danych relacjach przewozowych z fizycznie służącymi do realizacji tych zadań pojazdami i kierowcami. Wzrost efektywności w tej sferze uzyskuje się m.in. poprzez wdrażanie tzw. dynamicznych systemów zarządzania przemieszczaniem;
- wzrostu długości i ewentualnie dopuszczalnej masy całkowitej zestawów, tworzonych zgodnie z europejskim systemem modułowym EMS. Generalnie powszechnie na dzisiaj przyjęta największa długość wynosi 25,25 m, natomiast dopuszczalna masa całkowita bazowych kombinacji przyczepowych, naczepowych bądź naczepowo-przyczepowych może wzrastać od 48 000 do 60 000 kg. Ponieważ przy długości 25,25 m i dopuszczalnej masie całkowitej 60 000 kg otrzymuje się przyrost ładowności i powierzchni do załadunku o około 50%, a relatywny całkowity wzrost nakładów na ten przewóz (m.in. więcej bezwzględnie zużytego paliwa, ale mniej części opłat i kierowców – dwóch zamiast trzech) wynosi 25-30%, to spadek relatywnego nakładu na wykonanie zadanej pracy przewozowej może dochodzić do 30%. Co więcej, w krajach takich jak Szwecja i Finlandia do normalnego ruchu dopuszczono kombinacje jeszcze cięższe czy/i dłuższe, o długości nawet do 32-34 m i o dopuszczalnej masie całkowitej do 74 000-76 000 kg, pozwalające na dalszą redukcję zużycia paliwa i emisji CO₂ na poziomie nawet 25% na 1 tkm. Na ograniczoną na razie, testową skalę analogiczne zestawy dwu-/binaczepowe są sprawdzane w Holandii, gdzie nazywa się je SEC – Super EcoCombi, oraz w Hiszpanii i Danii (DUO2). W Finlandii myśli się zaś nawet o ograniczonym zezwoleniu na poruszanie się po drogach publicznych przez nie uznane za ponadgabarytowe zestawy 104-tonowe. Takie megawydłużone i megaciężkie pojazdy wielozłożone określane są mianem HCV – *High Capacity Vehicle* – lub szerzej HCT – *High Capacity Transport* – pojazd/transport o dużej przepustowości/pojemności.

Rozważania te bezwzględnie wskazują zatem na konieczne ściśle powiązane zmiany zachodzące jednocześnie w zakresie:

- hardware'u zasobowo-sprzętowego: pojazdy, zaplecze, wsparcie eksploatacyjne i inne;
- software'u rzeczowego – użyte elementy miękkie, takie jak oprogramowanie nadzorujące, kontrolne i sterujące;

- software'u ludzkiego – unikatowe wiedza, doświadczenie, umiejętności, zastosowane metody zarządzania i kontroli oraz skuteczność i efektywność osiągania za ich pomocą założonych celów w oparciu o zespół przydzielonych do tego wykonania wszelkich zasobów.

Trzeba zatem podkreślić, że przy dysponowaniu przez większość rynkowych graczy w sektorze transportowym praktycznie takimi samymi bądź zbliżonymi zasobami hardware'u i częściowo software'u rzeczowego, przewagę da się uzyskać i utrzymać jedynie w następstwie unikatowego użycia software'u ludzkiego – o przewadze nie decydują już zatem jedynie hardware i software rzeczowy, bo, poza pewnymi wyjątkami, jak *de facto* jednostkowa produkcja wysoce specjalistycznego sprzętu na własne potrzeby (jak holenderski De Rooy), może je na zbliżonych czy wręcz takich samych warunkach nabyć każdy, lecz software ludzki, polegający na specyficznym, jednostkowym, przypisanym wyłącznie danym ludziom i organizacjom wykorzystaniu go w danym otoczeniu, na danych warunkach, w danym miejscu i czasie.

Tym samym, omawiając zagadnienie paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych, od razu trzeba przyjąć odpowiednią perspektywę analizy i oceny. Przede wszystkim wszelkie dokonywane zestawienia oraz obliczenia opierają się na porównaniu w zaznaczonych wyżej układach – tzn. politycznym, społecznym, ekonomicznym, ekologicznym, strategicznym, technicznym i użytkowym – wszelkich alternatyw paliwowo-napędowych w stosunku do obecnie (stan na rok 2022) najbardziej rozpowszechnionej propozycji w postaci systemu ze spalinową jednostką napędową, w dodatku zasilaną tradycyjnym, ale stale udoskonalanym co do składu olejem napędowym. Względy prawne polegają na odgórnym narzucaniu czy/i wymuszonym preferowaniu pewnych wyjść, poprzez wdrażanie elementów bezwzględnie obowiązujących w postaci nakazów czy/i zakazów lub względnie, poprzez system zachęt. Takimi bezwzględnymi elementami mogą być przykładowo zakazy rejestracji określonych rodzajów pojazdów bądź zakazy ich wjazdu albo poruszania się w pewnych godzinach w określonych strefach czy na całym rozpatrywanym obszarze. Elementy względne zaś są ukierunkowane na podniesienie ekonomiczno-użytkowej atrakcyjności wybranych opcji dokonywane za pomocą tzw. metod miękkich, takich jak zwolnienia podatkowe, niższe opłaty za dostęp do infrastruktury czy zgoda na poruszanie się w wybranych strefach w ogóle i/czy w godzinach ograniczonego ruchu dotyczącego zazwyczaj innych – tradycyjnych odpowiedników.

Odrębną kwestię stanowi z kolei niezwykle złożona tematyka społeczna i polityczna. Z jednej strony ogół – szczególnie w miarę wzrostu dochodu – chce żyć w czystym i cichym otoczeniu, w którym jeżdżące środki transportu praktycznie nie emitują hałasu oraz zanieczyszczeń. Często zresztą w krajach wysoko uprzemysłowionych bywa to manifestowane w wyborach, gdyż od lat mocną pozycję zajmują tam ugrupowania mające w swoim programie ambitne cele klimatyczne. Tylko zagadnienie realnie odnosi się nie do tego, czego ludzie chcą, lecz za co rzeczywiście są skłonni zapłacić – innymi słowy problem nie wiąże się z tym, że ludzie chcą czystego przewozu, ale z tym, czy za przejazd gazowym, hybrydowym bądź elektrycz-

nym autobusem albo dostawy realizowane samochodem gazowym, hybrydowym bądź elektrycznym zapłacą więcej niż za analogiczne przemieszczanie wykonane w tych samych i na tych samych warunkach przez tradycyjny tabor. Ta zdolność do ponoszenia ewentualnie wyższych opłat za bardziej proekologiczne wybory – czyli pokrywania wyższymi opłatami wyższych TCO, TOE, TCM (*Total Cost of Mobility*) i innych wskaźników – nosi nazwę ekologicznej skłonności wydatkowo-kosztowej i generalnie wprost wynika z proekologicznego – środowiskowego rozwoju społeczeństw. Jeśli społeczeństwa w naturalny sposób są gotowe więcej zapłacić za ekologiczność, wówczas ta skłonność zalicza się do wyższych. Jeśli natomiast takiej skłonności brakuje czy pozostaje ona niewielka, to wówczas wyraża się jedynie przeważnie w wymiarze deklaratywnym, a nie autentycznie finansowym – tzn. ludzie dużo mówią, wymagają i żądają, dopóki nie muszą za coś realnie zapłacić. Tym samym wysoka ekologiczna skłonność wydatkowo-kosztowa charakteryzuje generalnie społeczeństwa bogate i wysoce świadome ekologicznie, niższa i niska – biedniejsze oraz nieprzywiązujące aż tak dużej wagi do ekologii.

Omawiając zakres ekologiczny, w pierwszym rzędzie trzeba umieć przeprowadzić rzetelną ocenę całkowitej sytuacji, co przedstawia się jako sumaryczną emisję liczoną od miejsca pozyskania danego nośnika energii i wszelkich składowych służących do jej wyprodukowania i dostarczenia do momentu ostatecznego zużycia i utylizacji. Jest to zatem zdecydowanie szersze ujęcie tego tematu niż tradycyjne tzw. ujęcie od źródła do koła czy tym bardziej niezwykle uproszczone podejście od zbiornika do koła (*from the tank to the wheel*). To drugie podejście oznacza jedynie prostą emisję zanieczyszczeń przez sam pojazd, bez brania pod uwagę etapów wcześniejszych i w związku z tym bez uwzględniania ewentualnych emisji pojawiających się chociażby przy wydobywaniu surowców i ich przekształcaniu – przerobie w użyteczne paliwa/energię. Podejście to „przekłamuje” zatem i wybitnie zniekształca rzeczywisty obraz, bo wykazuje się w nim to, co chce się wykazać bez wnikania w istotę i złożoność zagadnienia – skoro bowiem pojazd w pełni elektryczny nie ma silnika spalinowego, to nigdy nie będzie emitował substancji szkodliwych pochodzących ze spalania paliw opartych na związkach węgla. Niemniej pojazd elektryczny może być zasilany energią wyprodukowaną z węgla i zaopatrzony w akumulatory zawierające wiele pierwiastków ziem rzadkich oraz powstałe i utylizowane w procesach wymagających znacznych ilości energii.

Tymczasem w takim rozszerzonym, bardziej holistycznym ujęciu/modelu nie tylko bierze się pod uwagę same szeroko pojęte koszty związane z dostawą paliw/energii, ale przedstawia także kompletne koszty ekologiczne oraz wydatek energetyczny. Wliczane są wobec tego tzw. całkowite nakłady zasobowe – ludzkie, kapitałowe i środowiskowe – dotyczące przygotowania i wytworzenia alternatywnych zespołów napędowych czy alternatywnych zespołów napędowych na paliwa alternatywne oraz odnoszące się do pozyskania energii/paliw, łącznie ze stratami i emisjami w trakcie całego ich łańcucha tworzenia wartości dodanej i łańcuchów logistyczno-transportowych od pozyskania – źródła poprzez przerób do dystrybucji ostatecznej do końcowego odbiorcy. W analizie tej uwzględnia się w takim razie także wyższe koszty

środowiskowe pozyskania i przerobienia pewnych kopalin i innych surowców oraz powstania pewnych specyficznych komponentów. Przykładowo w technologiach elektryfikacji trzeba wliczyć nakłady niezbędne do wytworzenia akumulatorów oraz koszty ekonomiczne i środowiskowe ich późniejszej pełnej i skutecznej utylizacji czy też recyklingu (współczynnika recyklingu – tzn. liczby akumulatorów skierowanych do recyklingu do liczby akumulatorów wycofanych w ogóle w danym czasie i na danym terytorium). Tym samym rozpatruje się nie tylko same kwestie dotyczące produkcji i dostaw energii elektrycznej w porównaniu z kosztami pozyskania i dostaw tradycyjnych paliw, lecz także koszty bezpośrednie i pośrednie odnoszące się do wszelkich składowych specyficznych dla tej technologii/tych technologii elektryfikacji, niewystępujące w tradycyjnym systemie opartym na ropie i jej pochodnych. Cóż mianowicie z tego, że sama energia będzie czysta i w pełni pochodząca z tzw. zielonych źródeł – odnawialnych czy innych zero-/niskoemisyjnych, skoro wysokie mogą się okazać koszty ekonomiczno-ekologiczne całego życia akumulatorów. W rezultacie przewagi ekologiczne i kosztowe uzyskane w samej sferze paliwowej mogą zostać skutecznie zniweczone przez wyższe koszty w sferze komponentowej.

Dlatego na obecnym etapie najrozsądniejsza strategia w tym względzie polega na założeniu, że nie ma jednego uniwersalnego wyjścia, w pełni i we wszelkich wymiarach mogącego zadowolić wszystkich. Oznacza to, iż każda alternatywa paliwowo-napędowa powinna być rozpatrywana niezwykle indywidualnie, z uwzględnieniem zindywidualizowanych potrzeb, wymagań i możliwości konkretnych przewoźników – operatorów. Jeśli zatem jakiś użytkownik ma łatwy dostęp do taniego gazu czy szczególnie biogazu albo paliw syntetycznych, może na nie postawić. Przykładowo dany przewoźnik może korzystać z biogazu pozyskiwanego z pobliskiej fermy trzody chlewnej. Wtedy może więc rozważyć sens użytkowania odmian gazowych. Zarazem inny przewoźnik, pozbawiony takiego dostępu, już takiej gazowej alternatywy może nie uwzględniać. Analogicznie prezentuje się zagadnienie w stosunku do etanolu i energii elektrycznej. Gdy etanol może być tani i łatwo dostępny, jak przy produkcji win, wówczas można zainwestować w tabor nim zasilany. W sferze energii elektrycznej inaczej będzie się z kolei przedstawiać problematyka elektryfikacji transportu w krajach, gdzie tę energię pozyskuje się ze źródeł odnawialnych (energia z elektrowni wodnych, wiatraków czy farm słonecznych) lub elektrowni atomowych, inaczej zaś, gdy jej wytwarzanie będzie bazować na węglu kamiennym bądź brunatnym. Energia pozyskana w oparciu o węgiel – przy obecnym i nawet przewidywanym rozwoju technicznym – w dającej się przewidzieć perspektywie czasowej nigdy bowiem ekologicznie czystą energią nie będzie. Bazujący na niej transport drogowy też zatem nie będzie w 100% ekologiczny.

Oczywiście kluczową rolę odgrywają tu również następujące względy strategiczne:

- ropa naftowa znajduje się głównie w krajach – z punktu widzenia świata zachodniego – niezbyt demokratycznych i mogących wykorzystać ten surowiec – w postaci tzw. bomby naftowej – jako czynnik nacisku i odwetu;

- produkcja energii elektrycznej nie może do końca podlegać prawom rynku, gdyż bezpieczeństwo strategiczne państwa jako takie takim prawom z definicji nie podlega – tzn. państwo może zezwolić na wytwarzanie u siebie „brudnej” energii, jeśli pozyskiwanie tej „czystej” albo „czystszej” mogłoby się wiązać z uzależnieniem dostawowym – w sferze dostaw od partnera zagranicznego o nie do końca, z punktu widzenia odbiorcy, pozytywnych intencjach ewentualnie/i partnera prowadzącego politykę łamiącą pewne zasady odbiorcy;
- poszukiwanie zamienników ropy i paliw powstałych na jej bazie wciąż wielokrotnie nie jest dyktowane względami ekonomicznymi i użytkowymi, ale raczej strategiczno-politycznymi, z pewnym politycznie poprawnym dodatkiem czynnika ekologicznego.

Względy techniczne dotyczą zaś możliwości przygotowania rozwiązań wykorzystujących paliwa alternatywne, alternatywne zespoły napędowe czy alternatywne zespoły napędowe na paliwa alternatywne, które – w porównaniu z tradycyjnymi odpowiednikami – cechują się:

- analogicznym lub akceptowalnie wyższym stopniem skomplikowania budowy,
- w pełni porównywalnymi parametrami, takimi jak uzyskiwane moce i momenty obrotowe,
- porównywalnymi lub akceptowalnie niższymi zdolnościami przewozowymi w zakresie reprezentowanych ładowności i objętości ładunkowej.

Te czynniki czysto techniczne silnie wiążą się ze składowymi użytkowymi, takimi jak:

- analogiczny lub akceptowalnie wyższy stopień skomplikowania bieżącej obsługi i napraw,
- możliwe skrócenie okresów/przebiegów międzyprzebiegów,
- podobna lub zbliżona technika prowadzenia,
- porównywalny lub akceptowalnie niższy zasięg, ale uzależniony od rodzaju wykonywanych zadań,
- takie same łatwość i czas uzupełniania paliwa/energii,
- taka sama lub akceptowalnie niższa dostępność stacji uzupełniania paliwa/energii.

Niemniej kluczową rolę w rozpatrywaniu całości zagadnienia odgrywają względy ekonomiczne. To oznacza, że powszechność wdrażania paliw alternatywnych, alternatywnych zespołów napędowych i alternatywnych zespołów napędowych na paliwa alternatywne ściśle zależy od tego, na ile towarzysząca temu wypadkowa czynników prawnych, politycznych, społecznych, ekologicznych, technicznych, strategicznych i użytkowych okaże się zrównoważona przez element ekonomiczny – nakładowo-przychodowy. Zasadnicza kwestia dotyczy mianowicie tego, że cała ta sfera możliwości musi wykazywać pełną tzw. naturalną opłacalność ekonomiczną. Za naturalną opłacalność ekonomiczną w tym wypadku uważa się sytuację, kiedy TCO, TOE i TCM odmian na paliwa alternatywne czy/i z alternatywnymi zespołami napędowymi w naturalny sposób, tzn. w sytuacji braku miękkiego wsparcia w postaci dopłat, subsydiów czy zwolnień w podatkach albo opłatach, lub braku twardych

odgórnych wymuszeń wynikających z nakazów bądź zakazów prawnych – stają się w pełni porównywalne z TCO, TOE i TCM odmian klasycznych. Powyższe oznacza w takim razie, że te odmiany na paliwa alternatywne czy/i z alternatywnymi zespołami napędowymi mogą być wybierane przez nabywców/użytkowników, bo nabywcy ci sami z siebie rzeczywiście chcą je nabyć. Tym samym ich wybór stanowi pochodną w pełni autonomicznych decyzji, podjętych samoistnie i samodzielnie bez żadnych dodatkowych środków zachęcająco-zniechęcających – utrudniających, takich jak zachęty i/bądź przymuszenia, zakazy i nakazy. W tej analizie można naturalnie jeszcze wprowadzić tzw. EDF – prośrodowiskowy – proekologiczny współczynnik dyskontujący (*Proecological Discount Factor*), lecz nie zmienia to najważniejszego – technologie paliw alternatywnych, alternatywnych zespołów napędowych i alternatywnych zespołów napędowych na paliwa alternatywne upowszechnią się na masową skalę jedynie wtedy, gdy odbiorcy będą widzieli ekonomiczny i użytkowy, wsparty przez prośrodowiskowy, sens inwestowania w nie. W przeciwnym razie będą tak długo wybierane, jak długo ich wybór będzie wynikał z nakazów czy zakazów albo form dodatkowego wsparcia. W sytuacji, gdy te formy znikną lub przestaną być opłacalne, automatycznie alternatywy przestaną być wybierane w ogóle lub będą wybierane, lecz na zdecydowanie mniejszą skalę. Analogiczna sytuacja występuje w sferze zachęt negatywnych. Zakazy i nakazy bowiem zmuszają do pewnych wyborów, w zależności od tego, jak skutecznie są przestrzegane, jakie kary grożą za ich złamanie w stosunku do możliwych do uzyskania większych oszczędności czy/i przychodów, ewentualnie jak łatwo da się je obejść w sposób legalny, półlegalny – szary bądź nawet ewidentnie wiążący się z łamaniem prawa.

Tym samym przy omawianiu wszelkiego rodzaju alternatyw kluczowa pozostaje też kwestia dotycząca tzw. naturalnej atrakcyjności wykonań napędowo czy/i paliwo alternatywnych, tzn. tego, by były one wybierane przez użytkowników wyłącznie ze względu na swoje cechy i zalety eksploatacyjne i ekonomiczne, a nie z tytułu występowania w otoczeniu szeregu twardych i miękkich czynników zniechęcających i/bądź stymulujących. Czynniki tego rodzaju można podzielić na:

- tzw. twarde zniechęcające – o wymiarze represyjnym, takie jak zakaz wjazdu w ogóle bądź w określonych godzinach przez warianty z tradycyjnym systemem napędowym do centrów czy wydzielonych stref ruchu/zamieszkania, zakaz poruszania się czy ograniczone poruszanie się po wybranej sieci dróg;
- tzw. miękkie zniechęcające, jak wydzielenie specjalnych pasów ruchu w atrakcyjnych częściach miast, po których mogą się wyłącznie poruszać wybrane rodzaje taboru, ze wskazaniem preferowania taboru nisko- i zeroemisyjnego, jak możliwość korzystania z wydzielonych uprzywilejowanych pasów ruchu czy parkowania bardziej ekologicznym taborom w wybranych miejscach w ogóle lub/i za niższą opłatą;
- tzw. miękkie kosztowe – różnego rodzaju dotacje, ulgi i zniżki, jakie można uzyskać na zakup bardziej proekologicznego taboru, oraz ewentualne zniżki czy zwolnienia w opłatach w trakcie jego eksploatacji, takie jak np. niższy podatek

drogowy, ograniczenie lub rezygnacja z akcyzy, niższe opłaty czy nawet całkowite zwolnienie z pewnych opłat drogowych (jak niemiecki Maut);

- tzw. miękkie przychodowe – oznaczające zdolność niektórych zleceniodawców, szczególnie kluczowych, w branży uważanych za prestiżowych, jak duzi operatorzy logistyczni/duzi przewoźnicy – do płacenia nieco więcej za przewozy, jeśli są one wykonywane wariantami bardziej proekologicznymi. Powyższe zazwyczaj stanowi pochodną proekologicznej polityki prowadzonej przez takie podmioty i bywa powiązane z tzw. wysoką ekologiczną świadomością społeczną;
- tzw. twarde przychodowe – wynikające z braku możliwości otrzymywania dobrze płatnych zleceń, jeśli do ich realizacji nie używa się sprzętu bardziej proekologicznego. Niemniej w układzie czysto biznesowym te wyższe przychody muszą pokrywać ewentualne wyższe koszty TCO użytkowania modeli bardziej prośrodowiskowych. Określa się to mianem przychodowej premii za ekologię. Do tej kategorii da się także zaliczyć tzw. składowe prestiżowe. Występują one, jeśli dany przewoźnik uważa, że inwestycje w bardziej proekologiczny park będą się opłacać, bo otrzyma on zlecenia, których by nie otrzymał, gdyby takiego parku nie posiadał.

W rezultacie, oprócz czynników o wymiarze eksploatacyjnym, technicznym, kompletacyjnym, ekologicznym i w obszarze bezpieczeństwa, dla przewoźników przy podejmowaniu decyzji o zakupie wciąż niezwykle ważną, a nawet zasadniczą, rolę odgrywają kwestie ekonomiczne. Zakup taki bowiem musi wykazywać pełną – najlepiej naturalną – opłacalność finansową wyliczoną dla długiego okresu, gdyż w przeciwnym razie raczej niewielka grupa odbiorców podejmie decyzję o zainwestowaniu w sprzęt tego rodzaju. Zagadnienie to należy do niezwykle złożonych, gdyż konieczne staje się uwzględnienie wielu zmiennych i stałych. Są nimi⁴⁰:

- cena/koszt wejścia w użytkowanie (zakup, leasing, wynajem) pojazdu,
- koszty serwisowe – przeglądów i napraw,
- współczynnik gotowości technicznej,
- zużycie paliwa oraz koszty tego paliwa w kraju i za granicą – jeśli jazdy są wykonywane w ruchu międzynarodowym,
- podatki od środków transportu,
- niższe opłaty za dostęp do infrastruktury – wysokości opłat drogowych w kraju i za granicą – jeśli jazdy są realizowane w ruchu międzynarodowym,
- możliwe do uzyskania ulgi i dotacje,
- ewentualne częściowe lub całkowite ograniczenia bądź zakazy wjazdu do określonych stref czy/i w określonych godzinach.

Poza tym dochodzi cały aspekt – charakterystycznej dla zakłamanego świata Zachodu – tzw. poprawności politycznej. Zgodnie z nią pewne rzeczy robi się czy

⁴⁰ Przykładowy kalkulator w celu zrobienia symulacji dostępny jest na <https://tco.iveco.com/calculator.html?country=pl&lang=pl&step=1>

się je popiera nie dlatego, że są one realnie – w głębi duszy, zgodnie z przekonaniami lub prawami ekonomii opłacalne dla danej jednostki i z punktu widzenia tej jednostki, lecz dlatego, że tak należy, bo tego wymaga otoczenie. Wobec tego ktoś, kto nie postępuje zgodnie z tymi mainstreamowymi ideami, może się narazić na różnorakie sankcje – od oskarżeń po bojkot. Robi więc coś, bo do tego zmusza go środowisko bytowania i tak robić w nim po prostu wypada, a nie dlatego, że tego chce i jest do tego przekonany. Sedno sprawy stanowi zatem odpowiedź na pytanie: czy inwestycje w alternatywy paliwowo-napędowe to moda, wyższa konieczność ekologiczna, spowodowana choćby efektem cieplarnianym, czy autentycznie suwerenny – autonomiczny, rozsądny, wielopłaszczyznowy wybór nastawiony na przyszłość?

1.5. Paliwa alternatywne i alternatywne zespoły napędowe w transporcie drogowym w przyszłości

Od ponad 100 lat, a *de facto* od samego początku jego praktycznego wykorzystania, samochodowy transport drogowy bazuje na paliwach będących produktami przerobu ropy naftowej – benzynie oraz oleju napędowym. Niemal równocześnie pojawiły się też próby ich zastąpienia przez inne materiały pędne, w tym różne rodzaje gazów i energię elektryczną⁴¹. Działania te nie kończyły się jednak pełnym sukcesem. Albo proponowano pewne rozwiązania doraźne, występujące ze względu na brak czy ograniczoną podaż ropy, jak np. węgiel drzewny przed drugą wojną światową, w jej trakcie i po zakończeniu, albo rozpowszechniane na wręcz niszową skalę, jak systemy oparte na układach hybrydowych czy w pełni elektrycznych. Nieco większą popularność udało się uzyskać jedynie gazowi ziemnemu – sprężonemu lub skroplonemu oraz w niektórych państwach alkoholom, w zależności od miejscowej podaży surowców.

Źródła takiego stanu rzeczy są niezwykle łatwe do zidentyfikowania. Przede wszystkim w dalszej analizie kluczową rolę odgrywa odpowiedź na pytanie: czego wymaga się od stosowanego paliwa? A w pierwszym rzędzie wymaga się tego, by cechowało się ono:

- dużą dostępnością – dużymi dostępnymi zasobami nadającymi się do pozyskania,
- łatwością i względną tanią pozyskania – łatwością i względną tanią wydobycia i/czy wejścia w posiadanie,
- łatwością i względną tanią przerobu i wzbogacenia – uszlachetnienia, jeśli te procesy okazują się konieczne,
- łatwością i względną tanią przemieszczania na zadane odległości,
- relatywnie małymi stratami przy przesyłce i dystrybucji,

⁴¹ Porównaj M. Uzdowski, *Ekonomiczne i ekologiczne przesłanki stosowania paliw alternatywnych*, *Autobusy – TEST*, 2012, nr 4, s. 179-182.

- łatwością i względną taniością przygotowania łatwo oraz szeroko dostępnej sieci dystrybucji, w dodatku elastycznej – z punktami łatwymi do rozmieszczenia w nowych lokalizacjach,
- łatwością i względną taniością tankowania czy w inny sposób gromadzenia w pojeździe,
- łatwością przewozu i przechowywania w pojeździe,
- z punktu widzenia konsumenta – nabywcy – użytkownika relatywnie niską ceną wejścia w posiadanie zadanej ilości (litr, kilogram, m³, kWh), ale przy uwzględnieniu wartości netto i brutto, tej ostatniej z wszelkimi podatkami i innymi narzutami,
- względnie dużą gęstością energii i wydajnością energetyczną – ilością energii możliwą do pozyskania przy założeniu określonej sprawności z danej ilości (litr, kilogram, m³, kWh) oraz pracą przewozową możliwą do wykonania w oparciu o ten zadany zasób,
- neutralnością ekologiczną – naturalną zawartością substancji szkodliwych, powstawaniem substancji szkodliwych w procesie spalania oraz łatwością i kosztami ich usuwania z pracujących jednostek napędowych i/czy gazów spalinowych.

Od dekad w tej paliwowej rywalizacji wygrywały i wciąż wygrywają współzawodnictwo ze swoimi realnymi i potencjalnymi zamiennikami bezpośrednie produkty przerobu ropy naftowej – benzyna i olej napędowy. Nadal zachowują swoją konkurencyjność, gdyż m.in. ropa może być jeszcze wydobywana, w zależności od czynionych szacunków i przygotowywanych prognoz oraz ze względu na wchodzenie nowych technologii wydobywania i nowych nośników (jak np. ropa z łupków), od 50 do nawet 70 lat, przyjmując do tych obliczeń udokumentowane zasoby i obecne średnie zapotrzebowanie. Bardzo dobrze jest również dopracowana technologia wydobywania i przerobu tej kopaliny oraz późniejszej dystrybucji produktów tego przerobu. W dodatku tankowanie odbywa się w prosty, tani, bezpieczny i szybki sposób. Kolejne zalety to:

- łatwość magazynowania w zbiornikach,
- duża wydajność energetyczna, zarówno w ujęciu bezwzględnym, jak i względnym, w odniesieniu do wykonania zadanej pracy przewozowej (przykładowo do wykonania tej samej pracy przewozowej potrzeba mniej oleju napędowego niż alkoholu).

Poza tym nowoczesne silniki spalinowe charakteryzują się już dość wysoką sprawnością – wydajnością, powiązaną z bardzo dobrymi uzyskiwanymi osiąganiami, a w połączeniu z paliwami o określonych parametrach w relatywnie niewielkim stopniu zanieczyszczają środowisko. Tym samym spełniają warunek proekologiczności. Kolejna zaleta polega na tym, iż dopracowane zostały metody przerobu zużytych spalinowych jednostek napędowych i ewentualnej utylizacji materiałów i substancji nienadających się do recyklingu.

Dlaczego zatem, skoro ropa naftowa i jej pochodne są takie dobre, od lat usilnie szuka się dla nich alternatywy? Można tu udzielić co najmniej kilka odpowiedzi, po części powiązanych ze sobą. Po pierwsze, ropa naftowa kiedyś się skończy –

pojawia się więc pytanie nie o to, czy się skończy, lecz kiedy. Ten moment, dzięki nowym technologiom i odnajdywaniu nowych źródeł/możliwości pozyskania, jest niemal stale odsuwany w czasie, ale kiedyś definitywnie nastąpi. Po drugie, ropa naftowa pochodzi głównie z regionów mało stabilnych politycznie i niekiedy militarnie, zagrożonych terroryzmem oraz prowadzących – z punktu widzenia świata zachodniego – niezbyt demokratyczną politykę, jak kraje arabskie, kraje byłego ZSRR czy wybrane afrykańskie (jak Nigeria) albo południowoamerykańskie (jak Wenezuela). W efekcie jedni posiadają przeważające zasoby ropy naftowej, podczas gdy drudzy zgłaszają na nie największe zapotrzebowanie. Tym samym następuje geograficzne oddzielenie głównych miejsc podaży od głównych miejsc popytu. Doprowadziło to do sytuacji, że ropa naftowa stała się nie tylko surowcem strategicznym, jako jeden z podstawowych nośników energii, ale i surowcem typowo politycznym. Ten ostatni czynnik oznacza, iż poprzez fakt wstrzymania lub ograniczenia jej dostaw mogą być wymuszane pewne postawy (tzw. szantaż czy wręcz terror naftowy). Po trzecie – mimo stałego rozwoju technologii silników spalinowych – w procesie spalania oleju napędowego czy benzyny nadal powstają substancje szkodliwe, z których część udaje się już w miarę skutecznie neutralizować na pokładzie. Niemniej w dającej się przewidzieć przyszłości nie zostanie skonstruowany silnik spalinowy nieemitujący żadnych związków toksycznych, trujących i ekologicznie niebezpiecznych. Dlatego właśnie ropę próbuje zastąpić się innymi nośnikami energii lub przynajmniej zdecydowanie ograniczyć jej zużycie w przeliczeniu na zrealizowaną pracę przewozową, dla transportu osobowego liczoną w pasażerokilometrach (pkm), dla towarowego – w tonokilometrach (tkm). Jak na razie rezultaty tego poszukiwania prezentują się niezbyt dobrze. Przy tym udzielenie jednoznacznie pozytywnej lub negatywnej odpowiedzi nie wydaje się do końca możliwe, szczególnie jeśli rozpatruje się to zagadnienie z poziomu abstrakcji, czy szklanka pozostaje do połowy pusta, czy do połowy pełna. Po prostu zwolennicy szukania i stawiania na alternatywy odpowiedzą, iż sytuacja prezentuje się całkiem nieźle, przeciwnicy zaś, że nie najlepiej. I obie strony będą miały rację, w zależności od tego, co zechcą wykazać oraz udowodnić.

W tym wzajemnym oddziaływaniu i przenikaniu się wpływów techniki, technologii, polityki, ekonomii, ekologii, względów strategicznych i wojskowości niezaprzeczalne pozostają jednak następujące fakty:

- ilość produktów ropopochodnych niezbędnych do wykonania danej pracy przewozowej systematycznie spada – z użyciem jednego litra paliwa wykonuje się coraz większą pracę przewozową, z tendencją do jej dalszego zwiększania w następnych latach. Nieprzerwanie, na skutek postępu technicznego i po części zmian przepisów prawa (jak wzrost dopuszczalnej masy całkowitej i długości zestawów drogowych), zachodzi bowiem proces wzrostu wydajności i efektywności spożytkowania zasobów surowcowych;
- silniki spalinowe najnowszych generacji, zasilane przez paliwa ropopochodne także najnowszej generacji wyróżniają się już relatywnie minimalnym negatywnym wpływem na środowisko.

Ponadto trzeba wskazać na dwa elementy. Pierwszym jest swoista inercja istniejącego układu. Jeśli na coś zostały wcześniej wydatkowane ogromne sumy, jak na wydobycie, przeróbkę i dystrybucję produktów powstałych z ropy, to stojące za tym grupy inwestorów i powiązane z nimi grupy interesów, władające majątkami, zasobami i rynkiem wartymi biliony USD/EUR/GBP w naturalny sposób nie są zainteresowane jakąkolwiek zmianą dotychczas istniejącego, wygodnego dla nich *status quo*. Niektórzy określają to nawet bardziej dobitnie, jako zmowę (mafię) sektora naftowego, wchodzącego w układy z rządami wielu krajów czy przez te kraje wspieranego i kreowanego, jak OPEC, mający formę swoistego kartelu. W tym biznesie kluczową rolę odgrywają więc nie prawa rynkowe w czystej postaci, lecz swoista mieszanina wielu składowych, z których jedne – jak polityka – w danym momencie odgrywają większą rolę niż inne. Dlatego ropa wciąż bywa wykorzystywana w roli środka polityczno-ekonomiczno-militarnego nacisku jednych na drugich.

Z tymi czynnikami wiąże się tzw. naturalna konieczność poszukiwania alternatywy. Gdy cena ropy rośnie, prace nad nią ulegają znacznemu zintensyfikowaniu, gdy tanieje – w układach realnym i nominalnym – w pewnym stopniu słabną. To rzeczywista potrzeba staje się mianowicie matką wynalazków. Ogólnie nie istnieją silne ekonomiczne przesłanki poszukiwania zamienników ropy naftowej i produktów jej przerobu, gdy ropa jest względnie tania i łatwo dostępna. W rezultacie wiele prac nad zamiennikami jest wówczas prowadzonych, przynajmniej oficjalnie, bo w rzeczywistości są one prowadzone gdzieś na marginesie, często na skalę laboratoryjną czy testową, a nie masową. Sytuacja w tej materii ulega zmianie z kilku, nierzadko powiązanych powodów, a mianowicie:

- wzrostu cen ropy naftowej na skutek ograniczeń w jej produkcji przez wybranych głównych dostawców,
- wprowadzenia embarga na import ropy z wybranych krajów,
- wprowadzenia embarga na eksport ropy przez wybrane państwa, jej najważniejszych producentów,
- problemów z przewozem ropy w skali międzynarodowej, spowodowanych przykładowo atakami na zasadnicze trasy jej transportu, jak rurociągi lub szlaki morskie.

Do tego może dochodzić polityka proekologicznego i nieco na siłę realizowanego odchodzenia od kopalin energetycznych opartych na związkach węgla. Polityka ta nieraz wiąże się z równoczesnym wspieraniem prac wspomagających postęp techniczny w takich dziedzinach, jak technologie materiałowe, elektronika, chemia, nanotechnologie. Wskutek tego pracujący nad paliwami alternatywnymi i alternatywnymi zespołami napędowymi mogą wtedy zintensyfikować i przyspieszyć swoje działania, nawet korzystając z przydatnych dla nich opracowań powstałych gdzie indziej. Niemniej, obiektywnie oceniając, na chwilę obecną – pomimo dekad starań – bardziej rozpowszechniły się jedynie znane od lat wybrane technologie gazowe oraz ostatnio zelektryfikowane.

Trzeba też zaznaczyć, iż od dziesięcioleci, szeroko korzystając z ropy i jej pochodnych oraz znając ich wady i zalety, w stosunku do alternatywnych rozwiązań mających je udanie zastąpić formułuje się następujące wymagania:

- konkurencyjność cenową, głównie w układzie względnym, czyli w odniesieniu do kosztu wykonania zadanej pracy przewozowej,
- konkurencyjną efektywność i wydajność,
- konkurencyjność dystrybucyjną,
- podatność transportową – nadawanie się do przewozu – przesyłu w określonej formie na zadane odległości,
- bezpieczeństwo użytkowania i korzystania,
- negatywne oddziaływanie na środowisko i społeczeństwo – średnio- i długofalowe efekty głównie ekologiczne stosowania na bardziej masową skalę.

Dlatego na dzień dzisiejszy wytwórcy analizują wiele alternatyw paliwowo-napędowych. Są nimi:

- gaz ziemny w postaci sprężonej lub skroplonej,
- biogaz w postaci sprężonej bądź skroplonej,
- biopaliwa,
- paliwa syntetyczne,
- alkohole,
- elektryfikacja układu napędowego polegająca na jego:
 - hybrydyzacji – wprowadzeniu układu spalinowo-elektrycznego – tzw. hybrydy HEV i PHEV;
 - pełnej elektryfikacji, opartej na silniku elektrycznym i module baterii – tzw. hybrydy BEV, z możliwością doładowania na trasie – tzw. hybrydy bateryjne z funkcją *plug-in*;
 - pełnej elektryfikacji, powiązanej z wprowadzeniem pokładowego źródła energii w postaci ogniwi paliwowych do wytwarzania wodoru – tzw. hybrydy FCEV. Układy wodorowe można więc zaliczyć do nowej grupy systemów gazowo-elektrycznych, dla ich wyraźnego odróżnienia od systemów czysto elektrycznych czy hybrydowych spalinowo-elektrycznych.

Na obecnym etapie w sferze elektryfikacji układu napędowego należy wskazać, iż napęd hybrydowy występuje w kilku postaciach, od tzw. pełnych hybryd stosowanych w samochodach dystrybucyjnych i komunalnych po tzw. hybrydy wspomagające, mogące znaleźć zastosowanie nawet w przewozach dalekodystansowych oraz specjalistycznych, takich jak ponadgabarytowe, w kopalnictwie czy wywozie drewna z lasu. W obszarze czystych układów elektrycznych wciąż poważnym wyzwaniem pozostają ograniczenia związane z bateriami, dotyczące ich nadal relatywnie zbyt małej pojemności oraz zbyt dużej masy własnej, co negatywnie rzutuje na ładowność użyteczną oraz uzyskiwany zasięg. Do tego dochodzą wysokie koszty baterii, ich ograniczona żywotność oraz problemy z ostateczną utylizacją. Doładowanie na trasie, możliwe w przypadku hybryd *plug-in*, częściowo likwiduje problemy i ograniczenia wynikające ze zbyt małego zasięgu i zbyt dużej masy baterii,

lecz rodzi nowe wyzwania, wiążące się z koniecznością wdrożenia na trasie takich pojazdów stacji szybkiego ładowania – szybkich ładowarek. Technologia wodorowa ogniw paliwowych wydaje się bardzo obiecująca, lecz na jej komercjalizację przyjdzie jeszcze zapewne poczekać kilka lat.

Tym samym różne paliwa i technologie napędowe wykazują różny potencjał do redukcji emisji CO₂. Potencjał ten prezentuje się następująco:

- biodiesel – do 95%,
- HVO – do 90%,
- biogaz – do 90%,
- gaz naturalny – ziemny – do 15%,
- bioetanol/ED95 – do 90%,
- hybrydowe układy napędowe – do 90%,
- układy w pełni elektryczne, w przypadku pozyskiwania energii elektrycznej ze źródeł zewnętrznych:
 - do 98% w przypadku, gdy energia pochodzi ze źródeł odnawialnych, takich jak woda, wiatr, słońce, ewentualnie jest dostarczana przez elektrownie atomowe;
 - do 37%, jeśli weźmie się pod uwagę tzw. globalny miks energetyczny – aktualny średni koszyk produkowanej energii elektrycznej (*grid-mix*) przy uwzględnieniu wszystkich źródeł pozyskiwania energii/paliw do tej produkcji.

Analizując wprowadzanie paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych, holenderscy badacze⁴², zajmujący się technologiami (pojazdów, paliw), skutkami środowiskowymi i ekonomicznymi stosowania paliw oraz tworzący perspektywę na przyszłość, sformułowali następujące pytania badawcze:

1. Jaki jest globalny obraz końcowego zużycia energii i emisji w transporcie drogowym ładunków i dlaczego jest to poważny problem?
2. Jakie alternatywne kombinacje paliw silnikowych mogą stosować producenci ciężkich samochodów ciężarowych w celu zmniejszenia zużycia paliwa oraz emisji CO₂, NOx i cząstek stałych na samochód ciężarowy?
3. Jaka jest najbardziej obiecująca technologia alternatywna i dlaczego?
4. Czy właściciele samochodów ciężarowych ponoszą karę za wdrożenie tej alternatywy?
5. Co jest potrzebne, aby napęd elektryczny stał się popularną technologią?
6. W jakim czasie może to nastąpić?
7. Jakie mogą być konsekwencje dla produkcji paliw?

Zarazem badacze ci wskazali, że wpływ zastrzonych norm emisyjnych zależy od wielu czynników, w tym takich jak:

⁴² F. Bal, J.M. Vleugel, *Heavy-duty trucks and new engine technology: Impact on fuel consumption, emissions and trip cost*, International Journal of Energy Production and Management, 2018, No. 3(3), s. 167-178.

- możliwości modyfikacji starszych samochodów ciężarowych – istnieją na rynku wtórnym rozwiązania dla istniejących silników tych aut, w szczególności filtry cząstek stałych (DPF), przekształcające cząstki stałe w CO₂. Potrzeba tu jednak oleju napędowego o bardzo niskiej zawartości siarki i nowoczesnych środków smarnych, aby zapobiec gromadzeniu się popiołu, wczesnemu serwisowaniu i pogorszeniu wydajności. DPF może kosztować kilka tysięcy EUR, ale jeśli jest odpowiednio konserwowany, to wytrzymuje znacznie ponad 500 000 km;
- odnowa floty – największego wpływu na zużycie paliwa i emisje należy oczekiwać od samochodów ciężarowych zaprojektowanych z myślą o maksymalnej oszczędności paliwa i redukcji emisji. Tempo odnawiania floty zależy od możliwości biznesowo-ekonomicznych, praktyki amortyzacyjnej i bodźców regulacyjnych. W Holandii i ościennych krajach wymiana samochodu ciężarowego zajmuje średnio 7 lub więcej lat;
- ewentualne stosowanie dodatkowych instrumentów politycznych, takich jak strefy niskiej emisji w miastach lub wzdłuż autostrad, które zakazują ruchu pojazdów niespełniających tych regulacji. Osoby mieszkające na obszarach gęsto zaludnionych (centrum miasta) lub w pobliżu głównych dróg i ciągów dla pieszych doceniają zmniejszenie emisji i hałasu z pojazdów;
- stosowanie zachęt ekonomicznych, takich jak dotacje na badania i rozwój w branży motoryzacyjnej oraz zróżnicowane opodatkowanie;
- rosnąca świadomość w biznesie, że zrównoważone zachowanie jest nieuniknione i również się opłaca. Firmy z potrzebami transportowymi (spedytorzy) mogą wybrać firmę przewozową zgodnie z jej „zielonymi” wynikami i dzięki temu uczynić swoją logistykę bardziej zrównoważoną⁴³;
- ceny/koszty paliwa – zakup bardziej oszczędnej odmiany i używanie jej tak ekonomicznie, jak to możliwe, pozwala zaoszczędzić pieniądze;
- zależność wpływu emisji spalin w dużej mierze od wydajności systemu oczyszczania spalin. Nie jest to zbyt efektywne, jeśli samochód ciężarowy jest używany tylko w miastach, gdyż potrzebna jest minimalna temperatura, aby skutecznie spalać cząstki stałe i oczyszczać gazy. Wymaga to aktywnej regeneracji, w której wtrysk paliwa podgrzewa DPF.

Jednocześnie wszelkie wdrażane rozwiązania muszą się mieścić w ramach typowych kosztów. Powinny być badane rozmaite ścieżki. W różnych częściach świata łatwo dostępne są odmienne rodzaje paliw o specyficznych cechach wpływających na możliwości ich stosowania. Do tego w procesie ograniczania emisji CO₂ niezwykle ważną rolę odgrywa świadomość prośrodowiskowa samych przewoźników i ich chęć do podejmowania dodatkowych działań, ukierunkowanych na osiągnięcie tego celu. Przewoźnicy tacy w pierwszym rzędzie pochodzą z krajów najbogatszych i ze

⁴³ F. Bal, J. Vleugel, *The impact of hybrid engines on fuel consumption and emissions of heavy-duty trucks*, WIT Transactions on Ecology and the Environment, 224, WIT Press, Southampton, Boston, 2017, s. 203-212.

społeczeństwami najbardziej wrażliwymi na stan przyrody – wielu takich przewoźników prowadzi działalność przykładowo w krajach skandynawskich czy w Holandii. Znajdują się także zleceniodawcy gotowi płacić więcej za fracht, jeśli usługa ta zostaje wykonana z wykorzystaniem taboru nisko- bądź zeroemisyjnego. Wsparcie w tym zakresie przewoźnicy mogą też otrzymywać od samych dostawców taboru proponujących stosowne rozwiązania. Przykładowo Scania⁴⁴ oferuje nowe narzędzie umożliwiające optymalizację emisji CO₂ na podstawie celów, jakie użytkownik sam sobie wyznacza, które wylicza poziom emisji na bazie założeń opisujących rzeczywiste warunki eksploatacji. Narzędzie to pomaga klientom stworzyć rozwiązanie ukierunkowane zarówno na zysk, jak i na ochronę środowiska, gdyż przedstawia kalkulację opartą na wyznaczonych przez nich pożądanym poziomach emisji CO₂. Bierze przy tym pod uwagę lokalnie dostępne paliwa alternatywne i pozwala sprawdzić, jaki będzie koszt uzyskania określonego poziomu emisji. Uwzględnia bowiem rodzaj transportu i inne uwarunkowania eksploatacyjne, jakich obraz powstaje w trakcie dialogu między użytkownikiem a przedstawicielem firmy. W efekcie staje się wygodnym instrumentem, gdy klient chce zmniejszyć emisję CO₂, zwiększając zastosowanie paliw alternatywnych, w tym odnawialnych, szczególnie że trudność sprawia wyliczenie kosztu tego rodzaju innowacji. Często zaskakujące jest, jak niewiele potrzeba, aby osiągnąć cel. Zdarza się, że wydatek należy do znikomych. Można się w tej sytuacji powołać na przykład szwedzkiego dystrybutora produktów mleczarskich⁴⁵, który za pomocą silnika na etanol ED95 zredukował emisję CO₂ o 90%. Choć początkowo stanowiło to autentycznie duże wyzwanie, ale cel da się łatwo osiągnąć, jeśli wzorem tego podmiotu zastosuje się etanol wytwarzany lokalnie. W tej konkretnej sytuacji był to etanol powstający na bazie pszenicy u partnera w tym projekcie redukcji emisji i poszukiwania zamiennika oleju napędowego – firmy Lantmännen Agroethanol z Norrköping. W tym wypadku dodatkowy koszt wyniósł 0,001 EUR w przeliczeniu na pojedynczy karton mleka. Tylko o tyle więcej kosztowało użycie etanolu w porównaniu z olejem napędowym, podczas gdy redukcja emisji CO₂ okazała się olbrzymia. Aktualnie (stan na rok 2022) na rynku europejskim dostępnych jest też kilka innych skomercjalizowanych na małą skalę rozwiązań opartych na paliwach alternatywnych i alternatywnych zespołach napędowych. Ponadto istnieje opcja instalacji w naczepach, w przestrzeni między osiami a tyłem ciągnika, zbiorników na sprężony gaz ziemny (CNG)⁴⁶. Zbiorniki takie byłyby stosowane, gdyby ciągnik miał zasilanie gazowe i wówczas uzupełniałyby zbiorniki seryjnie w nim zamontowane. W rezultacie doszłoby do znacznego wzrostu zasięgu zestawu złożonego z ciągnika z gazowym systemem zasilania i naczepy

⁴⁴ Scania Polska, *Paliwa odnawialne redukują emisję CO₂*, informacja prasowa, 19 października 2015.

⁴⁵ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/first-scania-bioethanol-truck-hits-the-road.html>

⁴⁶ T. Heckel, *Innovation in logistics: Trailers for efficient road freight transport*, VDA, prezentacja, 25-26 czerwca 2014.

z dodatkowymi zbiornikami gazu. Takie rozwiązanie proponował niemiecki Kögel. Jego zdaniem taki zestaw byłby w stanie uzyskać zasięg na poziomie nawet ponad 1000 km, czyli dwukrotnie więcej niż da się osiągnąć obecnie (stan na rok 2022), gdy zbiorniki gazu mają jedynie same wysokotonażowe auta. Przy okazji o 20% zmniejszyłaby się emisja CO₂.

W ruchu miejskim stale rosnące korzyści uzyskuje się z kolei w wyniku stosowania pojazdów hybrydowych i w pełni elektrycznych⁴⁷. Jeśli przyjmie się, że do jednego auta będzie przypisanych dwóch lub trzech kierowców, wersja hybrydowa może pracować praktycznie przez całą dobę w dystrybucji, przy zbieraniu odpadów, sprzątanii lub w innych typowych pracach miejskich. Wówczas 2/3 oszczędności na paliwie pochodzi w niej z odzysku energii hamowania. Spalanie spada również dzięki wyłączaniu silnika przy małej prędkości oraz pomocniczemu elektrycznemu układowi napędowemu. Pojazd może jechać dzięki temu nawet z prędkością do 45 km/h. W tym czasie silnik spalinowy może być wyłączony bądź pracować na biegu jałowym, napędzając podzespoły auta, np. sprężarkę powietrza.

Ogólnie wzrost efektywności wykorzystania taboru wiąże się jeszcze z zastosowaniem technologii rekuperacji i magazynowania energii. W rezultacie pojazd/zestaw staje się energetycznie bardziej samowystarczalny, ponieważ zostaje częściowym dostawcą energii na własne potrzeby. Energia ta może być następnie spożytkowana do zasilania przykładowo agregatów chłodniczych w chłodniach i lodowniach ewentualnie do napędu.

W teorii oszczędność energii i redukcja emisji CO₂ rzeczywiście prezentują się bardzo dobrze i poprawnie politycznie, ale istnieje i druga strona tego ekologicznego medalu. Już pomijając fakt, że sama Unia w tzw. procesie dekarbonizacji w pojedynkę na skalę globalną niewiele wskóra bez wsparcia innych kluczowych graczy, jak USA, Rosja, Chiny i Indie, to takie działania wiążą się z koniecznością podjęcia niemałych inwestycji na licznych polach. A za te wydatki na końcu i tak zapłaci konsument. O ile w krajach rozwiniętych, z proekologicznie świadomymi społeczeństwami, jak szwajcarskie czy skandynawskie, taka gotowość do ponoszenia większych opłat generalnie nie podlega dyskusji i wobec tego ludzie są rzeczywiście skłonni zapłacić wyższą cenę, o tyle w państwach biedniejszych może z tym być różnie. Tym samym tzw. ekologiczna świadomość społeczeństw powoduje, że w społeczeństwach bardziej odpowiedzialnych za przyrodę i na ogół bogatszych, gdzie ta świadomość bywa wyższa, ludzie są w stanie więcej zapłacić za bardziej proekologiczne przemieszczanie – tzw. zieloną logistykę i zielony transport. Tym samym wręcz w naturalny sposób zachęcają – przymuszają operatorów do wchodzenia w posiadanie takiego sprzętu lub do dostępu do jego mobilności. Kwestia dotyczy nie tylko pewnych marketingowych akcji, przekładających się na jednostkowe zakupy, lecz wdrożenia w tej sferze przemysłowej strategii – tzn. prowadzenia działań planowych, długookresowych, zintegrowanych i systemowych, wynikających z au-

⁴⁷ *Nowa hybryda dla miast*, Scania w Polsce, 2015, nr 4, s. 30.

tentycznie wiarygodnych przesłanek stojących za nabyciem, a nie za ledwie jednorazowej pokazowej kampanii. Oczywiście, z drugiej strony, politycy mają też narzędzia mogące jedne z opracowań uczynić bardziej konkurencyjnymi, tzn. za pomocą systemu podatkowego – np. obniżki czy zawieszenia pobierania opłat i/lub podatków od pewnych systemów – mogą je uczynić bardziej atrakcyjnymi finansowo dla użytkowników. Taka sytuacja dotyczy przykładowo ostatnich zmian w niemieckiej opłacie drogowej Maut, czasowo promującej paliwo gazowe. Niemniej zasadnicze wyzwanie dotyczy czegoś innego – traktując takie obniżenie czy zawieszenie opłat jako element protekcjonizmu wychowawczego, należy zapytać, czy dana technologia – w danym momencie silniej wspierana za pomocą takich bodźców – za jakiś czas, samoistnie, bez uzyskania dodatkowego wsparcia, obroni się sama. Tymczasem w dającej się w tej chwili przewidzieć perspektywie czasowej, czyli w przedziale średnio- i długoterminowym – od roku do 5-7 lat – zwyczajnie nie ma takiej gwarancji, głównie jeśli w tej analizie ujmie się postęp dokonany w trakcie ostatniego takiego okresu, czyli za poprzednie 7-10 lat, i nawet przyjmie się skrócenie – kompresję tego przedziału do 3-5 lat. Innymi słowy, nikt dzisiaj nie da pewności, bo zwyczajnie w to nie wierzy, że – przyjmując w tych rozważaniach jako bazę lata 2020-2022 – za 3-5 lat, czyli w latach 2025-2027, warianty gazowe czy tym bardziej elektryczne będą w pełni eksploatacyjnie i kosztowo, łącznie z TCO, TOE, wartością rezydualną oraz przebiegiem drugiego i trzeciego życia – w pełni porównywalne z odpowiednikami czysto spalinowymi. Wciąż bowiem w tej dziedzinie notuje się zbyt wiele poważnych niewiadomych i wyzwań. Tym bardziej, że nadal trwa rozwój tradycyjnych jednostek spalinowych, a kolejne ich wydania charakteryzują się sukcesywnie podwyższaną sprawnością, przekraczającą już nawet 50%, i jednocześnie redukowanym negatywnym wpływem na przyrodę. To zaś stawia nowe, coraz wyższe wymagania i oczekiwania kosztowe i eksploatacyjne formułowane w stosunku do napędów gazowych oraz zelektryfikowanych.

Tymczasem w sytuacji wytwarzania energii z paliw kopalnych, w pierwszym rzędzie takich jak węgiel kamienny i brunatny, dojdzie nie do redukcji, lecz wręcz do zwiększenia emisji CO₂ – wzrost ten może dojść nawet do 31%⁴⁸. Tym samym pojazdy elektryczne przy pozyskiwaniu energii ze źródeł tzw. brudnych wcale nie stanowią wyjścia dobrego, lecz jedynie krańcowo akceptowalnie suboptymalne, ze względu na oddzielenie miejsca powstania zanieczyszczeń (elektrownie) od miejsca wykonywania usługi przewozowej (przeważnie miasta, w tym ich centra). W rezultacie za cenę wzrostu czystości powietrza w miastach płaci się wyższym zanieczyszczeniem powietrza poza nimi. Co gorsze, w ogólnym rozrachunku – a tego przecież ostatecznie dotyczy kwestia – sumaryczna ilość i szkodliwość zanieczyszczeń może wcale nie ulec redukcji, a wręcz może się zwiększyć, szczególnie gdy przesył i dystrybucja energii odbywać się będą przy wykorzystaniu starej infrastruktury.

⁴⁸ Traton – Scania, prezentacja, materiały wewnętrzne, październik 2019.

Przy tym należy wskazać na kilka fundamentalnych wyzwań i ograniczeń związanych z implementacją paliw alternatywnych, alternatywnych zespołów napędowych i alternatywnych zespołów napędowych na paliwa alternatywne. Przede wszystkim, mimo dużej świadomości proekologicznej, szczególnie w krajach wysoko rozwiniętych, żadne rozwiązania i układy nie przyjmą się na rynku – nie zostaną wdrożone w wystarczająco znacznym stopniu, jeżeli użytkowanie takiego bardziej proekologicznego taboru nie będzie wykazywało uzasadnienia ekonomiczno-eksploatacyjnego. To uzasadnienie może wystąpić w sposób naturalny bądź/i stanowić następstwo wprowadzania przez władze zespołu elementów karząco-wspierających o charakterze miękkim albo twardym. Poprzez naturalne uzasadnienie rozumie się sytuację, w której wybór nabywcy – użytkownika bywa podyktowany wyłącznie czystym rachunkiem ekonomicznym, przy założeniu braku wsparcia podatkowego czy innego dla alternatyw paliwowo-napędowych. To oznacza, że po dokonaniu analizy opartej na rozpatrzeniu składowych ekonomicznych (TCO, TCM, TOE) oraz eksploatacyjnych (łatwość i przyjazność eksploatacji) dany podmiot dochodzi do wniosku, że wejście w posiadanie/możliwość wykorzystania wariantów na paliwa alternatywne, z alternatywnymi zespołami napędowymi i z alternatywnymi zespołami napędowymi na paliwa alternatywne zwyczajnie mu się opłaci.

Jeśli obiektywnie oceni się samą ilość i koncepcję zastosowania nośników energii – paliw alternatywnych oraz alternatywnych zespołów napędowych dostępnych dziś i w przeszłości, to niezaprzeczalnie odniesie się wrażenie, iż w układzie koncepcyjnym, pomijając postęp techniczny i jego następstwa, nie odnotowano istotniejszej zmiany na lepsze. Przemysł i przewoźnicy wciąż borykają się z tymi samymi zasadniczymi problemami kosztowymi, technicznymi i czysto użytkowymi, z jakimi borykali się kilkadziesiąt lat temu – w pierwszym rzędzie należą do nich wysoka cena i masa oraz zasięg niższy niż klasycznych analogów. Już bowiem w 1952 roku⁴⁹ hiszpańskie ENASA – Pegaso zaprojektowało i wyprodukowało swój pierwszy prototyp samochodu elektrycznego. Pegaso II można było naładować w zaledwie 5 godzin, a cechował go zasięg 75 km. Nawet dzisiaj da się napisać promocyjne informacje o tym prototypie, podkreślając jego dobre przyspieszenie, niskie zużycie energii, cichą pracę oraz niższe koszty podatkowe. Chociaż nigdy nie wszedł do produkcji, to prototyp elektrycznego Pegaso II posłużył jako podstawa do rozwoju trolejbusów.

Na wiele wyzwań związanych z ekologizacją napędów wskazują także prace prowadzone przez koncern Mercedes-Benz (Daimler-Benz)⁵⁰. Przykładowo na przełomie lat 70. i 80. ubiegłego stulecia, pod wielce wymownym hasłem na przyszłość: energia i środowisko, testował on następujące technologie:

⁴⁹ <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-celebrates-75th-anniversary-of-heritage-brand-Pegaso.aspx>

⁵⁰ Materiały wewnętrzne koncernu Mercedes-Benz – Daimler z lat 1998-1999.

- wodór w silniku benzynowym dla minibusów i lekkich aut dostawczych, m.in. minibus – mały autobus bazujący na transporterze T1 Bremen był napędzany silnikiem na wodór o mocy maksymalnej 50 kW,
- ciekły gaz LPG,
- sprężony gaz ziemny CNG,
- alkohole – metanol i etanol; stosowano je głównie w Brazylii, wskutek czego specjalnie dla tego rynku został opracowany m.in. silnik oparty na typie M407hG,
- zespoły elektryczne i hybrydowe – spalinowo-elektryczne,
- napęd w pełni elektryczny; napędzany w pełni elektrycznie van LF306 cechował się ładownością 1500 kg i operacyjnym promieniem działania 65 km,
- system koła zamachowego.

Na początku 1979 roku 20 sztuk hybrydowych – spalinowo-elektrycznych miejskich autobusów typu OE305 skierowano do normalnej eksploatacji w Stuttgarcie i innych lokalizacjach, z, jak to określono, „błogosławieństwem” Zachodnioniemieckiego Federalnego Ministerstwa odpowiedzialnego za badania. Autobusy te z zewnątrz i wewnątrz wyglądały jak ich normalne, tradycyjne odpowiedniki. Mogły też być eksploatowane w trybie całkowicie elektrycznym, bazując na energii zgromadzonej w akumulatorach, w centrach miast, gdzie, jak wskazywano, występują największe problemy z zanieczyszczeniem środowiska. Natomiast na obszarach podmiejskich i poza miastami były przełączane do pracy na silniku spalinowym jako ich podstawowym źródle napędu. Napęd realizowany przez silnik spalinowy generalnie miał na celu dostarczenie energii niezbędnej do poruszania się tych autobusów oraz do doładowywania akumulatorów.

Inny przykład to hybrydowe trolejbusy. Pojazdy te, zwane Mercedes Duo, trafiły do eksploatacji w Esslingen już w 1975 roku. W centrum miasta pozyskiwały one energię elektryczną jak trolejbusy, za pomocą pantografu z napowietrznej sieci trakcyjnej, z kolei poza tą siecią pantograf był chowany i pojazd jechał, wykorzystując energię zgromadzoną w akumulatorach bądź pochodzącą od dodatkowego zespołu napędowego z jednostką wysokoprężną.

Z kolei układ z kołem zamachowym służył do odzyskiwania części energii normalnie traconej w trakcie hamowania – wówczas koło przeznaczano do odciążania i wspomagania hamulców zasadniczych. Następnie energię tę spożytkowywano do napędu pojazdu, najczęściej przy ruszaniu. System ten Mercedes określił jako silnik/koło zamachowe – system energetyczny silnik/koło zamachowe.

Należy wskazać, że badania nad ogniwami paliwowymi do zastosowań mobilnych rozpoczęły się ponad 30 lat temu. Wstępny schemat szybko przerodził się w trudny i zarazem szybki projekt opracowania nowego układu napędowego. Projekt ten ruszył w lutym 1991 roku⁵¹. Dokładnie 25 lutego 1991 roku, na podsta-

⁵¹ https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=9906093&ls=L3NIYXJjaHJlc3VsdC9zZWYy2hyZXN1bHQueGh0bWw_c2VhcmNoU3RyaW5nPW51Y2FyJnNIYXJjaElkPTEmc2VhcmNoVHlwZT1kZXRhaWxlZCZyZXN1bHRJbmc2VhVHlwZUIkPTQwNjMwJnZpZXdu

wie propozycji projektu złożonej przez Dornier GmbH z Friedrichshafen, wówczas członka Grupy Daimler, zaczęto opracowywanie jednostki ogniwa paliwowego do zasilania pojazdu elektrycznego. To była era „Integrated Technology Group” – pod wspólnym parasolem koncernu Daimler-Benz AG doszło do zjednoczenia kilku firm z różnych branż. Dziedziny takie jak elektronika cyfrowa i komputerowa oraz loty kosmiczne wzbogaciły zasoby wiedzy Grupy, z czego skorzystała też tradycyjna sfera technologii motoryzacyjnej. Dornier opracowywał systemy do załogowych lotów kosmicznych, w tym ogniwo paliwowe AFC (alkaliczne ogniwo paliwowe) przeznaczone do dostarczania energii. W latach 80. ubiegłego wieku pojawiła się nowa technologia ogniw paliwowych: ogniwo paliwowe z membraną do wymiany protonów (PEMFC). System ten pracuje w stosunkowo niskich temperaturach – od 60 do 120 stopni Celsjusza – co sprawia, że można go wprowadzić w samochodach elektrycznych jako konwerter energii do wytwarzania energii elektrycznej z wodoru. Dokładnie to zaproponowali specjaliści z Grupy. Jednak początkowo pomysł został odrzucony, najwyraźniej czas na ten ruch jeszcze wtedy nie nadszedł. Niemniej w 1991 roku projekt zyskał na sile, gdy niewiele wcześniej kierownictwo działu badań Daimler-Benz przejął prof. Hartmut Weule. W rezultacie zaakceptował projekt planu opracowania zespołu napędowego z ogniwami paliwowymi, przeznaczonego do pojazdu elektrycznego.

To było zielone światło, na które czekali inżynierowie. W ciągu zaledwie kilku tygodni przygotowali dobrze zdefiniowaną koncepcję modułu napędowego i przedstawili ją prof. Weule. W listopadzie 1991 roku zatwierdzono budowę modelu demonstracyjnego i zapewniono finansowanie – fundusze na dwa lata. Wbrew pozorom nie trwało to długo jak na rozwój technologii, która do tego czasu nigdy nie istniała w takim kształcie. Niemniej cel mobilności bezemisyjnej był kuszący: prąd elektryczny dla silnika napędowego był generowany przez elektrochemiczną konwersję wodoru, a jedynym produktem ubocznym tego procesu była woda. Reszta tych działań to już historia, a faza szybkiego rozwoju zakończyła się sukcesem. W dniu 13 kwietnia 1994 roku firma zaprezentowała publicznie NECAR – „nowy samochód elektryczny”. W tym czasie ten innowacyjny pojazd przejechał już kilka tysięcy kilometrów – jeździł po drogach od grudnia 1993 roku i przez cały ten czas poruszał się bezproblemowo.

Powstały van Mercedes-Benz MB 100 stał się mobilnym laboratorium technologii przyszłości. Nie dlatego, że w tamtym czasie głównym celem były zastosowania tej technologii w pojazdach użytkowych, ale dlatego, że moduł napędowy ważył około 800 kg i nadal wymagał dużo miejsca – zajmował bowiem prawie całą przestrzeń ładunkową. Mimo to pojazd spełnił swoją misję i wykazał, że napędy z ogniwami paliwowymi rzeczywiście nadają się do wdrożenia w pojazdach dro-

gowych. Na jednym zbiorniku wodoru NECAR pokonywał około 130 km, a jego maksymalna prędkość wynosiła 90 km/h. Moc silnika elektrycznego równała się 30 kW/41 KM.

W następnych latach Mercedes-Benz dalej konsekwentnie rozwijał technologię ogniw paliwowych – następne etapy rozwoju w kolejnych latach sprawiły, że technologia ta zaczynała być coraz bardziej odpowiednia do codziennego użytku. Na przykład łatwiejsze stało się zintegrowanie wszystkich komponentów w pojazdach, poprawiono osiągi i polepszone zdolność do zimnego rozruchu. W efekcie m.in. w tę innowacyjną technologię napędu zostały również wyposażone auta dostawcze. Przetestowano także autobusy obsługujące regularne przewozy pasażerskie, a premiera NEBUS – nowego autobusu elektrycznego – odbyła się w 1997 roku.

W późniejszych latach Mercedes-Benz zebrał cenną wiedzę dzięki kilkunaście wodorowym autobusom miejskim na bazie Citaro, które regularnie kursowały w wielu aglomeracjach Europy, Australii i Chin. Natomiast w 2017 roku na Międzynarodowym Salonie Samochodowym (IAA) we Frankfurcie został przedstawiony prototypowy samochód Mercedes-Benz GLC F-CELL. To pierwszy na świecie pojazd elektryczny z ogniwem paliwowym i technologią hybrydy *plug-in*. Początkowo, od 2018 roku, był on używany przez klientów flotowych, z kolei przez innych klientów biznesowych i prywatnych – od 2019 roku. W ciągu zaledwie trzech minut zbiorniki auta można było napełnić wodorem pod ciśnieniem 700 barów. Zgodnie z europejskim cyklem jazdy NEDC zasięg zasilanego wodorem pojazdu elektrycznego z silnikiem o mocy 155 kW/211 KM wynosił około 430 km oraz około 50 km w trybie hybrydowym z wykorzystaniem energii elektrycznej z akumulatora.

Koncepcje w zakresie stosowania paliw alternatywnych oraz alternatywnych zespołów napędowych w swojej zasadniczej części nie uległy zatem zmianie. Oczywiście, wskutek postępu technicznego, dostępne dziś układy gazowe, hybrydowe bądź w pełni elektryczne są o wiele doskonalsze – lżejsze oraz bardziej wydajne i efektywne. Niemniej wciąż wielu problemów nie udało się skutecznie rozwiązać. W rezultacie od dekad na ograniczone rozpowszechnianie technologii paliw i napędów alternatywnych wpływają wyższa cena oraz gorsze parametry takich wariantów w porównaniu z dostępnymi w danym okresie odpowiednikami z silnikami benzynowymi albo wysokopiętnymi.

Kwestia ceny jest dość prosta i zarazem trudna do rozwiązania. Z jednej strony wysoka cena wynika bowiem z niskiej skali produkcji, z drugiej dałoby się ją obniżyć poprzez właściwie prowadzoną politykę podatkową, czy na szczeblu lokalnym, czy centralnym. Pojawia się więc klasyczny problem: mało kto kupuje, więc cena rośnie – cena jest wysoka, więc mało kto kupuje. Dlatego zachęty podatkowe, odpowiednio wprowadzone, mogłyby wesprzeć sprzedaż paliw i technologii alternatywnych, pozwalając na ich szersze i szybsze rozpowszechnianie wskutek możliwości przewycięzania przez dostawców problemów z ceną i generalnie z masą krytyczną.

Te problemy ekonomiczne łączą się niestety z problemami i wyzwaniem użytkowymi. Dla nabywców niezwykle ważne są często gorsze parametry dotyczące dwóch istotnych eksploatacyjnie obszarów:

- przeważnie gorszych osiągnięć silników na paliwa alternatywne niż tradycyjnych odpowiedników,
- wzrostu masy własnej pojazdów na paliwa alternatywne i/czy z alternatywnymi zespołami napędowymi, co automatycznie negatywnie rzutuje na ładowność.

Powyższe dotyczy zarówno systemów na gaz (wodór, LNG, CNG), jak i wszelkich zespołów hybrydowych oraz w pełni elektrycznych. Poza tym układy na gaz (CNG, LNG) czy alkohole (metanol, etanol) wymagają częstszych i bardziej drobiazgowych przeglądów, cechując się skróconymi przebiegami międzyobsługowymi.

Następne wady mają już charakter jednostkowy, tzn. odnoszą się do konkretnych przypadków. Podaż biopaliw – biodiesla oraz alkoholu – jest i będzie ograniczona⁵², gdyż paliwa alternatywne oparte na surowcach roślinnych nie mogą stwarzać konkurencji (wystąpienie tzw. efektu wypychania) dla produkcji żywności. Areał upraw zaś jest i będzie limitowany, podobnie jak możliwy do uzyskania wzrost wydajności (wielkość plonów z hektara upraw). Nie da się w takim razie zapewnić odpowiedniej podaży surowca, nawet przy obsianiu wszelkich nieużytków i terenów skażonych czy narażonych na skażenie (przy drogach, zakładach przemysłowych itd.). Także przejście z biopaliw pierwszej do biopaliw drugiej generacji stanowi nie rozwiązanie docelowe, lecz raczej próbę zastąpienia jednego nieoptymalnego drugim niezbyt udanym. W tym kontekście niewiele pomogą substancje syntetyczne czy zbieranie przetworzonego oleju roślinnego. Dlatego zachodzi tu niepełna substytucja, lecz pewna komplementarność – biopaliwa sprawdzają się raczej jako dodatek do tradycyjnych paliw, a nie ich pełnoprawne zastępstwo.

W przypadku natomiast systemów hybrydowych i w pełni elektrycznych wyróżnia się cztery zasadnicze wady, wszystkie wynikające z wad baterii. Ich nadal relatywnie duża masa własna przekłada się na ograniczenie ładowności, niezwykle wysoka cena rzutuje na niezbyt atrakcyjną rynkowo cenę pojazdów bateryjnych i tym samym notowane TCO, z kolei nie za duża pojemność oznacza limitowanie zasięgu. Ponadto problematyczna – koszt- i czasochłonna jest utylizacja akumulatorów, w tym najbardziej popularnych litowo-jonowych. Jak wiadomo, zawierają one wiele pierwiastków rzadkich i nie są zbyt przyjazne dla środowiska.

Nieco więcej pozytywów da się wskazać w odniesieniu do paliw gazowych. Po pierwsze, podaż gazu (LNG, CNG) jest wyższa i bardziej zdyspersyfikowana geograficznie niż podaż ropy. Gaz jest bowiem bardziej równomiernie rozmieszczony na świecie. Po drugie, nowe technologie powodują, że silniki gazowe cechują się co-

⁵² Porównaj K. Pikula, A. Zakharenko, A. Stratidakis, M. Razgonova, A. Nosyrev, Y. Mezhuev, A. Tsatsakis, K. Golokhvast, *The advances and limitations in biodiesel production: Feedstocks, oil extraction methods, production, and environmental life cycle assessment*, Green Chemistry Letters and Reviews, 2020, No. 13(4), s. 275-294, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518253.2020.1829099>

raz lepszymi parametrami, tzn. przy zadanej pojemności uzyskują parametry niewiele gorsze niż dieslowskie odpowiedniki. Po trzecie, zbiorniki gazu są coraz lżejsze oraz pojemniejsze, co wpływa na mniejszy spadek ładowności i wzrost zasięgu. I po czwarte, obiecujące są prace nad wykorzystaniem wodoru, ale w tej materii wciąż jest jeszcze wiele do zrobienia. Warto tu zatem wskazać, że ponad dwie i pół dekady temu Mercedes zwracał uwagę, że 200-kilogramowy zbiornik wodoru dostarcza tyle energii – stanowi ekwiwalent energetyczny, co zaledwie około 16 kg benzyny. Dużego dopracowania wymaga też technologia ogniwi paliwowych, analogicznie jak inne technologie. Zagadnienie odnosi się do prac nad wspomagającymi źródłami energii, uzupełniającymi napędy podstawowe, jak baterie słoneczne w celu wykorzystania energii słonecznej czy zespół do odzyskiwania energii gazów spalinowych (obieg Rankina), zazwyczaj bezpowrotnie traconej.

W efekcie, rozpatrując wszelkie argumenty przemawiające za stosowaniem paliw alternatywnych, alternatywnych zespołów napędowych oraz alternatywnych zespołów napędowych na paliwa alternatywne i przeciwko temu, trzeba wskazać, że:

- paliwa alternatywne, alternatywne zespoły napędowe oraz alternatywne zespoły napędowe na paliwa alternatywne sprawdzą się przede wszystkim w transporcie na krótkie odległości, w tym w dystrybucyjnym i komunikacji miejskiej, z częstymi operacjami start-stop i gdy nie jest wymagany duży dzienny zasięg,
- w zastosowaniach wybitnie specjalistycznych oraz przewozach na dalekich dystansach przez następne lata wciąż będą dominować – coraz doskonalsze w obszarze spożytkowania energii – ilości energii niezbędnej do wykonania danej pracy przewozowej – układy w pełni spalinowe, z silnikami wysokoprężnymi, chociaż możliwe jest korzystanie na ograniczoną skalę z układów hybrydowych spalinowo-elektrycznych.

Niemniej, ujmując całość zużywanych paliw/energii w transporcie drogowym oraz wielkość wykonanej pracy przewozowej z wykorzystaniem określonych paliw i systemów napędowych, można stwierdzić, że udział paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych nadal pozostanie niewielki. Powyższe nie wyklucza powolnego wzrostu tego udziału, lecz będzie on następował w sposób wybitnie ewolucyjny. O żadnej rewolucji w tej materii nie może więc być mowy.

Taka sytuacja rzutuje na możliwość potencjalnego komercyjnego wykorzystania, ale i wynika z kilku powiązanych ze sobą czynników. Po pierwsze, postęp w dziedzinie alternatywnych zespołów napędowych ma wybitnie ewolucyjny i wieloetapowy wymiar, który można określić jako metodę małych kroczków. Najpierw wprowadza się jedną generalną technologię, jak układy hybrydowe bądź w pełni elektryczne. Potem testuje się ją niezwykle długo i jednocześnie dodaje w niej nowe komponenty, by polepszać osiągi, jak układy *range extender* różnego rodzaju. Następnie, po kolejnych kilkuletnich próbach, porównuje się rezultaty prezentowane przez poszczególne systemy i poszukuje najlepszych wyjść w konkretnych przypadkach. Zachodzi tu więc klasyczny postęp drogą eliminacji i falsyfikacji – poprzez ciągłe doskonalenie dochodzi się do fazy pełnej komercjalizacji. Po drugie, dąży się

do tego, by w miastach ograniczyć emisję substancji szkodliwych, już nawet nie do minimum, co osiągnięto m.in. dzięki normie Euro 6, ale by w ogóle w centrach poruszały się pojazdy bezemisyjne, zgodnie z założeniami strategii zrównoważonego rozwoju oraz miejskiej elektromobilności. Po trzecie, transport dalekodystansowy wyróżnia się największą efektywnością energetyczną, oznaczającą relatywnie najmniejszą ilość energii niezbędnej do wykonania danej pracy przewozowej. Dlatego w specyficzny sposób jest on dość naturalnie odporny na m.in. użycie paliw alternatywnych, w tym gazowych, oraz alternatywnych zespołów napędowych. W jego przypadku realne korzyści wynikłe z ich zastosowania będą mianowicie niewielkie. Nie oznacza to bynajmniej, iż nie ma tu pewnego pola manewru oraz rozwoju. Ono istnieje, lecz wymaga użycia unikatowych technologii i rozwiązań, takich właśnie, w jakie zaopatrzone eksperymentalny zestaw Renault Trucks Optifuel Lab 2 z 2014 roku, z definicji przydzielony do realizacji przewozów w ruchu dalekodystansowym, w tym międzynarodowym.

Co więcej, w kolejnych latach francuski koncern kontynuował badania ukierunkowane na poprawę efektywności energetycznej swoich samochodów ciężarowych⁵³. Zainicjowany w 2017 roku projekt FALCON – elastyczny i aerodynamiczny samochód ciężarowy o niskim zużyciu paliwa – w przypadku kompletnego zestawu o dużej ładowności, złożonego z ciągnika siodłowego i naczepy, miał na celu redukcję tego zużycia o 13%. Przedsięwzięciem tym kierowało Renault Trucks wraz z konsorcjum partnerów takich jak Faurecia, Michelin, Total, Fruehauf, Wezzoo, BeNomad, Styl'Monde, Polyrim, Enogia, IFPEN, École Centrale de Lyon (LMFA) i IFSTTAR, od 1 stycznia 2020 roku wchodzącym w skład Uniwersytetu Gustawa Eiffela. Program ten otrzymał finansowanie publiczne od francuskiego publicznego banku inwestycyjnego BPI France (23. nabór projektów F.U.I.). W ramach tego projektu powstał pojazd laboratoryjny Optifuel Lab 3. Po 18 miesiącach rozwoju, 6 miesiącach testów na torach i drogach publicznych oraz przejechaniu 15 500 km firma potwierdziła swoje przypuszczenia. 18 maja 2021 roku ujawniła wyniki prób tego laboratoryjnego zestawu naczepowego do przewozów na dalekich dystansach. W jego przypadku, w porównaniu z referencyjnymi ciągnikami Renault Trucks z serii T połączonymi ze standardową naczepą, odnotowano zmniejszenie zużycia paliwa o 12,5%. Oznacza to oszczędność 3,75 l paliwa i 9,8 kg CO₂ na 100 km. Wynik ten osiągnięto poprzez optymalizację zespołu napędowego, opon i ogólnie aerodynamiki całego zestawu oraz wskutek zintegrowania funkcji wspomagania jazdy predykcyjnej i zarządzania energią. Tym samym OptiFuel Lab 3 wyróżnia się jeszcze bardziej ograniczonym zużyciem paliwa i w rezultacie zredukowanym negatywnym wpływem na przyrodę.

W ramach wykonanych prób inżynierowie podmiotu zastosowali cykl testowy statystycznie reprezentatywny dla długodystansowego użytkownika, obejmujący poko-

⁵³ <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/efficacite-energetique-optifuel-lab-3-affiche-une-consommation-reduite-de>

nanie 68 km po drogach regionalnych i 136 km na autostradach. Próby Optifuel Lab 3 obejmowały zamknięte tory i otwarte testy drogowe oraz symulacje, które pozwoliły na analizę i korelację pomiarów. Równolegle przeprowadzono sprawdziany z pojazdem referencyjnym o podobnej do pojazdu laboratoryjnego (ciągnik T 480 w połączeniu z naczepą kurtynową Fruehauf) charakterystyce geometrycznej i układu napędowego. Technologie opracowane w ramach projektu zostały ocenione najpierw niezależnie, a następnie jako całość. Układy napędowe Optifuel Lab 3 i pojazdów referencyjnych zostały wcześniej sprawdzone, aby zapewnić reprezentatywność obu pojazdów. Korzyści zostały zidentyfikowane i ocenione w następujących czterech obszarach:

1. Korzyści w sferze redukcji oporu aerodynamicznego

Korzyści w obszarze obniżki oporu powietrza oceniono zgodnie z oficjalną procedurą regulacji CO₂. Moment obrotowy na kołach mierzono przy dwóch stałych prędkościach – niskiej (~ 15 km/h) i wysokiej (~ 90 km/h) – zgodnie z sekwencją testową określoną przez Komisję Europejską. Procedurę tę wykorzystano do oceny wkładu w poprawę aerodynamiki samego ciągnika, a następnie całej kombinacji Optifuel Lab 3. Korzyści w zakresie oporu powietrza zostały następnie przeliczone na wzrost zużycia paliwa poprzez symulacje w reprezentatywnym cyklu klienta zdefiniowanym w projekcie, przed potwierdzeniem w testach na drogach publicznych.

2. Korzyści z założenia opon o niskim oporze toczenia

Poprawa oporu toczenia opon opracowanych dla Optifuel Lab 3 została zmierzona przez Michelin zgodnie z normą ISO 28580. Opona jest ściskana pod obciążeniem odpowiadającym 85% indeksu obciążenia opony, na rolce o równoważnej średnicy 2 m, w komorze, w której utrzymuje się temperaturę 25°C. Siłę oporu wytwarzanego przez oponę mierzy się przy prędkości 80 km/h po 3 godzinach ustabilizowanego reżimu termicznego.

3. Układ napędowy: korzyści dzięki smarom o niskiej lepkości i systemowi odzyskiwania ciepła Rankina

Opracowane przez Total oleje o niskiej lepkości do silnika, skrzyni biegów i osi zmniejszają zużycie paliwa w układzie napędowym. Odpowiednie korzyści mierzono na hamowni silnika i na stanowiskach do testowania komponentów. Jednocześnie potwierdzono, że te smary nowej generacji nie powodują przedwczesnego zużycia podzespołów, w szczególności dzięki zastosowaniu Thin Layer Activation (TLA). Wreszcie w kwestii systemu odzyskiwania ciepła Rankina te oszczędności w zużyciu paliwa oceniono na stanowisku testowym we współpracy z Uniwersytetem w Liège. W ramach tej kampanii testowej porównano dwie różne architektury (odzyskiwanie w układzie wydechowym i układzie chłodzenia) i oceniono różne płyny chłodnicze.

4. Korzyści z integracji funkcji wspomaganie jazdy predykcyjnej i zarządzania energią

Predykcyjne wspomaganie jazdy i funkcje zarządzania energią oceniono w rzeczywistych warunkach jazdy w reprezentatywnym cyklu klienta. Nowe zoptymalizowane strategie adaptacyjnego tempomatu wykorzystujące dane nawigacyjne

BeNomad, strategię inteligentnego sterowania alternatorem i nowe napędy układu chłodzenia zostały przetestowane i porównane ze strategiami i napędami używanymi w seryjnym pojeździe produkcyjnym. Generalnie projekt FALCON potwierdził skuteczność zastosowanych technologii w celu zmniejszenia zużycia paliwa. Prace nad pojazdami laboratoryjnymi umożliwiają Renault Trucks przygotowanie rozwiązań technicznych, w szczególności dla przyszłych produktów spełniających wymagania europejskich przepisów dotyczących emisji CO₂ dla ciężkich pojazdów, masy i wymiarów oraz opon. Chociaż Optifuel Lab 3 nie jest przeznaczony do wprowadzenia w tej formie na rynek, najskuteczniejsze technologie można zastosować w pojazdach ciężarowych wytwarzanych seryjnie.

Poza tym w połowie listopada 2021 roku Scania⁵⁴ zorganizowała premierowy pokaz swojego nowego klasycznego układu napędowego. To o tyle znamienne, że obecnie (stan na rok 2022), ze względu na klimatyczną politykę Unii Europejskiej, część z głównych graczy tradycyjny napęd jakby zostawia nieco z boku zasadniczego teraz nurtu rozwojowego, a raczej mocniej skupia się na pracach nad systemami zelektryfikowanymi, w tym w pełni elektrycznymi oraz gazowo-elektrycznymi (wykorzystującymi wodór jako paliwo). Możliwe są też pewne opcje oparte na gazach, przy czym grono aktualnie stawiających na tę alternatywę zalicza się do relatywnie niewielkich.

Niemniej na poparcie swoich działań szwedzki podmiot przedstawia dość racjonalne argumenty. Po pierwsze, jeszcze przez wiele lat technologie alternatywne będą dość drogie – tzn. nie będą wykazywały naturalnej opłacalności ekonomicznej. Po drugie, chociaż w sferze samej elektryfikacji notuje się znaczny postęp techniczno-użytkowo-ekonomiczny – m.in. tanieje koszt kWh, a akumulatory stają się coraz trwalsze, jest to wciąż za mało, by ich komercjalizacja mogła następować szybko i tanio. Do tego nadal nie rozwiązano problemów dotyczących ich utylizacji. A to są z kolei warunki brzegowe sensu udanej i pełnej implementacji. Po trzecie, przejściowym i całkiem odpowiednim paliwem pozostaje gaz, znany od lat i dość łatwo dostępny. Co więcej, wskutek przełamania pewnych barier konstrukcyjnych stały się dostępne mocniejsze silniki gazowe, montowane w pojazdach cięższych oraz nadających się do pokonywania na jednym tankowaniu dłuższych dystansów. Od 2016 roku są mianowicie dostępne gazowe silniki mocniejsze, ponad 400-konne, a realny zasięg notowany przy LNG dochodzi nawet do przeszło 1500 km. Poza tym ciekawe wyjście stanowią biogazy – bioCNG, bioLNG, neutralne pod względem emisji CO₂. Wreszcie po czwarte, to nie jest tak, że klasycznego diesla nie można już poprawiać – wciąż da się go uczynić bardziej wydajnym i ekologicznym źródłem napędu, o sprawności przekraczającej 50%, co ważne, z zachowaniem ważnego marginesu do dalszych modyfikacji. W dodatku kolejne istotne efektywnościowo usprawnienia mogą dotyczyć poprawy przenoszenia samego napędu – dalszej optymalizacji pracy

⁵⁴ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4113310-scania-introduces-new-powertrain-and-major-updates>

skrzyni biegów i mostu napędowego oraz założenia proefektywnościowego ogumienia, w połączeniu z następnymi udoskonaleniami w sferze aerodynamiki. To zaś przekłada się na kolejny wzrost sprawności, kolejną poprawę uzyskiwanych osiągnięć – wyższe moce i momenty obrotowe dostępne w szerszym i niższym zakresie prędkości obrotowych – oraz kolejne ograniczenie zużycia paliwa i w rezultacie tak pożądaną emisji CO₂.

Na tej podstawie Scania zwraca więc uwagę, że:

- konieczne naturalnie opłacalne rozwiązania ekologiczne i proekologiczne potrzebne są tu i teraz (stan na rok 2022), a nie za 5 może 10 lat – takimi rozwiązaniami wciąż bynajmniej nie są energia elektryczna i wodór;
- ponieważ dalsza poprawa diesla okazuje się możliwa, a osiągnięte w niej rezultaty w obszarze ekonomiki paliwowej są widoczne od razu – także od razu przewoźnicy, zakupując nowy tabor, zaopatrzone w premierowe komponenty, są w stanie zredukować emisję – wprowadzić nie o 100%, jak w przypadku pełnej elektryfikacji i gazo-elektryfikacji, tylko o kilka, ale to i tak lepiej, niż gdyby taka redukcja miała w ogóle nie zachodzić. Wobec tego, wykonując daną pracę przewoźnik, mniej szkodzi przyrodzie. A tego przecież dotyczy zasadnicza kwestia.

W takim razie działania Scanii wykazują się wysoką racjonalnością. By mimo wszystko czynić transport drogowy mniej negatywnym dla przyrody, trzeba podejmować szereg wielopłaszczyznowych, zintegrowanych posunięć – z jednej strony nie fetyszyzować elektryfikacji, lecz z drugiej – nie tracąc jej z oczu – nadal inwestować w inne możliwości. Obecnie bowiem wiele wskazuje, że poza miastami, ze względu na liczne ograniczenia, elektryfikacja wcale nie przyjmie się szybko i łatwo. Dlatego, nie zaniedbując jej bynajmniej ze strategicznego punktu widzenia, koncern uważa, że klasyczny diesel na olej napędowy utrzyma się na rynku przez kolejne 15-20 lat, w tym okresie będzie oczywiście stale poprawiany.

Wychodząc z tych założeń, koncern przedstawił więc nowy układ napędowy i inne istotne udoskonalenia. Nowy układ napędowy powstał z myślą o zrównoważonym rozwoju, a oszczędności w zużyciu paliwa notowane dzięki jego wdrożeniu sięgają 8%. W 2021 roku także Renault Trucks⁵⁵ wskazało na znaczne, bo aż 10-procentowe oszczędności paliwa, uzyskane dzięki nowej generacji. Producent wyposażył mianowicie swoje serie T, T High, C i K w nowe silniki DE11 i DE13. W połączeniu z integracją zaawansowanych technologii, takich jak Turbo Compound, oraz z dedykowanymi usługami, powyższe pozwala na zmniejszenie zużycia nawet o 10%, co oznacza analogiczne ograniczenie emisji CO₂.

Dlatego tradycyjny układ napędowy wciąż zachowuje konkurencyjność. Jednocześnie obecnie (stan na rok 2022) w transporcie drogowym można mówić o co najmniej kilku realnie konkurencyjnych alternatywnych nośnikach energii i zespołach napędowych. Są nimi:

⁵⁵ <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/jusqua-10-deconomies-de-carburant-avec-la-nouvelle-generation-de-moteurs>

- paliwa alternatywne w postaci:
 - biopaliw – paliw powstałych z produktów naturalnych innych niż ropa naftowa,
 - biogazów – gazów niebędących kopalinami,
 - wodoru,
 - gazu ziemnego w formie skroplonej (LPG – ciekły gaz ziemny) i sprężonej (CNG – sprężony gaz ziemny),
 - alkoholi – w pierwszym rzędzie metanolu i etanolu;
- alternatywne zespoły napędowe, wykorzystujące solary, ogniwa paliwowe, układy hybrydowe – spalinowo-elektryczne, układy w pełni elektryczne,
- alternatywne zespoły napędowe na paliwa alternatywne – układy hybrydowe na paliwa alternatywne,
- inne układy, przykładowo wykorzystujące obieg Rankina.

Z tej grupy aktualnie największą popularnością cieszą się: gaz ziemny jako paliwo stosowany w formie sprężonej (CNG) bądź skroplonej (LPG), biometan, biodiesel FAME, biodiesel RME, biodiesel HVO i bioetanol.

1.5.1. Gaz⁵⁶

Przez lata zastosowanie gazu ziemnego w charakterze paliwa w pojazdach używanych w drogowym transporcie towarowym napotykało wiele zasadniczych przeszkód. W efekcie takie warianty nadawały się do nielicznych zastosowań, realizowanych głównie na krótszych dystansach oraz w konfiguracji solo czy co najwyżej zestawami o ograniczonej dopuszczalnej masie całkowitej.

Generalnie dało się wyróżnić cztery zasadnicze bariery o wymiarze ekonomiczno-eksploatacyjnym, stojące za małą popularnością odmian gazowych. Przede wszystkim dostępne gazowe jednostki napędowe cechowały się relatywnie słabymi osiąganiami – zbyt niskimi uzyskiwanymi maksymalnymi mocami i momentami obrotowymi – w pierwszej dekadzie tego stulecia moce kształtowały się na poziomie maksymalnie do 320-350 KM, maksymalne momenty obrotowe dochodziły do 1300-1400 Nm. To zaś w zdecydowany sposób ograniczało potencjalny zakres wykorzystania, w pierwszym rzędzie do wersji solo 2- i 3-osiowych oraz do zestawów naczepowych bądź przyczepowych o dopuszczalnej masie całkowitej do przeważnie 32 000-36 000 kg, rzadziej do 40 000 kg. Wraz ze wzrostem masy całkowitej spadała bowiem dynamika oraz zdolność do bezproblemowego użytkowania na bardziej topograficznie trudnych trasach, w tym na obszarach górzystych i górskich. Do tego odmiany gazowe okazywały się cięższe niż ich tradycyjne odpowiedniki, co negatywnie przekładało się na ładowność. Zazwyczaj ciężkie zbiorniki gazu zajmowały też dużo miejsca w przestrzeni wokół ramy podwozia

⁵⁶ O ile nie wskazano inaczej, oparto na materiałach koncernów Scania, Volvo i IVECO na temat gazu jako paliwa, z lat 2010-2021.

– głównie między osiami – i przeliczeniowo mieściły mniej paliwa niż zbiorniki oleju napędowego, co z kolei w zdecydowany sposób ograniczało zasięg. Kolejny słaby punkt stanowiła dostępna infrastruktura do tankowania – gazowe stacje paliwowe były rozmieszczone punktowo i dość rzadko, wskutek czego auta mogły się poruszać tylko w określonym promieniu od nich, a przejazd od jednej stacji do drugiej mógł stanowić istotny problem.

Na te czynniki typowo eksploatacyjne nałożyły się elementy czysto ekonomiczne. Warianty gazowe były i są droższe niż tradycyjne. Dlatego jeśli tę wyższą cenę nabycia nie rekompensowały niższe notowane później całkowite koszty, w tym wydatki na samo paliwo oraz różnego rodzaju zwolnienia bądź ulgi w podatkach lub innych opłatach ewentualnie wyższe stawki płacone za fracht, inwestycja w tego rodzaju środki przewozu nie wykazywała większego uzasadnienia biznesowego. Przy tym, co warto bezwzględnie podkreślić, na rzeczywistą opłacalność wprowadzenia gazu w wymiarze czysto ekonomicznym wpływają dwa rodzaje obciążeń podatkowych – nakładanych na samo paliwo oraz nakładanych na gazowe samochody. Jeśli te obciążenia są niskie w porównaniu z obciążeniami w tym samym czasie i w tym samych warunkach nakładanymi na modele klasyczne oraz na benzynę albo olej napędowy, wówczas sens inwestycji w gazowe systemy napędowe wyraźnie wzrasta. Jeśli takich odczuwalnych i pewnych – tzn. zagwarantowanych w długim przedziale czasu – ulg i udogodnień nie ma, gdyż nie istnieje system odpowiedniego wsparcia podatkowego, wówczas zakup gazowego taboru staje się coraz mniej wskazany. Innymi słowy, musi istnieć system rozbudowanych i opłacalnych zachęt do inwestowania w typy gazowe.

Wszystkie te składowe powodowały, że przez dekady warianty gazowe były stosowane, jak wskazano, na niezwykle ograniczoną skalę. Niskie osiągi silników oraz mały zasięg użyteczny powodowały, że przeważnie kupowali je odbiorcy z sektorów dystrybucyjnego, w tym ciężkiej dystrybucji miejskiej, oraz komunalnego, czyli operujący w miastach i ich okolicach, w promieniu najczęściej 100, maksymalnie 150 km od bazy czy/i stacji tankowania. Ponadto nie zawsze zakupy wykazywały sens oszczędnościowy, jeśli się uwzględniło wysokość cen paliw oraz różnorakie inne obciążenia podatkowe i parapodatkowe.

Dlaczego zatem, mimo tylu ewidentnych wad i słabości, paliwo gazowe nadal było rozważane jako uzasadniona alternatywa w stosunku do ropy naftowej i produktów jej przerobu? W tej kwestii trzeba wskazać na następujące punkty.

Po pierwsze, gaz jest o wiele bardziej dostępny jako surowiec niż ropa i w większym stopniu pochodzi także nie tylko z regionów niepewnych pod względem sytuacji politycznej. Przede wszystkim jego zasoby są bardziej równomiernie rozmieszczone na świecie niż zasoby ropy naftowej. Występuje tam, gdzie jest ropa oraz – co ważne – tam, gdzie jest lub był węgiel kamienny. Po drugie, w porównaniu z wybitnie limitowanymi zasobami ropy zasoby gazu – rozpatrując zagadnienie z dzisiejszej perspektywy – są w wysokim stopniu przyszłościowe. Biorąc mianowicie

pod uwagę współcześnie znane źródła/lokalizacje zasobów i technologie wydobywania oraz obecny i przyszły popyt, można przypuszczać, że ropy wystarczy na około 50 lat, podczas gdy gazu ziemnego aż na 250 lat. Po trzecie, gaz ziemny w przeważającej mierze składa się z metanu oraz: nie wydziela zapachów, nie zatrzuwa gleb ani wody, a na skutek jego spalania powstaje znacznie mniej cząstek stałych, tlenków azotu (NO_x) i dwutlenku węgla (CO₂). Dlatego należy do paliw o wiele bardziej przyjaznych dla środowiska/otoczenia niż zwykły olej napędowy, chociaż także zalicza się do paliw kopalnych. Po czwarte, gaz na paliwo – w odróżnieniu od ropy i jej ciekłych alternatywnych zamienników – na względnie dużą skalę da się uzyskiwać z wielu źródeł, nie tylko jako kopalinę. Można go m.in. zastąpić odnawialnym biogazem, łatwym do uzyskania, chociaż naturalnie w ograniczonej ilości, w wielu miejscach na świecie, gdyż pochodzącym z rozkładu cząstek organicznych. Zagadnienie dotyczy m.in. biogazu – gazu wysypiskowego – gazu palnego, powstającego w biogazowni produktu fermentacji metanowej związków pochodzenia organicznego, takich jak np. ścieki cukrownicze, odpady komunalne, odchody zwierzęce, gnojowica, odpady przemysłu rolno-spożywczego, biomasa, a częściowo też ich rozpadu gnilnego. W efekcie pozyskanie biogazu staje się możliwe wszędzie tam, gdzie tylko dochodzi do fermentacji produktów zwierzęcych czy roślinnych i wszelkich odpadów organicznych. Generalnie jako dostawcy biogazu z biogazowni mogą wystąpić podmioty zajmujące się produkcją rolną, mięsną i papieru oraz gospodarką ściekową. Otrzymany biogaz stanowi mieszaninę różnych gazów powstających w zamkniętych systemach przez mikroorganizmy anaerobowe i składa się głównie z metanu i dwutlenku węgla. Może jeszcze zawierać niewielkie ilości siarkowodoru, wody oraz siloksanów, a ponieważ metan, wodór i tlenek węgla mogą ulec spalaniu lub utlenieniu wydzielając energię, pozwala to na wykorzystanie biogazu jako paliwa. W rezultacie może być wszechstronnie spożytkowany do ogrzewania, gotowania oraz w generatorach prądu, po oczyszczeniu zaś do biometanu spełnia standardy jakości gazu ziemnego. Może również zostać sprężony, w taki sam sposób jak gaz ziemny jest sprężony do CNG, i służyć jako paliwo w pojazdach mechanicznych. W związku z tym biogaz to paliwo przyszłości, które za kilka, maksymalnie kilkanaście lat, wraz z rozwojem technologii, ma dużą szansę stać się jednym z podstawowych i najbardziej ekologicznych źródeł napędu. Po piąte, niezwykle cenne, przede wszystkim na obszarach wysoko zurbanizowanych – w aglomeracjach, centrach dużych miast, są właściwości prośrodowiskowe gazu jako paliwa. Jego spalanie nie powoduje emisji tyłu i takich substancji szkodliwych, jak spalanie oleju napędowego, a silniki gazowe pracują ciszej niż wysokoprężne. Pojazdy z jednostkami gazowymi są więc cichsze i mniej zanieczyszczają przyrodę niż analogiczne typy napędzane tradycyjnymi jednostkami diesla. Tym samym na dzisiaj gaz ziemny okazuje się najbardziej przyjaznym dla środowiska paliwem do silników spalinowych oraz odpowiednim – dojrzałym i dostępnym rozwiązaniem umożliwiającym zrównoważony transport. I po szóste – przeliczeniowo – jeśli uwzględni się ilość spalanego

gazu i jego cenę jednostkową i porówna z ilością i ceną spalanego w tych samych warunkach oleju napędowego, to wersje na gaz okazują się tańsze w użytkowaniu.

W ostatnim okresie, ze względu na występującą m.in. w Unii Europejskiej stałą chęć silniejszego niż dotąd stawiania na paliwa alternatywne oraz alternatywne zespoły napędowe, gaz jako paliwo, w tym w postaci sprężonej jako CNG i ciekłej jako LNG, zaczyna zatem systematycznie zyskiwać na znaczeniu. Obecnie (stan na rok 2022) staje się już paliwem powszechnie uznawanym za jedyną alternatywę dla oleju napędowego na masowym rynku. W efekcie zapotrzebowanie m.in. na LNG szybko rośnie w całej Europie. Przykładowo Niemieckie Ministerstwo Transportu i Infrastruktury Cyfrowej (BMVI) wskazało właśnie LNG jako najlepsze rozwiązanie w długodystansowych przewozach drogowych w krótkim okresie oraz w perspektywie najbliższych 10-15 lat.

To postawienie na gaz jako użytkowo, ekonomicznie, politycznie i ekologicznie uzasadnioną alternatywę w drogowym transporcie towarowym w stosunku do ropy naftowej/oleju napędowego powoduje, że skoro pojawia się bardziej biznesowo opłacalna strona popytowa, z adekwatną ofertą zaczyna występować strona podażowa – producenci taboru. Ten wzrost podaży przebiega w sposób dwutorowy i powiązany – nie tylko staje się dostępnych więcej odmian silników gazowych, ale co niezwykle istotne, silniki te pochodzą z większej liczby rodzin. Są bowiem proponowane nie tylko, jak dotychczas, jednostki gazowe o małej i średniej pojemności – rzędu do 10 l, ale i o dużych pojemnościach, powyżej 10-11 l – 13-litrowe. Dzięki temu rośnie zakres uzyskiwanych mocy i momentów obrotowych, ponieważ na rynku pojawiają się wreszcie pierwsze komercyjne, nadające się do powszechnego wprowadzenia silniki gazowe o mocy ponad 400 KM i maksymalnym momencie obrotowym nawet przeszło 2000 Nm. To z kolei automatycznie poszerza paletę możliwych zastosowań. Tym bardziej, że równocześnie powoli udaje się skuteczniej rozwiązać problem za małego zasięgu, stanowiącego następstwo zbyt małej realnej pojemności zbiorników. W dodatku następuje poprawa w zakresie rozwoju koniecznej infrastruktury do tankowania. W rezultacie, po latach, gaz staje się paliwem coraz bardziej równouprawnionym w stosunku do ropy naftowej i produktów jej destylacji.

W takich realiach ze względów politycznych, ekonomicznych i czysto użytkowych zaznacza się wzrost zainteresowania gazem. Zwraca się więc uwagę na inne zalety gazu (kluczowe pytanie – „dlaczego gaz?”), zarówno ziemnego – NG (gaz naturalny), jak i biogazu – BG. Są to m.in.:

- łatwa transformacja konsumpcji NG na mieszaninę NG/BG i BG;
- możliwość szerokiego wykorzystania w produkcji ciepła, energii, paliw oraz w transporcie;
- dostępność w formie skompresowanej, jako CNG – sprężony gaz ziemny – i CBG – sprężony biogaz z odpadów organicznych, ścieków, produkcji rolnej – oraz płynnej, jako LNG – upłynniony gaz ziemny (*Liquefied Natural Gas*) – i LBG (*Liquefied BioGas*) – upłynniony biogaz. Nazwy NG/BG, CNG/LNG oraz CBG/

LBG są powszechnie stosowanymi nazwami i oznaczeniem handlowym;

- fakt, że gaz jest paliwem bezpiecznym, a sam biogaz – paliwem odnawialnym. W kwestii bezpieczeństwa warto wskazać, że wybuch NG/BG nastąpi, gdy ilość gazu w mieszaninie gazu i powietrza wynosić będzie 5-17%; mieszanina zawierająca poniżej 5% gazu okazuje się za uboga, a powyżej 17% – za bogata. Oprócz tego wysokie bezpieczeństwo stanowi pochodną tego, że przykładowo LNG jest: nietoksyczny w przypadku wdychania, ale w zamkniętych przestrzeniach stwarza ryzyko uduszenia, jest bezwonny oraz w postaci płynnej niepalny. Żeby bowiem nastąpił jego zapłon, płyn musi najpierw wyparować i muszą być zachowane odpowiednie proporcje między gazem ziemnym a powietrzem, ponieważ zapłon gazu następuje wyłącznie przez kontakt z ogniem (wąski zakres palności w powietrzu 5-15%). Niemniej dotykane płynnego LNG grozi odmrożeniami. W rezultacie odmiany gazowe – wbrew niektórym obawom – okazują się bezpieczne podczas wypadku. Nie występują również ograniczenia co do wjazdu na promy i do tuneli oraz wykonywania przewozów ADR. W kwestii natomiast wjazdu do hal, to odmiany CNG mogą do nich wjeżdżać, LNG z kolei tylko wtedy, gdy te hale nie są szczelne. Do tego dochodzi działanie w strefach zagrożenia wybuchem.

Co więcej, w przypadku wprowadzenia biogazu można oczekiwać nie tylko samej redukcji emisji CO₂, ale i ta redukcja może być przeszło 100-procentowa⁵⁷ – w zależności od wybranego surowca biogaz może być produkowany lokalnie z redukcją emisji CO₂ właśnie o ponad 100%. To przekroczenie poziomu 100% wynika z faktu, że gdyby odpady organiczne z rolnictwa nie zostały poddane fermentacji beztlenowej, by uzyskać biogaz, użyto by je jako nawóz na polach uprawnych. Wówczas podczas rozkładu emitowałyby metan, będący znacznie bardziej szkodliwym dla klimatu gazem cieplarnianym niż CO₂, bo niszczącym ozon atmosfery. Dlatego, ponieważ metan zapewnia 25 razy wyższy efekt cieplarniany niż CO₂, unikanie jego emisji daje ogromne korzyści. Tymczasem znaczną emisję tak szkodliwego metanu powoduje np. obornik wykorzystany jako nawóz. Jeżeli zamiast tego obornik zostanie spożytkowany do produkcji biogazu, to ta emisja metanu zostanie wyeliminowana. W efekcie wykorzystanie takiego paliwa pozwala na ograniczenie wydzielania CO₂ nawet o 90% w porównaniu z olejem napędowym. W ten sposób biogaz staje się w ponad 100% neutralny pod względem CO₂, z kolei odgazowany obornik stosuje się jako nawóz wyższej jakości, łatwiej przyswajalny przez rośliny. Jeśli zatem naprawdę chce się zadbać o klimat, trzeba mieć świadomość, że biogaz jest obecnie zarówno najbardziej wydajnym, jak i najbardziej ekonomicznym paliwem.

Na korzyści związane ze stosowaniem biogazu zwraca też uwagę IVECO. Wskazuje, że BioLNG odgrywa strategiczną rolę dla dekarbonizacji transportu według

⁵⁷ <https://www.scania.com/dk/da/home/about-scania/newsroom.html#/news/stigende-interesse-for-biogaslastbiler-396100>

badania przeprowadzonego przez włoską Krajową Radę ds. Badań⁵⁸. Badanie sponsorowane przez IVECO i Consorzio Italiano Biogas (CIB) wykazało bowiem, że BioLNG ma do odegrania strategiczną rolę w dekarbonizacji transportu – a w szczególności sektora ciężkiego – poprzez redukcję emisji gazów cieplarnianych. Badanie zostało zaprezentowane na konferencji „Podróżowanie i redukcja CO₂. Możliwy paradoks” zorganizowanej przez IVECO i CIB w 2021 roku.

Badanie przeprowadzone przez Instytut Badań Zanieczyszczeń Atmosferycznych (IIA), będący częścią włoskiej Krajowej Rady ds. Badań Naukowych (Cnr), ujawniło wiodącą rolę skroplonego biometanu w dekarbonizacji transportu i redukcji zanieczyszczenia atmosfery, również w perspektywie 2050 roku i uzyskania celu neutralności węglowej. Wyniki pokazują, że w sektorze mobilności – w porównaniu z olejem napędowym – BioLNG może prowadzić do redukcji emisji gazów cieplarnianych nawet o 121,6% i zmniejszenia emisji dwutlenku azotu nawet o 65%. Zmiana klimatu i jakość powietrza nie będą czekać, a biometan jest obecnie dobrym rozwiązaniem, pozwalającym rozwiązać te problemy i chronić przyszłość naszej planety. Napęd gazowy to zarazem dojrzała technologia, a zasilany biometanem zapewnia niezrównane korzyści środowiskowe i finansowe w porównaniu z innymi technologiami. Gaz ten może być też wytwarzany z odpadów, z dodatkową korzyścią polegającą na umożliwieniu podejścia opartego na gospodarce o obiegu zamkniętym. Dlatego rozwój skroplonego biometanu to dzisiaj jedyna alternatywa dla wykorzystania paliw kopalnych, natychmiast dostępna w trudnym do zelektryfikowania sektorze transportu ciężkiego. Tym bardziej, że włoskie gospodarstwa są gotowe przyczynić się do ekologicznej transformacji sektora mobilności poprzez wytwarzanie biometanu w 100% wyprodukowanego we Włoszech i zrównoważonych rolniczych produktach ubocznych.

Promowane przez IVECO i Consorzio Italiano Biogas (CIB) „Badanie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery i dwutlenku azotu z sektora transportu zasilanego olejem napędowym, gazem ziemnym i skroplonym biometanem” ocenia wpływ na środowisko skroplonego biometanu w transporcie ciężkim w porównaniu z olejem napędowym i metanem pochodzenia kopalnego. Koncentruje się na rynku włoskim, pozostającym jednym z liderów w Europie pod względem liczby pojazdów zasilanych gazem oraz dużej liczby stacji tankowania CNG i LNG. Badanie ocenia wpływ na środowisko różnych paliw stosowanych w sektorze motoryzacyjnym, ze szczególnym uwzględnieniem biometanu, w przypadku którego analizuje się odmienne mieszanki biomas wykorzystywanych do zasilania beztlenowej komory fermentacyjnej. Największą zaletę niesie ze sobą BioLNG, a korzyści z jego stosowania rosną wraz ze wzrostem odsetka odpadów zwierzęcych. Ogólny proces biometanowy jest zawsze korzystny w porównaniu z paliwami kopalnymi, także dzięki wysokiemu udziałowi we włoskim miksie energetycznym energii odnawialnej. Badanie pokazu-

⁵⁸ <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/BioLNG-strategic-for-transport-decarbonisation.aspx>

je również, że możliwe staje się osiągnięcie nawet ujemnych emisji, gdy wykorzystanie odpadów hodowlanych jest wyższe niż 60% mieszanki biomasy i następuje odzysk CO₂ z ulepszenia do użytku spożywczego.

Analiza porównawcza w podejściu „od studni do koła” bada 11 scenariuszy opartych na różnych rodzajach surowców wprowadzanych do biofermentatorów beztlenowych w celu wytworzenia biogazu oraz obecności lub braku wychwytywania CO₂ w tym procesie. Badanie wykazało, że skroplony biometan w całości wytwarzany z gospodarskich odpadów zwierzęcych zapewnia największe korzyści dla środowiska, gdyż odnosi się jednocześnie do emisji pochodzących z transportu oraz z ulepszanego gospodarowania odpadami. W rezultacie osiąga się redukcję emisji o 572 g CO₂eq na 1 km w porównaniu z ciężkim pojazdem z silnikiem Diesla. Biometan jest strategicznym zasobem, który może przyspieszyć dekarbonizację sektora transportu, przyczyniając się do realizacji celów Unii Europejskiej polegających na redukcji emisji o 55% do 2030 roku i osiągnięciu do 2050 roku zerowej emisji.

Kolejna kluczowa zaleta, dotycząca zarówno gazu ziemnego, jak i biogazu, polega na tym, że zasilane nimi pojazdy pracują o 50% ciszej niż odpowiedniki wykorzystujące olej napędowy. Poza tym globalna sieć dystrybucji CNG należy dzisiaj do dobrze rozwiniętych i w miarę pewnych. Znaczącą flotę gazowców posiadają m.in. Katar, Arabia Saudyjska oraz USA, te ostatnie mocno korzystające z tzw. dobrodziejstw rewolucji łąpkowej.

Tym samym zarówno biogaz, jak i gaz ziemny mogą być wykorzystywane równolegle, a przejście z jednego paliwa na drugie jest proste do wykonania. Jak wskazano, oba rodzaje gazu są również dostępne w postaci sprężonej lub skroplonej. Dodatkowo za większym stosowaniem LNG/LBG przemawia fakt, że gazy te są przechowywane w temperaturze -162°C. W rezultacie cechuje je większa gęstość energii niż CNG oraz zajmują 7 razy mniejszą objętość niż analogiczna dawka gazu sprężonego. Dlatego są bardziej wydajne w przechowywaniu i transporcie, zapewniając zasilanym nimi pojazdom większy zasięg bez tankowania. W związku z tym zainteresowanie wariantami zasilanymi LNG wzrasta. Mniejsza objętość gazu w stosunku do CNG oraz lżejsza technologia pozwalają na uzyskanie warunków eksploatacji zbliżonych do konwencjonalnych wersji. Podobnie jak w przypadku skompresowanego gazu, użytkownicy mogą też, jak wskazano, z łatwością skorzystać z bardziej ekologicznego biogazu, znacząco redukującego emisję CO₂.

Zastosowanie gazu jako paliwa wykazuje także sens, gdyż jego cena jest regulowana przepisami o jego dystrybucji, a sam gaz charakteryzują następujące cechy:

- jest dostępny w rurach przesyłowych i w przypadku chęci uzyskania LNG wymaga jedynie skroplenia,
- oznacza dywersyfikację źródeł energetycznych i możliwość ich elastycznego zmieniania,
- wyróżnia się wysoką wartością metanową – około 97,4-99,7%;

- wykazuje brak istotnych zanieczyszczeń i duży stopień kompresji,
 - ma cenę nieregulowaną przepisami, dającą możliwość zakupu tańszego gazu,
 - zachowuje parytet ceny – 1 m³ gazu = 60% 1 l ON, przy tym koszty uwodnienia wynoszą 1,20 PLN/1 m³, a koszty kompresji 50 gr/1 m³ (dane dla początku 2020 roku),
 - notuje się brak kosztu z tytułu „nadmiaru ciśnienia”.
- Poza tym z punktu widzenia transportu drogowego cechują go:
- łatwe wprowadzenie w miejsce jednostek zasilanych olejem napędowym,
 - możliwość oparcia się na sieci dotąd istniejących stacji tankowania, ponieważ nie wymaga zmiany procesu logistycznego.

W takich realiach zaznacza się systematycznie rosnące zainteresowanie potencjalnych klientów, głównie z Europy Zachodniej, możliwością eksploatacji w ruchu zarówno osobowym, jak i towarowym, w tym dalekodystansowym, pojazdów zasilanych gazem. Jest ono na tyle duże, że uzasadnia sens inwestowania przez dostawców taboru w takie modele. Poza tym zainteresowanie odmianami zasilanymi metanem, w tym pod postacią biogazu CBG uważanego za paliwo przyszłości, wyjątkowo szybko rośnie – paliwo to cieszy się dużą popularnością już na kilku rynkach, szczególnie we Włoszech, w Niemczech, Norwegii, Szwecji i we Francji. Wynika to z większej dostępności tego paliwa w tych krajach dzięki stale rozwijanej infrastrukturze oraz korzystnemu całkowitemu kosztowi posiadania odmian tego rodzaju.

W odniesieniu do samej infrastruktury⁵⁹ trzeba wskazać na pewne odmienności dotyczące tankowania CNG/CBG oraz LNG/LBG. W przypadku CNG istnieją dwa typy stacji jego tankowania:

- wolnego tankowania – stacja tankowania CNG składająca się z kompresora lub pary kompresorów tłoczących gaz z rur przesyłowych o ciśnieniu 5-20 barów bezpośrednio do pojazdów,
- szybkiego tankowania – stacja tankowania CNG zbudowana z kompresora lub pary kompresorów tłoczących gaz z rur przesyłowych do zbiorników kumulacyjnych, gdzie jest przechowywany. Podczas tankowania pojazdów używa się gaz ze zbiorników kumulacyjnych. Czas tankowania pojazdu na tego rodzaju stacji wynosi około 10 minut.

W momencie tankowania CNG pojazdy są napełniane sprężonym gazem ziemnym. Ze względów praktycznych ciśnienie tankowania kształtuje się na wyższym poziomie niż ciśnienie w pojeździe (200 barów) i równa się 220-250 barów. Tankowanie CNG odbywa się na zasadzie różnicy ciśnień. Aby zatankować pojazd, trzeba go podłączyć do dystrybutora poprzez ustandaryzowane złącza NGV1 i NGV2, różniące się średnicą. Ma ona wpływ na czas tankowania, który pozostaje jednak zbliżony dla obu złącz. Sprzedaż CNG rozlicza się w metrach kwadratowych sprężonego gazu. W kwestii bezpieczeństwa w Polsce do tankowania pojazdu wymagane

⁵⁹ Scania Polska, materiały wewnętrzne na temat paliw alternatywnych, 2019.

są zaś wyspecjalizowana obsługa oraz ukończenie szkolenia (certyfikat) osoby tankującej. Poza granicami naszego kraju w większości stacji dopuszczalne są samodzielne tankowania przez kierowcę.

Z kolei LNG/LBG to przede wszystkim paliwo bazujące na technologiach upłynnienia gazu ziemnego/biogazu. W trakcie takiego upłynnienia jego objętość zmniejsza się 7-krotnie. Aby można było tego dokonać, gaz ziemny musi zostać dostarczony do skraplarni, gdzie w procesie schładzania następuje jego uwodnienie przy temperaturze poniżej -157°C . Gaz w formie płynnej zostaje załadowany pompami do transportu i dostarczony do stacji tankowania. W miejscu docelowym następuje przetankowanie LNG do głównego zbiornika stacji. LNG dostarcza się do dystrybutora za pomocą pompy kriogenicznej o ciśnieniu roboczym 10 lub 12 barów. Co istotne, LNG podlega procesowi parowania, zarówno w zbiornikach pojazdu, stacji tankowania, jak i podczas transportu. Dlatego istnieją przeliczniki inercji własnej gazu określające, jak długo magazyny utrzymają gaz w postaci płynnej. Średnio magazyny stacji utrzymują gaz bez większych strat w ciągu miesiąca, a pojazdy przez kilka dni – maksymalnie do 6 dni. Przy tym w sytuacji takiego dłuższego postoju wskazane bywa chronienie zbiornika przed promieniami słonecznymi, gdyż na skutek wzrostu temperatury następuje wzrost ciśnienia gazu. Minimalne ciśnienie nie może natomiast spaść poniżej 8 barów. W związku z tym instalacje gazu ciekłego są zaopatrzone w specjalne rurki, pozwalające na ujście nadmiaru gazu, tak by wzrost ciśnienia nie spowodował rozprężenia czy rozerwania elementów układu. Samo tankowanie odbywa się za pomocą dwóch połączeń: jednego węża tankującego LNG oraz jednego węża odsysającego. Jeżeli dystrybutor lub pojazd nie mają złącza odsysającego, nie jest możliwe zatankowanie zbiornika do 100% objętości. Zgromadzony w nim gaz rozprężony zostaje skompresowany. Sprzedaż gazu LNG odbywa się w kilogramach.

Uwagi co do bezpieczeństwa pozostają zaś takie same jak w przypadku sprzedaży gazu sprężonego, tzn. w Polsce do tankowania pojazdu wymagana jest wyspecjalizowana obsługa oraz ukończenie szkolenia (certyfikacja) osoby tankującej, podczas gdy poza granicami naszego państwa w większości stacji dopuszcza się samodzielne tankowanie przez kierowcę. Ponadto, niezależnie od tego, czy tankuje pracownik stacji, czy kierowca, osoba tankująca musi być zaopatrzona w stosowną odzież ochronną ze względu na niską temperaturę tankowanego gazu skroplonego. Pakiet tej odzieży obejmuje ochronne okulary, rękawice i fartuch. Oprócz tego stacje tankowania CNG/CBG mogą funkcjonować jako stacje wpięte do sieci gazowej, a stacje LNG/LBG – jako stacje niezależne, pozbawione takiego przyłącza, zaopatrywane w gaz z cystern samochodowych. Stacje tankowania CNG/CBG wyróżniają:

- zasilanie w gaz z rur przesyłowych – 5/20 barów,
- system kompresorów 260 barów, 36 kW, wydajność – 120/240 m³/h, 2660 m³/dobę,
- opcjonalnie zbiorniki kumulacyjne,
- przyłącze tankowania NGV1 lub NGV2.

Stacje takie pokrywają zapotrzebowanie: samochód ciężarowy – 133-167 m³, auto dostawcze – 40 m³, auto osobowe – 30 m³ – suma przykładu – 350 m³, pojemność butli kumulacyjnych – 490 m³. Są też często ogólnodostępne oraz wyróżniają się relatywnie niskim kosztem inwestycji w ich zbudowanie, łatwością wpięcia w infrastrukturę gazową lub system dostaw gazu, łatwością zarządzania magazynem oraz brakiem negatywnego wpływu na środowisko. Do wzniesienia takich stacji wymagane są następujące dokumenty:

- zgoda środowiskowa na inwestycję,
- pozwolenie na budowę,
- zgoda na przyłączenie do sieci,
- zgoda na dostawę energii elektrycznej,
- koncesja na sprzedaż paliw.

Stacje tankowania LNG/LBG są oparte na:

- dostawie i rozładunku gazu do butli zbiorczej kriogenicznej o pojemności przykładowo 80 000, 60 000 lub 45 000 l,
- pompie dla cieczy niskotemperaturowych o ciśnieniu 8, 10, 12 barów (10 kW, 10 barów),
- opcjonalnie systemie chłodzenia zbiornika kriogenicznego azotem,
- opcjonalnie systemie ogrzewania gazu i dostawy rozprężonego gazu pod ciśnieniem 5 barów,
- dystrybutorze tankowania płynnego gazu.

Stacje te charakteryzuje to, że gaz LNG jest niezależnie dystrybuowany i stanowi bezpieczny produkt gwarantujący bezpieczeństwo energetyczne. Wśród innych kluczowych zalet znalazły się: łatwe zarządzanie magazynem z terminowymi dostawami oraz brak negatywnego wpływu na środowisko. Dokumenty wymagane do wzniesienia i uruchomienia takich stacji to:

- zgoda środowiskowa na inwestycję,
- pozwolenie na budowę,
- zgoda na dostawę energii elektrycznej,
- koncesja na sprzedaż paliw.

Przyjmuje się, że jedna cysterna naczepowa zabiera 80 m³, zapotrzebowanie dla samochodu ciężarowego jest równe 333-500 kg, a wydajność stacji to 100 pojazdów na dobę.

Zatem gaz ziemny jest paliwem kopalnym, relatywnie łatwiej dostępnym niż ropa naftowa, bo jego podaż pozostaje wyższa i bardziej zdywersyfikowana geograficznie niż podaż ropy. Gaz jest bowiem bardziej równomiernie rozmieszczony na świecie i zazwyczaj proponowany po przystępnej cenie, przy zachowaniu niskiego kosztu. Tym samym napęd na gaz ziemny to jedna z najbardziej rynkowych alternatywnych koncepcji napędu. Argumenty przemawiające na jego korzyść obejmują fakt, że stosowane paliwo jest naturalnie czystsze niż nawet najlepszy dzisiaj używany olej napędowy. W rezultacie wymaga mniej skomplikowanej obróbki spalin, co redukuje zarówno koszty systemu, jak i jego masę. Kolejny atrybut polega na tym,

że silniki na gaz ziemny generują o blisko 10% mniej gazów cieplarnianych niż ich ekwiwalenty na olej napędowy i do 20% mniej niż ich odpowiedniki na benzynę – ogólnie wykorzystanie gazu przyczynia się do ograniczenia emisji CO₂ o 15-20%. Co więcej, nowe technologie powodują, że silniki gazowe wyróżniają się coraz lepszymi parametrami, tzn. przy zadanej pojemności uzyskują osiągi niewiele gorsze niż dieslowskie odpowiedniki. W dodatku zbiorniki gazu są coraz lżejsze oraz pojemniejsze, co wpływa na mniejszy spadek ładowności i wzrost zasięgu.

Następny z rodzajów gazu – biometan – to gaz otrzymany po rafinacji biogazu, który może powstawać m.in. z odpadków żywnościowych czy w oczyszczalniach ścieków. Napełnianie nim zbiorników pozwala na redukcję emisji CO₂ na poziomie nawet 95%. To też niezwykle interesujące paliwo z europejskiej perspektywy. Ma duży potencjał redukcji emisji CO₂ oraz innych substancji szkodliwych. Kiedy biometan jest używany w czystej postaci lub jako domieszka, emisja CO₂ staje się jeszcze niższa.

Istotną zachętę do wdrażania taboru gazowego nie tylko w ruchu krótkodystansowym, miejskim, ale i na dłuższych trasach stanowią różnego rodzaju ulgi i zwolnienia. Dla jeżdżących w Niemczech czy przez Niemcy kluczową rolę pełni zwolnienie z opłaty drogowej Maut. Pierwotnie samochody na gaz ziemny miały być zwolnione z opłat drogowych od samochodów ciężarowych do końca 2020 roku⁶⁰. Poza tym stosowanie gazu LNG daje wiele możliwości otrzymania dofinansowania, tak jak to funkcjonuje w innych krajach Unii Europejskiej, gdzie państwo refunduje część kosztów zakupu pojazdu. Kolejny czynnik przekładający się na obniżenie kosztów eksploatacji stanowi decyzja Niemiec o zniesieniu opłat drogowych na lata 2019-2020 dla egzemplarzy zasilanych gazem LNG/CNG. Analogiczna ulga dotyczy wydań elektrycznych. Zniesienie to zostało przegłosowane przez Bundestag 19 października 2018 roku. Zgodnie z nim, uwzględniając ekologiczne walory napędu gazowego – CNG i LNG – w pojazdach ciężarowych, w 2019 i 2020 roku nie pobierano opłat za korzystanie z dróg. Bonifikata dla wariantów zasilanych LNG i CNG zależała od normy emisji spalin oraz liczby osi i wynosiła od 9,3 do 18,7 eurocenta za kilometr. W 2018 roku zakładano, że w 2021 roku i w kolejnych latach, dokładnie od 1 stycznia 2021 roku, bonifikata ta obejmie zwolnienie z opłaty środowiskowej – za zanieczyszczanie powietrza. W rezultacie egzemplarze na gaz będą objęte mytem (Maut) w obniżonej wysokości, gdyż na tę opłatę złożą się dwa z trzech składników. Będzie to opłata za infrastrukturę oraz opłata za hałas, bez uwzględnienia opłaty za emisję spalin. Powinno to wystarczyć, by całkowicie zrekompensować wyższy koszt leasingu odmiany gazowej. Oczywiście realnie koszt tej ulgi będzie zależeć od liczby kilometrów pokonanych na niemieckich płatnych drogach. Przyjmując, że wartość ta kształtuje się na poziomie 50 000 km rocznie, można szacować, że tylko w dwóch pierwszych latach redukcja wydatków na Maut sięgnie kwoty 9350 EUR

⁶⁰ https://www.toll-collect.de/pl/toll_collect/rund_um_die_maut/meldungen/detailsseite_news_8768.html

rocznie, czyli aż 18 700 EUR dla dwóch lat. Ta sumaryczna oszczędność pokrywa więc około 30-35% wyższego kosztu zakupu modelu gazowego w porównaniu z tradycyjnymi wysokoprężnymi odpowiednikami. A zatem samo zwolnienie powinno stymulować rozwój rynku aut gazowych w Niemczech. Ustawodawca spodziewa się, że za rozwojem rynku pojazdów podąży także rozbudowa stacji tankowania gazu – stacji CNG i stacji LNG. Ponadto ta ulga może stymulować rozwój takiego rynku w naszym kraju, gdyż duża część rodzimych przewoźników jeździ do Niemiec lub przemierza ten kraj w ramach ruchu tranzytowego.

Okres obowiązywania tego zwolnienia został przedłużony do 31 grudnia 2023 roku⁶¹. Z opłat drogowych od samochodów ciężarowych zwolnione są pojazdy zasilane wyłącznie lub przeważnie gazem ziemnym. Należą do nich samochody ciężarowe z napędem na CNG (sprężony gaz ziemny, *Compressed Natural Gas*), NG (gaz ziemny, *Natural Gas*) lub LNG (skroplony gaz ziemny, *Liquefied Natural Gas*). Zwolnienie nie dotyczy napędu na LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). Zbiorniki gazu ziemnego muszą mieć następującą pojemność minimalną:

- CNG – co najmniej 300 l lub 50 kg,
- LNG – co najmniej 300 l lub 115 kg,
- NG – co najmniej 300 l.

Rejestracja pojazdu zwolnionego z opłat drogowych w Toll Collect jest ważna przez okres maksymalnie dwóch lat. Po upływie tego czasu można ją przedłużyć. Zwolnienie pojazdów na gaz ziemny z opłat drogowych dobiegnie końca w dniu 31 grudnia 2023 roku.

1.5.2. Inne alternatywne paliwa ciekłe⁶²

Innymi, tym razem ciekłymi rodzajami paliw alternatywnych są biodiesel, czyli paliwo wytwarzane z roślin oleistych, mogące zmniejszyć emisję CO₂ o 66%, oraz uwodornione oleje roślinne (HVO). Do tej grupy mogą się zaliczać e-paliwa. W przypadku biodiesla wyróżnia się dwie dalsze opcje: biodiesel FAME (*Fatty Acid Methyl Esters* – estry metylowe kwasów tłuszczowych zarówno roślinnych, jak i zwierzęcych) oraz biodiesel RME (metylowy ester rzepakowy). Ten pierwszy stosuje się jako biokomponent przy produkcji tradycyjnego oleju napędowego. Uzyskuje się go w procesie transestryfikacji olejów roślinnych z metanolem. Ten drugi wytwarza się z oleju rzepakowego. Ma on właściwości fizykochemiczne zbliżone do oleju napędowego oraz należy do paliw odnawialnych i biodegradowalnych. Jego stosowanie obniża całkowitą emisję gazów cieplarnianych (GHG), czego dowód stanowi certyfikat potwierdzający spełnienie Kryteriów Zrównoważonego Rozwoju. Wśród innych jego wyróżników znalazły się: bardzo dobre własności niskotemperaturowe

⁶¹ Tamże.

⁶² Oparto ma materiałach koncernów Scania, Volvo, DAF i IVECO na temat gazu jako paliwa, z lat 2010-2021.

i właściwości smarne wpływające korzystnie na pracę i trwałość silnika oraz niska zawartość siarki. Kluczowe są więc tu argumenty proekologiczne, takie jak brak zanieczyszczeń powietrza związkami siarki oraz to, że część wyemitowanego w trakcie spalania dwutlenku węgla została wcześniej wchłonięta przez rośliny. Tymczasem w przypadku spalania oleju napędowego dwutlenek węgla pochodzi z ropy naftowej, co oznacza, że spalanie FAME powoduje mniejsze ilości emisji dodatkowego CO₂ wydzielanego do atmosfery. Poza tym FAME cechują niskie koszty i łatwość wytworzenia. Niemniej – z drugiej strony – spalanie FAME zwiększa o około 20% emisję tlenków azotu (NO_x), a jego użycie wiąże się z koniecznością wprowadzenia pewnych modyfikacji w silnikach.

Innym rodzajem biodiesla jest biodiesel HVO, czyli uwodniony olej roślinny (*Hydrogenated Vegetable Oil*), z punktu widzenia budowy chemicznej niemal identyczny z tradycyjnym olejem napędowym. To wysokiej jakości paliwo do silników wysokoprężnych powstałe na biokomponentach nie ma negatywnego wpływu na logistykę paliwową, silniki oraz na emisję i układy oczyszczania szkodliwych spalin. Można je otrzymywać z różnych źródeł, takich jak zużyty olej, olej rzepakowy, olej palmowy i tłuszczy zwierzęcy. Korzystanie z tych źródeł energii ma olbrzymi wpływ na łączną emisję gazów cieplarnianych. W optymalnych warunkach emisja CO₂ może być nawet o 90% niższa niż w przypadku standardowego oleju napędowego. Oprócz tego właściwości pozostają zbliżone czy wręcz identyczne jak w odniesieniu do klasycznego oleju napędowego.

Do innych ciekłych, popularniejszych biopaliw stosowanych obecnie (stan na rok 2022) w transporcie należy bioetanol – paliwo ED95. Jest to etanol z dodatkiem ułatwiającym zapłon. Może być wytwarzany z biomasy, w tym z odpadów. Umożliwia redukcję CO₂ o 90%. Jest dostępny w dużych ilościach, co najprawdopodobniej się nie zmieni. Główna jego zaleta polega właśnie na tej powszechnej lokalnej dostępności w relatywnie dużych ilościach na całym świecie oraz na tym, że można go wytwarzać z różnego rodzaju surowców, takich jak trzcina cukrowa, pszenica i kukurydza. Do jego produkcji można również używać skrobi lub odpadów bogatych w cukier, takich jak celuloza bądź chleb. W dodatku jego produkcja zalicza się do stosunkowo łatwych, nawet na małą skalę.

Do napędu swoich pojazdów Scania poleca paliwo etanolowe E95, będące mieszaniną 97-procentowego etanolu w ilości 92,2%, eteru MTBE w ilości 2,3%, izobutanolu w ilości 0,5%, inhibitora korozji w ilości 90 ppm oraz aktywatora zapłonu w ilości 5%. Ten ostatni jest konieczny, by w silniku Diesla doszło do samoczynnego zapłonu etanolu, a opatentowała go i produkuje szwedzka firma Sekab (Svensk Etanolkemi AB).

Ogólnie etanol na pozór wydaje się mniej opłacalny w zastosowaniu niż olej napędowy. Pojazd przygotowany do zasilania nim kosztuje o około 10% więcej niż pojazd z tradycyjnym silnikiem Diesla. Do tego, na skutek niższej wartości opałowej E95 niż oleju napędowego, eksploatacyjne zużycie paliwa etanolowego przekracza zużycie tego oleju od 30 do aż 50%. Przykładowo 12-metrowy autobus w ruchu

miejskim zużywa przeciętnie 35 l oleju i 52 l etanolu. Co więcej, silniki na etanol, będący „suchym” paliwem, charakteryzują się o wiele niższymi przebiegami międzyobsługowymi niż tradycyjne jednostki diesla, co podnosi koszty i częstotliwość przeglądów. Lecz na tym kończą się wady E95 i zaczyna bardzo długa lista jego zalet, obejmująca:

- czynniki strategiczne i polityczne – etanol może być produkowany w Europie w oparciu o własne zasoby (ziemia, rośliny, odpady, zasoby ludzkie). Do tego zwiększanie produkcji etanolu przekłada się na zmniejszanie importu ropy naftowej, pochodzącej na starym kontynencie w większości z regionów niepewnych lub niestabilnych, jak państwa arabskie czy Rosja;
- cechy etanolu – jest to paliwo płynne, które nie stwarza większych problemów w obrocie związanych przykładowo z zapewnieniem bezpieczeństwa dostaw;
- względy logistyczne – etanol można tankować, stosując istniejącą już infrastrukturę, co eliminuje dodatkowe nakłady związane z dystrybucją, a technologia jego produkcji jest mało skomplikowana;
- brak negatywnego wpływu na silniki – nie stwierdzono, by etanol skracał czas eksploatacji silników, w których jest używany. Trwałość tych silników pozostaje na poziomie żywotności reprezentowanej przez tradycyjne diesle;
- niski poziom hałasu etanolowych silników, niższy niż emitowany przez silniki diesla;
- ograniczony negatywny wpływ na środowisko – etanol to jedyne stosowane obecnie (stan na rok 2022) na masową skalę w pełni ekologiczne paliwo. Emisja substancji szkodliwych – cząstek stałych (PM) i związków azotu (NO_x) – pozostaje na niskim poziomie. Poza tym dwutlenek węgla emitowany przy spalaniu E95 podlega naturalnemu recyklingowi, gdyż powstający w procesie spalania etanolu jest wchłaniany przez te same rośliny, z których następnie produkuje się ekologiczne paliwo. A rośliny te w procesie fotosyntezy przetwarzają dwutlenek w tlen;
- czynnik ekonomiczny – wysokie ceny ropy naftowej zachęcają do stawiania na etanol. W Szwecji przejście na paliwo etanolowe i związana z tym wymiana pojazdów stały się opłacalne w momencie, gdy cena ropy przekroczyła 40 USD za baryłkę. Gdy cena baryłki wynosi około 60 USD, koszty eksploatacji pojazdów zasilanych etanolem są porównywalne czy nawet niższe w zestawieniu z kosztami użytkowania pojazdów zasilanych olejem napędowym. Podobna sytuacja występuje w Polsce. Przy tym w sytuacji ewentualnej produkcji u nas w kraju, ze względu na jej niewielkie koszty, cena mogłaby być o kilka czy nawet kilkanaście groszy niższa. Przy niemal o 50-70% wyższej cenie litra ropy etanol staje się więc atrakcyjną alternatywą.

Czy w takim razie dojdzie w Polsce do uruchomienia wytwarzania etanolu? Trzeba stwierdzić, że mamy wszelkie warunki polityczne, ekonomiczne, techniczne i naturalne do tego, by rozpocząć wytwarzanie paliwa etanolowego z przeznaczeniem na potrzeby własne oraz na eksport. Surowcem do produkcji mogą być zboża, odpady leśne, ziemniaki, buraki cukrowe i inne rośliny. Przemysłowe zastosowanie etanolu

pozwala na uprawianie roślin na nieużytkach lub terenach skażonych ekologicznie (hałdy, wysypiska, obszary wokół dróg, autostrad). Zgodnie z danymi producentów etanolu do wytworzenia 100 mln l tego paliwa trzeba odpowiednio 70 000 ha upraw pszenicy bądź 88 000 ha upraw żyta albo 52 000 ha upraw ziemniaków. Ponieważ nie są to wyjątkowo wymagające uprawy, wiele biedniejszych obszarów wiejskich o wyjątkowo wysokiej stopie bezrobocia i niskich zasobach kapitału (tereny po byłych PGR, ściana wschodnia) dostałoby możliwości rozwoju. Szansę taką, w tym na tych obszarach, dostaliby również oczywiście producenci etanolu, co wiązałoby się z reaktywowaniem lokalnej produkcji spirytusu z przeznaczeniem na paliwo. Przyjmując, że średni tabor polskiego dużego miasta liczy około 450 autobusów, które zużyłyby rocznie 24 mln l etanolu, produkcja etanolu tylko na potrzeby takiej aglomeracji wymagałaby zatrudnienia około 1200 osób. W przeciętnej małej gorzelnii pracuje bowiem 10 osób, a wytwarza ona rocznie 200 000 l tzw. surówki. A zatem jedna aglomeracja przywróciłaby do ekonomicznego życia nawet 120 małych gorzelnii, usytuowanych głównie na wsiach. A takich dużych aglomeracji jest kilka, nasze miejskie przedsiębiorstwa komunikacyjne dysponują zaś ponad 11 000 autobusów. Do tego mogą dojść autobusy stosowane w przewozach podmiejskich i lokalnych oraz pojazdy dystrybucyjne, w tym do ciężkiej dystrybucji miejskiej oraz lokalnej. Daje to łącznie ponad 20 000 jednostek taboru.

Decyzje polityczne i odpowiednie wsparcie ze strony państwa w szybkim czasie i relatywnie małym kosztem dałyby pracę tysiącom ludzi, głównie ze wsi i małych miasteczek, z natury mało mobilnych i dziś rozpieszczanych przez rządzących nie pomysłem na życie, lecz wizjami politycznych zasiłków. Trzeba również stwierdzić, że nasze niewykorzystane zasoby ludzkie i rzeczowe pozwalają uruchomić produkcję, która zaspokoi nie tylko własny, potencjalnie znaczny popyt, ale może być z powodzeniem eksportowana. Przykładowo mocno opowiadająca się za etanolem Szwecja, ze względu na panujące w niej warunki naturalne, jest w stanie zaspokoić swoje potrzeby jedynie w 30% i raczej nie ma możliwości zwiększenia tej wartości. Dodatkowo, jak twierdzą eksperci, Europa, w tym Polska, ma większe możliwości produkcji bioetanolu niż estrów olejów roślinnych. Dlaczego zatem nie wykorzystać szansy, jaką samo życie nam daje?

Podaż biopaliw – biodiesla oraz alkoholu – jest i będzie jednak w pewnym wymiarze ograniczona, gdyż paliwa alternatywne oparte na surowcach roślinnych nie mogą stwarzać konkurencji (wystąpienie tzw. efektu wypychania) dla produkcji żywności. Areal upraw jest zaś i będzie limitowany, podobnie jak możliwy do uzyskania wzrost wydajności (wielkość plonów z hektara upraw). Nie da się w takim razie zapewnić odpowiedniej podaży surowca, nawet przy obsianiu wszelkich nieużytków i terenów skażonych czy narażonych na skażenie (przy drogach, zakładach przemysłowych itd.). Także przejście z biopaliw pierwszej do biopaliw drugiej generacji stanowi nie rozwiązanie docelowe, lecz raczej próbę zastąpienia jednego nieoptymalnego drugim niezbyt udanym. W tym kontekście niewiele pomogą substancje syntetyczne czy zbieranie przepracowanego oleju roślinnego. Dlatego zachodzi

tu nie pełna substytucja, lecz pewna komplementarność, co oznacza, że biopaliwa sprawdzają się raczej jako dodatek do tradycyjnych paliw, a nie jako ich pełnoprawne zastępstwo.

Listę potencjalnych opcji uzupełniają tzw. e-paliwa⁶³. Problem dotyczy pozyskania wysokiej jakości syntetycznego oleju napędowego w oparciu o przetworzony CO₂ oraz wodór z elektrolizy uzyskany przy spożyciu energii odnawialnej. Za podstawowe zalety takiego działania należy uznać: redukcję emisji CO₂ aż do 100%, możliwość wykorzystania już istniejącej infrastruktury oraz nadawanie się do zastosowania we wszystkich istniejących silnikach wysokoprężnych. Niemniej, z drugiej strony, aktualnie (stan na rok 2022) istnieje poważna przeszkoda w większym rozpowszechnianiu, polegająca na bardzo wysokiej cenie produkcji i w związku z tym cenie sprzedaży, równej od 2,60 do nawet 4,50 EUR za litr, co czyni tę propozycję kompletnie niekonkurencyjną. Na obecnym etapie konieczna wydaje się w takim razie obniżka podatków na tak pozyskane paliwo. Obniżka ta, wraz ze spadkiem jednostkowej ceny wytworzenia, wskutek dyfuzji wiedzy i upowszechnienia tej technologii, przy jej dalszym doskonaleniu, powinna mianowicie przełożyć się na spadek jednostkowej ceny zbytu aż do poziomu akceptowalnego rynkowo, czyli w pełni konkurencyjnego w stosunku do tradycyjnych paliw kopalnych.

Schemat powstawania e-paliwa (energia do cieczy) prezentuje się następująco. Energia elektryczna pochodząca ze źródeł odnawialnych służy w procesie elektrolizy, stanowiącym etap przed procesem właściwej syntezy paliwa – metody syntetycznej realizowanej przy użyciu wody i dwutlenku węgla oraz za pomocą pozyskiwanej w sposób ekologiczny energii elektrycznej i słonecznej. E-diesel powstaje wobec tego ze składników w żadnym stopniu nie kojarzących się z pracą w jednostkach wysokoprężnych. Wodę w procesie elektrolizy podgrzewa się do temperatury około 800°C. Po zamianie jej w parę następuje rozkład na wodór i tlen. Następnie wodór w kolejnych procesach chemicznych w reaktorach syntezy reaguje z dwutlenkiem węgla. Procesy te przebiegają w temperaturach sięgających około 220°C i pod ciśnieniem 25 barów. W ramach tych procesów syntezy otrzymuje się ciecz energetyczną o nazwie *blue crude*, której skład bazuje na związkach węglowodorowych. Po jej uszlachetnieniu można już mówić o syntetycznym paliwie e-diesel. Paliwo takie wyróżnia się wysoką liczbą etanową, nie zawiera przy tym szkodliwych związków siarki. Następnie odbywają się dystrybucja i spalanie tego paliwa przez pojazdy. CO₂ wyemitowany przy tym spalaniu jest w dalszej kolejności pochłaniany w specjalnym procesie i kierowany jako składnik do syntezy nowego paliwa. E-paliwa należą więc do grupy paliw neutralnych środowiskowo – ilość CO₂ wyemitowanego podczas ich spalania w przybliżeniu odpowiada ilości CO₂ pochłoniętego i wykorzystanego w procesie przygotowywania kolejnych partii tego nośnika energii.

Niemniej w dzisiejszych realiach pełna proekologizacja wiąże się z montażem wyłącznie całkowicie elektrycznego układu napędowego, czyli nawet nie układu hy-

⁶³ Na podstawie materiałów wewnętrznych DAF Trucks na temat biopaliw, 2019.

brydowego – spalinowo-elektrycznego, lecz jedynie elektrycznego. Przy czym i tak etap pośredni do pełnej elektryfikacji stanowią rozwiązania hybrydowe. Technologie hybrydowe będą stosowane w odniesieniu do wielu rozwiązań miejskich, takich jak dystrybucja i gospodarka odpadami, ale w krótkim okresie autobusy pozostaną najczęstszą aplikacją. Poza tym, wykorzystując system modułowy do wymiany lub uzupełnienia silników spalinowych, można się spodziewać, że nawet transport długodystansowy wkrótce skorzysta z tej technologii.

1.5.3. Elektryfikacja

Lobby proelektryfikacyjne dość powszechnie wskazuje, że zrównoważony transport powinien się odbywać poprzez jego elektryfikację. Przy czym dozwolone są różne rodzaje elektryfikacji – w pełni zelektryfikowanych pojazdów:

- akumulatorowa,
- akumulatorowa z możliwością doładowania na trasie – tzw. doładowanie *plug-in* czy/i pantografowe,
- akumulatorowa z doładowaniem pantografowym na pewnym odcinku pokonywanej trasy.

Ponieważ do głównych zalet eksploatacyjnych pojazdów elektrycznych można zaliczyć:

- brak miejscowej emisji substancji szkodliwych (poprawa jakości życia lokalnych mieszkańców), jeśli nie uwzględni się kwestii pochodzenia samej energii elektrycznej, tzn. tego, z czego została ona wyprodukowana,
- ograniczoną lokalną emisję hałasu i praktyczny brak wibracji,

dlatego warianty takie wręcz idealnie nadają się do obsługi ruchu w miastach. Kwestia dotyczy typowego ruchu w miastach w postaci w pierwszym rzędzie dystrybucji oraz wykonywania zadań w służbach komunalnych, głównie przy zbiórce odpadów.

Jakie są w takim razie siły napędowe zelektryfikowanego transportu ciężkiego, w tym w pierwszym rzędzie w miastach?

Przede wszystkim elektryfikacja sektora transportu to globalny trend, napędzany potrzebą przestawienia społeczeństwa na wolne od paliw kopalnych źródła energii. UE chce stymulować elektryfikację w celu nie tylko zmniejszenia emisji substancji szkodliwych dla środowiska i klimatu, ale mając nadzieję, że doprowadzi to również do rozwoju technologii, strategii i instrumentów polityki, które reszta świata może użyć. W ten sposób da się osiągnąć efekt dźwigni, który w dłuższej perspektywie może mieć większy wpływ na globalne emisje, nie tylko na własne unijne redukcje emisji. UE sformułowała wymagania dla nowo zarejestrowanych samochodów ciężarowych klasy tonażowej ciężkiej (powyżej 16 000 kg dopuszczalnej masy całkowitej) dotyczące średnich emisji dwutlenku węgla, które muszą zostać spełnione w 2025 i 2030 roku. Wszyscy producenci są zobowiązani do zapewnienia, że średnie emisje dwutlenku węgla z samochodów ciężarowych sprzedanych w UE są poniżej pewnych limitów. Zgodnie z oceną producentów pojazdów ciężkich wymagań na

lata 2025 i 2030 nie da się spełnić bez udziału modeli elektrycznych. Chociaż emisje z transportu miejskiego jako całości są stosunkowo niewielkie w stosunku do całkowitej wielkości emisji z sektora transportu, to właśnie tam elektryfikacja będzie rozwijała się najszybciej. Dzieje się tak, ponieważ wersje do tego typu zastosowań są już dostępne i należy unikać szkodliwych lokalnych emisji w gęsto zaludnionych obszarach, oprócz korzyści płynącej z cichej pracy, jaka wiąże się z elektryfikacją. Jednak przy obliczaniu średniej emisji dwutlenku węgla we flocie pojazdy te mają niższą wagę niż w przypadku ruchu regionalnego i dalekobieżnego, co oznacza, że do 2025 roku część tego ruchu również musi zostać zelektryfikowana, aby osiągnąć cele. Szwedzkie stowarzyszenie branżowe BilSweden⁶⁴ prognozuje, że do 2030 roku udział elektrycznych samochodów ciężarowych w całkowitej ilości sprzedaży nowego taboru tego rodzaju wyniesie 30-50%. Odnowienie całej floty zajmuje przewoźnikom około dziesięciu lat. W związku z tym nawet przy zwiększonej elektryfikacji dostrzega się nadal konieczność stosowania silników spalinowych, ale zasilanych zrównoważonymi biopaliwami lub innymi paliwami niekopalnymi.

W takiej sytuacji można rozważyć wprowadzenie – chociaż zapewne na ograniczoną skalę, w tym w wybranych godzinach – wjazdu pojazdów zelektryfikowanych, zarówno lekko- (*mild*) hybrydowych przy jeździe w trybie całkowicie elektrycznym, jak i zeroemisyjnych, w pełni elektrycznych, do centrów miast. Takie pojazdy ciężarowe, mające pozwolenie w ogóle na wjazd do centrów czy wjazd do nich w określonych godzinach, w pierwszym rzędzie będą służyły do:

- dostaw do sklepów i restauracji,
- odbioru nieczystości, szczególnie jeśli zostanie zastosowane ciche nadwozie śmieciarki z napędem w pełni elektrycznym,
- sprzątnia, szczególnie jeśli będzie to cicha oczyszczarka z napędem w pełni elektrycznym.

1.5.4. Wodór

Listę rozpatrywanych podstawowych opcji zamykają wysokowydajne napędy oparte na wodorze i technologii ogniwi paliwowych. Jak na razie prace nad wykorzystaniem wodoru są obiecujące, ale w tej materii wciąż jest jeszcze wiele do zrobienia. Od strony technicznej w rozwiązaniu tym ogniwa paliwowe wykorzystują reakcję chemiczną wodoru z tlenem, aby wytworzyć energię pozwalającą napędzać silnik elektryczny. Cechują się też sprawnością dochodzącą do 55%, dzięki temu są bardziej wydajne niż silnik spalinowy. Oznacza to, że całkowity bilans energetyczny także okazuje się lepszy. Nie ma zatem wątpliwości co do potencjału i sensu wdrożenia technologii ogniwi paliwowych oraz spożytkowania wodoru jako magazynu energii. Wodór odgrywa w takim razie dużą rolę w ogólnościatowych dyskusjach dotyczących klimatu, a wytwarzany z wykorzystaniem energii odnawialnej przede

⁶⁴ Prasa BilSweden (mobilitysweden.se), <https://mobilitysweden.se/aktuellt/press>

wszystkim umożliwia znaczne ograniczenie niezwykle szkodliwej dla klimatu emisji CO₂. Tym bardziej, że wykazuje minimalny negatywny wpływ na środowisko – zachowuje pełną proekologiczność – oraz, jako źródło energii, zapewnia wysoki poziom sprawności zasilanym przez niego silnikom, jest łatwy do transportu i umożliwia szybkie tankowanie. Dlatego właśnie część wytwórców aut bardzo dokładnie analizuje mocne i słabe strony oraz szanse i zagrożenia oferowane przez tę technologię w drogowym transporcie towarowym, szczególnie że dokonywane porównania powinny być bardzo rzetelne.

Wdrożenie stanowiącego alternatywę wodoru wymaga jego produkcji przez sektor wodorowy HD na poziomie⁶⁵:

- na całym świecie – 210 mln t H₂ rocznie, 7000 TWH rocznie,
- w samych Niemczech – 6 mln t H₂ rocznie i 200 TWH rocznie.

Do tego należy wprowadzić całkowicie nowy łańcuch wytwarzania wodoru. Jeśli przyjąć, że jego lokalna/regionalna produkcja równa jest 62 kWh, straty na przesyśle 6% – $\eta = 94\%$ – 1,2%/100 km, a dystans przemieszczania 500 km, z kolei stacja napełniania wodoru znajduje się na miejscu, to wówczas uzyskuje się: elektroliza – wykonywana przez małą jednostkę – $\eta = 65\%$, kompresja i wstępne chłodzenie (*precooling*) – $\eta = 88\%$. Za alternatywę – optymalne rozwiązanie uważa się zaś globalnie najlepszą lokalizację do produkcji energii o wartości 64 kWh oraz dokonanie na miejscu elektrolizy o wydajności $\eta = 70\%$ i stosowanie dużej jednostki, pozwalającej na przeprowadzenie gazyfikacji o wydajności na poziomie $\eta = 81\%$ – LH2. Do tego trzeba dodać sprężanie gazu ciekłego – $\eta = 99\%$, straty na przemieszczaniu statkami – $\eta = 95\%$ 27 kWh/100 km/kontener, 20 000 km w obie strony oraz straty transportowe przy przewozie samochodami – $\eta = 97,5\%$, 270 kWh/3500 kg/100 km, 1000 km w obie strony.

Jeśliby zatem na tej podstawie założyć optymalny scenariusz tworzenia pełnego łańcucha produkcji wodoru służącego do napędu samochodów ciężarowych, wówczas należałoby przyjąć niżej opisane założenia.

Najlepszym wyjściem do dostępu do taniej i w pełni proekologicznej energii elektrycznej potem przeznaczonej do sprężania/skraplania wodoru wydaje się jej pozyskanie z farm baterii słonecznych. Powierzchnia konieczna do wytworzenia wodoru niezbędnego do zaspokojenia ogólnoswiatowego zapotrzebowania na niego – rocznie określonego na 7000 TWH (roczne światowe zapotrzebowanie – konsumpcja energii HD) – wynosi 136 900 km². Wartość ta odpowiada kwadratowi o długości każdej ze ścian 370 km. Ze względu na tę wartość jedynym *de facto* miejscem na ziemi, gdzie taki obiekt można zlokalizować tak, by nie powodował większych zakłóceń społecznych, a przy tym wykazywał się największą efektywnością kosztową w zakresie nakładów niezbędnych na pozyskanie jednostki energii, pozostaje Australia, a dokładnie tereny pustynne w północno-zachodniej części

⁶⁵ Oparto na: Daimler, materiały wewnętrzne na temat zastosowania wodoru jako paliwa w sektorze motoryzacyjnym, czerwiec 2018.

tego kraju. W przypadku samych Niemiec, przy ich rocznym zużyciu energii pozyskiwanej z wodoru (HD) na poziomie 200 TWH, do umieszczenia wymaganej tu liczby baterii słonecznych niezbędne będzie zajęcie powierzchni około 4000 km², co w przybliżeniu odpowiada 20% powierzchni dzisiaj zajmowanej przez całą sieć drogową tego państwa.

Zgodnie z przyjętą koncepcją przyszłego zakładu produkcji wodoru na skalę przemysłową, jeden taki zakład zajmie powierzchnię minimum 140 m na długość i 90 m na szerokość. Moc takiego zakładu zaopatrzonego w 176 elektrolizerów nowej konstrukcji maksymalizującej wydajność wyniosłaby 400 MW. Takich zakładów, przyjmując ich zdecentralizowane umieszczenie, a nie centralną lokalizację rozpatrywaną wcześniej, na całym świecie potrzeba by około 4000, z czego około 100 w samych Niemczech.

Kwestia wyboru pomiędzy tylko jedną, dwiema na świecie scentralizowanymi fabrykami ekologicznie pozyskanego wodoru a siecią zdecentralizowanych jednostek wytwórczych, rozmieszczonych bardziej równomiernie, bliżej miejsc ostatecznej konsumpcji, wymaga także wzięcia pod uwagę całkowitych kosztów czasowych i ekonomicznych związanych z dystrybucją. W przypadku istnienia jedynie zakładu scentralizowanego należy bowiem jeszcze zainwestować w:

- sieć przesyłową pomiędzy centralnym zakładem a portem;
- niezbędną infrastrukturę portową w porcie załadunku oraz zapewne w kilkunastu, kilkudziesięciu portach ostatecznego rozładunku;
- flotę tankowców, by bez problemu w skali ogólnoświatowej dystrybuować wodór. Jeśli przyjmie się w tym modelu dystrybucję skroplonego wodoru opartą na flocie obecnie (stan na rok 2022) eksploatowanych największych gazowców LNG, to do przemieszczenia 210 mln ton H₂ niezbędne byłoby aż 11 000 takich statków. Dla porównania współczesne zapotrzebowanie na ropę naftową w układzie międzynarodowym pokrywa zaledwie 2600 tankowców, czyli nieco ponad 23% liczby niezbędnych gazowców LNG/HD;
- niezbędną infrastrukturę dystrybucyjną w krajach docelowych – w 2018 roku w Niemczech sieć gazowa dystrybucji NG – gazu ziemnego liczyła 530 000 km. Do rozprowadzania wodoru musiałaby powstać oddzielna, tylko temu dedykowana sieć dystrybucji, nie tak rozbudowana oczywiście jak gazowa, ale licząca na długość co najmniej kilkadziesiąt tysięcy kilometrów. Sieć ta byłaby mianowicie doprowadzana jedynie do lokalnych stacji dystrybucji H₂, które też musiałaby powstać.

W rezultacie tania produkcja ekologicznego wodoru w jednym miejscu wcale nie oznacza, że do ostatecznego odbiorcy dotrze taki właśnie tani i ekologicznie pozyskany wodór. Jeśli podliczy się całkowite koszty ekonomiczne dystrybucji (*Total Economical Costs of Distribution – TECD*), zawierające wszelkie wydatki na przemieszczanie danego dobra od miejsca jego pierwotnego pozyskania/produkcji do miejsca ostatecznego dostarczenia/finalnej konsumpcji, wraz z ewentualnym

pośrednim przeładowywaniem, magazynowaniem i stratami na przesyśle, oraz doda inne koszty – tzw. koszty pozaekonomiczne (*Non Economical Costs* – NEC), jak koszty społeczne (dodatkowy hałas, zatłoczenie itd.) i ekologiczne (jak emisja substancji szkodliwych przez flotę gazowców, emisje przez stacje obsługowe sieci itd.), to wówczas może się okazać, że po zsumowaniu TECD i NEC całkowite ogólne koszty dystrybucji (*Total Overall Costs of Distribution* – TOCD) przekroczą sumaryczne koszty ekonomiczne i pozaekonomiczne inwestycji w tworzenie i funkcjonowanie sieci zdecentralizowanej (TECD+NEC/TOCD dla sieci scentralizowanej > TECD+NEC/TOCD dla sieci zdecentralizowanej).

Innymi słowy, we wszelkich rozpatrywanych układach bardziej opłacalne okaże się zainwestowanie w sieć setek zdecentralizowanych punktów, tylko w wybranych przypadkach funkcjonujących w ramach jednego zintegrowanego, scentralizowanego, regionalnego (ogólnokrajowego) sieciowego systemu przesyłu.

Obecnie (stan na rok 2022) wodór wykorzystywany jest do napędu pojazdów użytkowych na niezwykle małą skalę, za czym stoją głównie czynniki kosztowe, organizacyjne oraz związane z dystrybucją i zapewnieniem bezpieczeństwa. Wodór ten przechowuje się w postaci gazowej w zbiornikach pod ciśnieniem 70 MPa. W przypadku aut osobowych, takich jak Mercedes GLC F-Cell, skompresowany wodór – Gaseous H₂ – CHG charakteryzuje się zawartością energetyczną około 145 kWh, co stanowi ekwiwalent 110 l paliwa przechowywanych w zbiorniku o masie 4,4 kg. Równie obiecujące okazują się wyniki uzyskane w przypadku miejskiego autobusu Mercedes Citaro. W odniesieniu do niego skompresowany wodór przechowywany pod wysokim ciśnieniem (CHG) ma zawartość energetyczną aż około 2000 kWh, tym samym pod względem tego kryterium odpowiada to 1450 l paliwa przechowywanym w zbiorniku o masie własnej 58 kg. Co ważne i warte podkreślenia, technologia ta jest już dzisiaj skomercjalizowana. Można więc chociaż częściowo przejąć ją do samochodów ciężarowych. Przy tym na samym początku pojawia się dość poważny problem – wyzwanie: o ile z umieszczeniem baterii butli z wodorem na dachu autobusu nie ma najmniejszego kłopotu, o tyle w przypadku samochodu taki kłopot zaistnieje – butle muszą być w nim mianowicie zmieszczone w dość ograniczonej przestrzeni dostępnej między osiami. O ile jeszcze w przypadku podwozi z długim rozstawem osi nie stanowi to większego wyzwania, o tyle w przypadku najpopularniejszych wersji, czyli ciągników siodłowych, takim poważnym wyzwaniem już się okazuje. Dlatego w tej sytuacji, zdaniem specjalistów z Mercedesa, zdecydowanie lepszym wyjściem będzie wprowadzenie koncepcji zbiorników na wodór, ale przechowywany w postaci ciekłej w temperaturze -253°C . Taki skroplony wodór (Liquefied H₂ – LH₂), przy relatywnie niewielkiej przestrzeni zabranej przez dwa zbiorniki zamontowane między osiami, zachowałby nadal zawartość energetyczną 2000 kWh, a zatem analogiczną jak w autobusie z wieloma butlami na dachu, a zawartość ta stanowiłaby ekwiwalent 830 l paliwa gromadzonych w zbiorniku o masie 58 kg.

Dla porównania tzw. wariant bateryjny – w pełni elektryczny HV klasy tonażowej ciężkiej przeznaczony do tzw. ciężkiej miejskiej dystrybucji wyróżniają:

- zasięg do 250-280 km,
- masa baterii około 3000 kg,
- pojemność baterii 240 kWh,
- na pewno zerowa emisja CO₂ w ujęciu od zbiornika do koła.

W celu promocji wodoru jako paliwa przyszłości w Niemczech zawiązał się sojusz na rzecz infrastruktury wodorowej, a dokładnie ciągłej rozbudowy istniejącej sieci stacji paliwowych H₂⁶⁶. Wymagania wobec pojazdów użytkowych stają się tam bowiem coraz ważniejsze, a decydującym czynnikiem w odniesieniu do penetracji rynku przez technologię ogniwo paliwowych jawi się istnienie efektywnej sieci stacji tankowania wodoru. Dlatego wraz z utworzeniem w 2015 roku wspólnego przedsiębiorstwa H₂ MOBILITY Deutschland GmbH&Co. KG, wraz z Air Liquide, Linde, OMV, Shell i Total, Daimler AG położył fundamenty pod stopniową rozbudowę sieci stacji paliw wodorowych w całych Niemczech. Od czasu utworzenia tego wspólnego przedsiębiorstwa prace w tym zakresie są prowadzone w coraz większym tempie, gdyż do 2023 roku sieć ta ma liczyć aż 400 punktów. Na dzień 5 marca 2018 roku stacja paliwowa Total w Ingolstadt stała się 45. niemiecką stacją tankowania wodoru. Podobne projekty infrastrukturalne są realizowane na poziomie europejskim i międzynarodowym, szczególnie w Japonii oraz w USA i Korei Południowej. Taki niezbędny rozwój infrastruktury dla mobilności elektrycznej i wodoru może się wiązać z wprowadzeniem opłaty drogowej opartej na wielkości emisji CO₂. Powyższe może spowodować programy odnowy floty, tym bardziej że sektor pojazdów użytkowych odgrywa ogromną rolę w sferze dekarbonizacji transportu, a sami wytwórcy taboru są tego oczywiście świadomi i podejmują tę odpowiedzialność, opracowując odpowiednie pojazdy i usługi.

1.6. Wnioski i spostrzeżenia

Na przestrzeni dziesięcioleci główne koncepcje w zakresie stosowania paliw alternatywnych oraz alternatywnych zespołów napędowych w swojej zasadniczej części nie uległy zmianie. Oczywiście, wskutek postępu technicznego, dostępne dziś układy gazowe, hybrydowe bądź w pełni elektryczne są o wiele doskonalsze – lżejsze oraz bardziej wydajne i efektywne. Niemniej wciąż wielu problemów nie udało się skutecznie rozwiązać. W rezultacie od dekad na ograniczone rozpowszechnianie technologii paliw i napędów alternatywnych wpływają wyższa cena oraz gorsze parametry takich wariantów w porównaniu z dostępnymi w danym okresie odpowiednikami z silnikami benzynowymi albo wysokoprężnymi.

Stosowanie takich technologii wpisuje się jednak w strategię zrównoważonego rozwoju, identyfikowanego z:

⁶⁶ <https://h2bus.eu/>

- konkurencyjną, niskoemisyjną gospodarką, w której racjonalnie wykorzystuje się zasoby naturalne,
- ochroną środowiska poprzez ograniczanie emisji gazów cieplarnianych,
- ochroną bioróżnorodności,
- opracowywaniem i wdrażaniem innowacyjnych, przyjaznych środowisku technologii, technik i metod produkcji,
- wykorzystaniem efektywnych, inteligentnych sieci elektroenergetycznych,
- kształtowaniem proekologicznych postaw społecznych.

Zarazem rozwiązania muszą się mieścić w ramach typowych kosztów. Powinny być badane odmienne ścieżki. W różnych częściach świata łatwo dostępne są inne rodzaje paliw o specyficznych cechach wpływających na możliwości ich stosowania. Do tego w procesie ograniczania emisji CO₂ niezwykle ważną rolę odgrywa świadomość prośrodowiskowa samych przewoźników i ich chęć do podejmowania dodatkowych działań, ukierunkowanych na osiągnięcie tego celu. Wsparcie w tym zakresie mogą oni otrzymywać od samych dostawców taboru proponujących stosowne rozwiązania.

Tym samym z ogółu teraz dostępnych (stan na rok 2022) alternatyw paliwowo-napędowych na tę chwilę najszybszy do wdrożenia wydaje się gaz. Z jednej strony pozostaje on dość łatwo dostępny, z całą pewnością łatwiej niż wiele innych zamienników oleju napędowego i benzyny. Z drugiej, w porównaniu właśnie z olejem i benzyną, wykazuje pewne korzyści ekologiczne. Do tego parametry ekologiczne mogą ulec istotnej poprawie dzięki wdrożeniu biogazu. Po trzecie, osiąganę przez pojazdy gazowe parametry – zasięg, moc/moment, ładowność użyteczna – kształtują się na poziomie akceptowalnym przez przewoźników. I wreszcie po czwarte, na dzisiaj technologia napędów gazowych jest dość dobrze dopracowana pod względem technicznym oraz komercjalizacyjnie dość atrakcyjna pod względem ekonomicznym, szczególnie jeśli uwzględnimy TCO i TOE. W zakresie TCO bowiem warianty gazowe są droższe w momencie samego zakupu oraz mogą wymagać większych nakładów na przeglądy i naprawy. Niemniej jednocześnie koszty samego paliwa – przy średnim notowanym spalaniu oraz w relacji kosztów jednostkowego zakupu gazu do oleju napędowego – okazują się wysoce konkurencyjne (dla sytuacji do lutego 2022 roku), zazwyczaj są wyraźnie niższe niż tradycyjnych odpowiedników. Przy tym, co równie ważne, wersje gazowe okazują się na dzisiaj atrakcyjne nie tylko pod względem kosztowym, ale i przychodowym – TOE, co oznacza, że ich zdolność do generowania przychodów pozostaje *de facto* na poziomie zbliżonym do wersji klasycznych. Powyższe wynika z bardzo podobnych walorów eksploatacyjnych – braku różnic w samym prowadzeniu, zbliżonych osiągnięciach, niższym poziomie hałasu oraz akceptowalnym zasięgu.

Kwestią otwartą pozostaje jednak, które rodzaje alternatywnych napędów i paliw ostatecznie zwyciężą, gdyż wszystkie mają swoje zalety, ale jednocześnie z ich powszechniejszym wdrażaniem na obecnym etapie wiąże się szereg przeszkód, jakie trzeba przezwyciężyć. Układy na gaz (CNG, LNG) czy alkohole (metanol, etanol)

wymagają częstszych i bardziej drobiazgowych przeglądów, cechując się skróconymi przebiegami międzyobsługowymi. Kolejne wady mają charakter jednostkowy, tzn. odnoszą się do konkretnych przypadków. Mimo to w tej walce z emisją substancji szkodliwych i hałasu obecnie (stan na rok 2022) rozpatruje się praktycznie wszystkie wyjścia – paliwowe oraz paliwowo-napędowe zamienniki w stosunku do oleju napędowego.

Dużego dopracowania wymagają również pozostałe technologie. Zagadnienie odnosi się do prac nad wspomagającymi źródłami energii, uzupełniającymi napędy podstawowe, jak baterie słoneczne w celu wykorzystania energii słonecznej czy zespół do odzyskiwania energii z gazów spalinowych (obieg Rankina), zazwyczaj bezpowrotnie traconej.

Co ważne, pewne przeszkody i wyzwania wciąż należy zidentyfikować. Dlatego nadal brakuje jednego elastycznego i ekonomicznie opłacalnego zamiennika ropy naftowej/oleju napędowego. Tym bardziej, że aktualny punkt startowy w tych rozważaniach stanowi od dekad doskonalony znany spalinowy silnik wysokoprężny. Rozpatrując go jako nowoczesne rozwiązanie, można przyjąć⁶⁷, że 275 l paliwa o masie 200 kg, wyliczonej dla tzw. przestrzeni instalacyjnej pełnego zbiornika, zapewnia zasięg rzędu 800 km, ale powoduje emisję 490 kg CO₂. Zarazem 224 l paliwa o masie 186 kg cechują się zawartością energetyczną 2192 kWh, a masa własna zbiornika paliwa w rozpatrywanym przypadku wynosi około 17 kg. Warto tu zatem wskazać, że ponad dwie i pół dekady temu Mercedes zwracał uwagę, że 200-kilogramowy zbiornik wodoru dostarcza tyle energii – stanowi ekwiwalent energetyczny, co zaledwie około 16 kg benzyny.

W rezultacie postawiona tu zasadnicza teza brzmi, iż w nadchodzących latach silniki spalinowe nadal będą niezbędne w drogowym transporcie ładunków. Dlatego właśnie koncerny robią wszystko, co może sprawić, by ich silniki tego rodzaju były tak wydajne i ekologiczne, jak to tylko możliwe. Zdolność do ich skonstruowania i komercjalizacji określa główne punkty postępu w przyszłości oraz determinuje to, jakie korzyści zapewniają klientom wdrażane środki. W zakresie dalszej optymalizacji zużycia paliwa, a tym samym emisji CO₂ przez konwencjonalne układy napędowe, istnieją więc pewne ograniczenia techniczne i handlowe.

Docelowo jednak zmierza się do tego, by praktycznie cały system transportu lądowego, w tym drogowego, opierał się na paliwach niekopalnych, czyli niebędących pochodną – produktem przerobu ropy naftowej bądź gazu ziemnego. Takie warunki brzegowe stanowią podstawę funkcjonowania transportu zrównoważonego społecznie. Według Mercedesa transport zrównoważony społecznie da się określić jako transport bazujący na paliwach niekopalnych i w związku z tym niepozostawiający śladu węglowego. Przy tym transport ten musi spełniać trzy kluczowe warunki: poza swoją ekologicznością, czyli akceptowalnością ekologiczną – prośrodowisko-

⁶⁷ Daimler, materiały wewnętrzne na temat zastosowania wodoru jako paliwa w sektorze motoryzacyjnym, czerwiec 2018.

wą, stanowiącą pochodną ograniczenia negatywnego wpływu na przyrodę, musi wykazywać akceptowalność użytkową oraz akceptowalność ekonomiczną.

Akceptowalność użytkowa oznacza, że stosowane w nim paliwa cechują się na tyle dużą gęstością energii w jednostce masy (MJ/kg) i/lub gęstością energii w jednostce objętości (MJ/L), całkowitym bezpieczeństwem obrotu oraz relatywną łatwością przechowywania, dystrybucji i zasilania pojazdów/napędu pojazdów, że stanowią pełny energetyczny i eksploatacyjny ekwiwalent oleju napędowego, CNG bądź LPG. Dochodzą do tego jeszcze istotne eksploatacyjne parametry sprzętu transportowego, takie jak m.in. uzyskiwane maksymalne moce i momenty obrotowe, masa i objętość jednostki gromadzącej paliwo/energię, użyteczna ładowność przy zadanej przez prawo maksymalnej dopuszczalnej masie całkowitej. Dodać tu także należy inne składowe dotyczące samego sprzętu transportowego, a wchodzące w skład TCO, takie jak m.in. awaryjność taboru – stopień jego gotowości technicznej – wskaźnik mobilności, uzyskiwane przebiegi międzyokresowe, wymagania obsługowe i naprawcze.

Akceptowalność ekonomiczna wiąże się natomiast z dwiema kluczowymi sferami. W pierwszej ujmuje się koszty nabycia jednostki paliwa o zadanej gęstości energii oraz możliwość wykonania przy jej wykorzystaniu określonej pracy przewozowej po określonym koszcie. Druga zawiera całą analizę pozyskania i celowości spożytkowania paliwa alternatywnego i/czy wykorzystania alternatywnego zespołu napędowego w odniesieniu do wyliczonych oraz założonych TCO, TOE i TCM. Porównawczym odnośnikiem w tych rozważaniach jest zawsze olej napędowy, jako wciąż paliwo najbardziej zoptymalizowane, jeśli weźmie się pod uwagę odmienne kryteria jego oceny, w tym właśnie kryteria ekologiczne, ekonomiczne i użytkowe. W tym kontekście paliwa alternatywne i alternatywne zespoły napędowe zasilane paliwami całkowicie wolnymi od związków węgla muszą wykazywać pełną zamienność i konkurencyjność eksploatacyjną w stosunku do paliw opartych na tych związkach – paliw kopalnych. Inaczej bowiem – pomijając rozwiązania prawne narzucające pewne wyjścia czy poprzez odpowiedni system podatkowy skłaniające do dokonania określonych wyborów – rzeczywiste rozpowszechnienie takich alternatyw wciąż pozostanie ograniczone.

1.7. Założenia wstępne strategii ekologizacji taboru

Wprowadzenie paliw alternatywnych oznacza, że środki transportu muszą być technicznie przygotowane do ich spalania/wykorzystania. Natomiast alternatywne układy napędowe, w tym na paliwa alternatywne, zastępują układy tradycyjne wyłącznie z jednostką spalinową. Taka zamiana dokonywana i co do paliw, i co do układów napędowych oznacza ekologizację i w jej ramach proekologizację taboru.

Strategia ekologizacji taboru w ramach prowadzonej przez dany podmiot strategii taborowej oznacza wprowadzenie do użytkowania taboru w zakresie emisji substan-

cji szkodliwych i hałasu cechującego się (znacznie) niższym negatywnym oddziaływaniem na przyrodę i otoczenie, niż tego w danym czasie wymagają obowiązujące na danym terytorium przepisy prawa. Na tej podstawie da się więc wydzielić dwa rodzaje taboru. Pierwszy rodzaj to tabor ekologiczny. Należy za niego uznać tabor wyróżniający się dwiema kluczowymi cechami w sferach formalnej i rynkowo-eksploatacyjnej. Formalna oznacza spełnianie w koniecznym zakresie ekologicznych norm i ograniczeń narzucanych przez prawodawstwo – zagadnienie odnosi się do poziomu emisji substancji szkodliwych i hałasu. Natomiast wymiar rynkowo-eksploatacyjny dotyczy tego, że taki tabor, przeważnie fabrycznie nowy, w danych miejscu i czasie najczęściej nabywają przewoźnicy do wykonywania określonych zadań. Na tej podstawie trzeba przyjąć, że te warunki prawne spełnia nowoczesny tabor dedykowany do danych zadań oraz w danych miejscu i czasie powszechnie dostępny i najczęściej przejmowany przez odbiorców. I taki właśnie tabor, w danych warunkach, czasie i miejscu spełniający wszelkie normy prawne oraz uchodzący za reprezentujący bazowy standard w zakresie nowoczesności i ekologiczności dla fabrycznie nowego taboru, stanowi odnośnik porównawczy do możliwości stwierdzenia proekologiczności i na tej podstawie w grupie taboru ekologicznego wydzielenia podgrupy taboru proekologicznego. To oznacza, że jeżeli tabor określany jako ekologiczny oraz uznany za ekologicznie bazowy emituje pewne ilości danych substancji szkodliwych w spalinach i określony poziom hałasu, to tabor uważany za bardziej proekologiczny musi emitować (zdecydowanie) mniej tych substancji szkodliwych i mniej hałasu, a idealnie by było, gdyby nie emitował ich wcale. Oczywiście możliwa jest sytuacja, że tabor ekologiczny staje się taborem proekologicznym – taki przypadek zajdzie, gdy na danym terenie występuje wymagana zerowa emisja. Wówczas każdy tabor ekologiczny automatycznie zostaje taborem proekologicznym. Gdy zaś nadal tabor ekologiczny emituje pewne substancje szkodliwe, wtedy tabor ich nieemitujący będzie – co wskazano – taborem proekologicznym.

Bazując na tych założeniach, strategię ekologizacji taboru da się więc zdefiniować jako zespół działań zmierzający do rozpoczęcia eksploatacji taboru proekologicznego – tzn. najbardziej ekologicznego, czyli jeszcze bardziej ekologicznego niż ten, jaki w danych warunkach i okolicznościach jest wymagany przepisami prawa i wobec tego zazwyczaj powszechnie dostępny na danym rynku dla danych odbiorców oraz najczęściej kontraktowany przez przewoźników do wykonywania określonych zadań. Przy tym bez znaczenia pozostają formy tego wejścia w użytkowanie, tzn. czy są to zakup, leasing, wynajem albo dzierżawa. Tym samym w praktyce strategia ekologizacji taboru przejawia się poprzez wykorzystanie taboru proekologicznego – tzn. najbardziej ekologicznego – jeszcze bardziej ekologicznego, czyli emitującego zdecydowanie mniej uwzględnianych w ocenie/normach substancji szkodliwych i mniej hałasu, niż wymagają tego obowiązujące w danym czasie i na danym terytorium przepisy prawa, a najlepiej cichobieżnego i zeroemisyjnego.

W obecnych realiach, przyjmując jako odnośnik normę czystości spalin Euro 6 (stan na rok 2022 – Euro 6 step E, w przyszłości możliwe kolejne, surowsze regula-

cje) i zasilanie olejem napędowym, należy więc założyć, iż za tabor bardziej ekologiczny – proekologiczny trzeba uznać:

- tabor jedynie z silnikiem spalinowym, ale przygotowanym do zasilania różnymi rodzajami paliw alternatywnych, w postaci zarówno ciekłej, jak i gazowej, jak np. CNG, LNG lub HVO;
- tabor z hybrydowym – spalinowo-elektrycznym układem napędowym, przy czym silnik spalinowy może być przygotowany do zasilania paliwami alternatywnymi – takie układy napędowe określa się mianem układów alternatywnych (hybrydowych) na paliwa alternatywne;
- tabor z w pełni elektrycznym układem napędowym, co wiąże się z brakiem występowania w nim zasadniczej jednostki spalinowej – tzn. silnika spalinowego, samodzielnie bądź, jak w układach hybrydowych, wraz z jednostką elektryczną odpowiadającego za napęd danego pojazdu. Niemniej w przypadku pewnych specyficznych zastosowań, jak straż pożarna czy pogotowie, dopuszcza się montaż dodatkowej – tzw. pomocniczej jednostki napędowej (APU), z silnikiem spalinowym w roli tzw. zwiększacza zasięgu (*range extender*) czy/i elementu odpowiadającego za zasilanie kluczowych systemów pokładowych, czy/i wyposażenia pojazdu. Taka jednostka APU – w zależności od potrzeb i przeznaczenia auta – pełni funkcję jednostki odpowiadającej za zasilanie awaryjne w sytuacji niskiego poziomu naładowania akumulatorów albo wręcz ich rozładowania lub wspomagającej i odciążającej akumulatory w momencie prowadzenia długotrwałej akcji ratowniczej;
- tabor elektryczny z systemem napędu wykorzystującym ogniwa paliwowe i wodór.

Wprowadzenie pojazdów na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi zależy od wielu czynników. Wśród głównych aspektów należy wyszczególnić koszt nabycia tego samochodu czy wejścia w jego użytkowanie oraz TCO. Poza tym niezwykle ważną rolę odgrywa zdolność do generowania przychodów, czyli TOE. Niestety w dokonywanych analizach nieraz pojawiają się elementy realnie dzisiaj niewiadome – tzn. o trudnej do oszacowania wartości za kilka lat, jak ceny i stosunek cen poszczególnych paliw do siebie, wartość rezydualna auta bądź ewentualne koszty utylizacji akumulatorów. Wartość rezydualna jest o tyle istotna, że pojazd, który fizycznie mógłby być użytkowany przez nawet dziesięć, dwanaście lat, biorąc pod uwagę jego rzeczywistą deprecjację fizyczną, realnie będzie eksploatowany przez zaledwie sześć, osiem lat, ze względu na wysoki koszt zakupu nowego pakietu akumulatorów, zastępującego pakiet zużyty motoryzacyjnie – tzn. nienadający się do dalszego zasilania wersji elektrycznej. Tym samym będzie musiał być całkowicie zamortyzowany zaledwie po kilkuletnim okresie.

Zarazem koncerny motoryzacyjne wskazują, że koszty serwisowania będą relatywnie niewielkie. Przykładowo Renault Trucks⁶⁸ podaje, że koszty konserwacji

⁶⁸ Renault Trucks, materiały wewnętrzne koncernu na temat elektryfikacji, marzec 2022.

elektrycznych ciężarówek są na ogół o 30% niższe niż w przypadku ich spalinowych odpowiedników. Niemniej, z drugiej strony stoi to w sprzeczności z szeroko pojętym interesem producenta, którego model biznesowy częściowo bazuje na serwisie – tzn. na tym, by po okresie gwarancji klienci także w jak największym stopniu korzystali z usług autoryzowanych punktów obsługi. Co więcej, w ostatnich latach w te punkty inwestowane są potężne środki finansowe. Mowa tu o wielomilionowych inwestycjach nie tylko w sprzęt oraz wyposażenie, ale i w szeroko pojętą infrastrukturę. Nieco przekornie trzeba zatem zapytać: jaki sens mają takie inwestycje, skoro podobno – zgodnie z oficjalnymi obecnymi oświadczeniami wytwórców – warianty elektryczne będą niemal bezserwisowe?

Osobne kwestie stanowią: ewentualna skłonność zamawiających usługi przewoźowe do płacenia więcej, jeśli przewóz okazuje się droższy, gdyż może się odbyć w sposób bardziej ekologiczny – przy zredukowanym śladzie środowiskowym, oraz sama „czystość” energii elektrycznej – tzn. to, z czego ona powstaje: czy z „brudnych” kopaliny w postaci głównie węgla kamiennego i brunatnego, czy też z w pełni ekologicznych i odnawialnych źródeł, jak energia wody, słońca i wiatru. Pewną ewentualność stanowi tu także energia atomowa.

Niezależnie od aktualnej polityki państwa w zakresie elektromobilności oraz stanu i dostępności infrastruktury, czynniki decyzyjne w doborze samochodów flotowych można podzielić na:

- ocenę przydatności pojazdu do realizacji danego celu, warunkującą dobór modelu i jego ostatecznej kompletacji,
- zgodność z celami strategicznymi przedsiębiorstwa,
- ocenę opłacalności pojazdu przez cały okres jego eksploatacji.

Koszty energii elektrycznej zależą od źródła energii i sposobu poboru, tzn. co do zasady są niższe w przypadku ładowania pojazdu z prywatnego źródła energii elektrycznej niż z ogólnodostępnych, odpłatnych stacji ładowania. Na obecnym poziomie rozwoju technologii czas ładowania w trasie nie pozostaje bez znaczenia, wskutek czego w ramach obliczania alternatywnych kosztów eksploatacji także powinien zostać uwzględniony w pełnym modelu TCO. Ładowanie bowiem może trwać od kilkunastu minut do kilku godzin, co oznacza, że przez dużą część dnia wariant elektryczny pozostaje podłączony do ładowarki, zamiast wykonywać prace i generować przychód. Osobnym wyzwaniem staje się określenie wartości rezydualnej pojazdu elektrycznego⁶⁹. Wartość rezydualna stanowi oszacowanie wartości, jaką dany pojazd będzie posiadał po upływie okresu jego eksploatacji (np. po 4 latach), przy czym istotnymi parametrami są ogólny stan techniczny i przebieg tego pojazdu oraz wartość dla całej floty lub jej podzbioru np. określonych modeli aut. Biejący pomiar TCO i porównanie jego wyników z TCO planowanym umożliwia podejmo-

⁶⁹ PSPA Raport, *Analiza całkowitych kosztów posiadania (TCO) dostawczego pojazdu elektrycznego oraz jego konwencjonalnego odpowiednika*, Warszawa 2019, s. 17.

wanie decyzji w celu obniżenia TCO przy jednoczesnym spełnieniu kryteriów jakościowych floty. Proces decyzyjny może obejmować: wybór modeli i wyposażenia samochodów, wybór odpowiedniego sposobu finansowania, optymalne dostrajanie zakresu usług objętych pakietami serwisowymi i dobranie odpowiedniego okresu eksploatacji życia pojazdów oraz przemyślane kształtowanie stylu jazdy kierowców, np. poprzez szkolenia i konkursy. W tym celu pomocne jest wyznaczanie TCO nie tylko jako sumy, ale i w odniesieniu do jednostki czasu (tzn. średnie TCO roczne lub miesięczne bądź TCO narastające), w odniesieniu do przebiegu (średnie TCO na każde 100 km) lub w połączeniu obu perspektyw (np. średnie TCO na 100 km w układzie miesięcznym). TCO w czasie daje ponadto możliwość analizy budżetowej, polegającej na porównaniu kwoty TCO przewidzianej do „zużycia” przez pojazd do chwili bieżącej z faktycznie poniesionymi kosztami (tzw. analiza *burn-down*).

Na poziomie strategicznym analizę TCO można też wykorzystać do dokonania wyboru między utworzeniem własnej floty pojazdów a wykorzystaniem innych rozwiązań mobilnościowych, takich jak np. *car sharing* lub wynajem⁷⁰.

Kolejnym alternatywnym paliwem jest gaz. Wprowadzający go mogą korzystać z podobnych ulg co eksploatujący pojazdy elektryczne. Zasilanie samochodów gazem jest technologią dobrze znaną i sprawdzoną. Ponadto wersja z instalacją gazową CNG jest droższa od odpowiednika wyposażonego w silniki Diesla zaledwie o kilkanaście procent, a nie nawet o kilkaset, jak w odniesieniu do typów w pełni elektrycznych. W wypadku pojazdów z instalacją gazową pozostaje też znana wartość rezydualna. Pojazdy takie mogą być eksploatowane dziesięć lat, a po odpowiednich przeglądach (legalizacjach) okres ten się wydłuża. Inna zaleta posiadania odmian z instalacją gazową to dobrze rozwinięta sieć stacji z gazem. W Polsce do lepiej rozwiniętych należy sieć dystrybucji gazu LPG, zaliczanego również do paliw alternatywnych, ale niebędącego paliwem tak niskoemisyjnym, jak gaz CNG. W Europie są jednak kraje z dobrze rozwiniętą siecią stacji CNG. Do tej grupy należy nasz zachodni sąsiad – Niemcy. Generalnie za stosowaniem gazu przemawia fakt, że używane od wielu lat układy gazowe są dokładnie eksplorowane i dopracowane. Do tego dochodzą względy ekonomiczne, takie jak niski koszt paliwa oraz łatwość dostosowania do niego konwencjonalnych benzynowych czy nawet wysokoprężnych silników spalinowych, a sam gaz należy do paliw bardzo ekologicznych – w wyniku jego spalania dochodzi do wyraźnej obniżki emisji cząstek stałych⁷¹.

Ogólnie więc proekologizacja od strony taborowej przejawia się stopniowym zastępowaniem w środkach transportu silników spalinowych zasilanych olejem napędowym czy benzyną przez alternatywne zespoły napędowe, zespoły napędowe na

⁷⁰ Tamże, s. 14 i 17.

⁷¹ B. Wojtowski, *Zastosowanie samochodów z alternatywnymi systemami napędowymi lub zasilanych alternatywnymi paliwami w zabezpieczeniu potrzeb transportowych szpitala*, Debiuty Studenckie, seria Logistyka i Transport, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2020, s. 80; J. Brach, B. Wojtowski, *Ekologizacja ostatniej mili od strony taborowej*, Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego w Zielonej Górze, 2021, nr 14, s. 5-23.

paliwa alternatywne oraz alternatywne zespoły napędowe na paliwa alternatywne. W przypadku zespołów napędowych na paliwa alternatywne kwestia dotyczy zastępowania benzyny i oleju napędowego gazem sprężonym lub skroplonym, alkoholem (etanol) bądź coraz szerzej dzisiaj dostępną gamą paliw alternatywnych – biopaliw, jak np. HVO. Alternatywne zespoły napędowe są to zespoły częściowo lub całkowicie zelektryfikowane. Częściowa elektryfikacja odbywa się poprzez połączenie jednostki spalinowej z jednostką elektryczną w układzie szeregowym albo równoległym, a jeżeli w takim rozwiązaniu jednostka spalinowa jest zasilana którymś z paliw alternatywnych (gaz, alkohol, biopaliwa), wówczas występuje alternatywny zelektryfikowany – hybrydowy układ napędowy na paliwa alternatywne. W pełni elektryczne układy napędowe zaś są to układy w ogóle pozbawione silnika spalinowego i wobec tego zaopatrzone jedynie w silnik/silniki elektryczne. Takie w pełni elektryczne układy napędzają wszelkie drony drogowe i powietrzne, rowery wspomagane elektrycznie oraz stopniowo coraz częściej nabywaną gamę elektrycznych – w pełni elektrycznych samochodów różnych klas i typów.

Strategie wytwórców taboru samochodowego w sferze alternatywnych paliw i układów napędowych

Jeszcze kilka lat temu w zmodyfikowanych czy kompletnie nowych samochodach ciężarowych zmiany mogły dotyczyć wielu obszarów – poprawy komfortu pracy kierowcy, wzrostu osiągnięć, w tym mocy i momentów obrotowych silników, pewnego ograniczenia zużycia paliwa czy zmniejszenia wymagań obsługowo-naprawczych. Było to zatem połączenie składowych eksploatacyjnych, życiowych oraz ekonomicznych. W tym stuleciu na znaczeniu zdecydowanie zaczyna jednak zyskiwać czynnik ekonomiczny. Oczywiście pozostałe kluczowe nadal są uważane za niezwykle ważne, ale istotność elementu ekonomicznego zdaje się przeważać. Przyczyn tego stanu rzeczy można wyodrębnić co najmniej kilka.

Po pierwsze, w większości sytuacji dostępne dzisiaj moce i momenty obrotowe w zupełności wystarczą. Gra toczy się natomiast o to, by były dostępne w jak najniższym i najszerszym zakresie prędkości obrotowych, a samo przekazywanie napędu odbywało się w sposób maksymalnie efektywny, pozytywnie wpływając na zużycie paliwa i tym samym na stronę kosztową.

Po drugie, rynek i stawiane na nim wymagania wciąż ewoluują. Kiedyś samochód ciężarowy był jedynie zwyczajnym środkiem transportu, służącym do w miarę sprawnego przemieszczania ładunków pomiędzy określonymi punktami. Do tego do relatywnie licznych należała grupa tzw. truckerów, nierzadko tworzących kategorię *owner driver*, czyli kierowców właścicieli, dla których pojazdy stanowiły ważną składową życia i kultury. Nabywali oni egzemplarze wybitnie zindywidualizowane, z dość mocnymi silnikami (m.in. legendarne jednostki V8 ze względu na specyficzne odgłosy pracy – tzw. gag) oraz upiększone licznymi dodatkami, takimi jak przednie osłony rurowe – tzw. kangury, trąby powietrzne, dodatkowe oświetlenie, liczne akcesoria w kabinie. Aktualnie (stan na rok 2022) sytuacja w tej dziedzinie zaczyna się prezentować zgoła odmiennie. Na rynku w kontraktacji zaczynają dominować floty, a zakup na własność w kredycie i naprawy pogwarancyjne we własnym zakresie zastąpiły kontrakty serwisowe, wynajmy oraz leasingi z opcją zwrotu i wymiana na nowy tabor (tzw. transakcje *buy-back*), zwartością rezydualną i łatwością umieszczenia na rynku wtórnym jako kluczowymi rozpatrywanymi czynnikami. Przewoźnicy są poddani ogromnej presji, wiążącej się m.in. ze spadkiem zysku jednostkowego, podnoszeniem wymagań co do zawartości i samego sposobu wykonywania przez nich zadań oraz nasilaniem konkurencji sektorowej. Na sentymenty, jak za dawnych

lat, powoli nie ma miejsca, bo aby przetrwać, trzeba mocno dbać o przychody oraz doskonale kontrolować stronę kosztową. Tym samym pojazd staje się wyłącznie narzędziem służącym do sprawnego i efektywnego wykonywania zadań w ścisłych reżimach kosztowych, czasowych, jakościowych i coraz częściej środowiskowych, generalnie zasobooszczędnych i przyrodniczo neutralnych. W rezultacie nie może – nie ma prawa zawieść, umożliwiając realizację każdego zlecenia po jak najniższym, zarówno w układzie bezwzględny, jak i względnym (w przeliczeniu na pracę przewozową), koszcie ujmowanym ekonomicznie i ekologicznie. Ten ostatni czynnik systematycznie bowiem zyskuje na znaczeniu. I stanowi nie tylko hasło czy slogan marketingowy, lecz cel sam w sobie. W dodatku możliwy do paralelnego osiągnięcia wraz z celem ekonomicznym, gdyż na szczęście redukcja zużycia paliwa, stanowiąca jeden z celów ekonomicznych, automatycznie oznacza proporcjonalną obniżkę emisji CO₂. Dochodzi tu jeszcze uzyskana, już wyraźnie zmniejszona, emisja innych substancji szkodliwych wyspecyfikowanych w normach Euro.

Po trzecie, powoli, lecz systematycznie komercjalizowane są technologie pozwalające na ograniczenie liczby kierowców czy nawet zupełną ich eliminację. Kwestia dotyczy układów półautonomicznego i autonomicznego prowadzenia. W momencie pełnej eliminacji kierujących, czyli gdy staną się oni całkowicie niepotrzebni, przestaną mieć w ogóle znaczenie zagadnienia takie jak ergonomia i wyposażenie wnętrza, rzutujące na komfort pracy i wypoczynku. Co więcej, kompletnie zbędna stanie się wtedy tradycyjna kabina, bo, skoro nie będzie kierowców, zniknie konieczność jej instalowania. Zastąpi ją zapewne jednostka sterująco-kontrolno-wykonawcza, z kolei odzyskana przestrzeń o wartości w sumie kilkunastu metrów sześciennych będzie mogła być przeznaczona na wzrost objętości ładunkowej. O 2000-3000 kg będzie także mogła wzrosnąć ładowność.

Po czwarte – rośnie silna presja na zerową emisję substancji szkodliwych oraz hałasu w miastach. Wyjście pośrednie stanowi tu gazyfikacja, a docelowe – elektryfikacja układu napędowego. W szczególności logistyka recyklingu oraz logistyka dystrybucyjna są predestynowane do elektryfikacji. W tej niszy mobilności trasy są bowiem ograniczone i jasno określone. W operacji zwanej *stop-and-go* podczas regularnego zaopatrywania sklepów czy zbierania odpadów konwencjonalne ciężarówki powodują emisję hałasu i zanieczyszczeń na obszarach mieszkalnych. Z kolei model elektryczny umożliwi szybsze i cichsze przyspieszanie oraz pozwala na odzyskanie energii uwolnionej podczas hamowania. Auto takie pozostaje też lokalnie bezemisyjne. W rezultacie przyszłościowa logistyka zaopatrzeniowa/dystrybucyjna i recyklingu będzie miała charakter elektryczny, a zatem będzie powodować mniejszą emisję CO₂ i hałasu.

Wszystkie te czynniki przełożą się na dalszy wzrost efektywności wykonywanych operacji. Oczywiście powyższe nie nastąpi jutro, pojutrze, za miesiąc bądź rok, ale zaczną powoli się rozwijać mniej więcej za dekadę, po 2030 roku. Są to naturalnie jedynie przypuszczenia, obarczone znacznym immanentnym błędem ze względu na bardzo dużą liczbę zmiennych, jakie muszą być uwzględnione, a jakie

cechują się trudnym dziś do przewidzenia wpływem na te zjawiska w przyszłości. W grę wchodzi m.in. zmiana prawa, pewność, niezawodność i odporność działania poszczególnych nowych technologii, stopień akceptacji społecznej zachodzących zmian i wdrażanych rozwiązań, opór ze strony środowiska zawodowego kierowców.

Producenci taboru samochodowego reagują na te zjawiska, czego wyrazem staje się właśnie znacznie silniejsze niż niegdyś zwrócenie uwagi na połączone obszary ekonomiki i efektywności eksploatacyjnej oraz ekologii. W takich realiach wytwórcy towarowego taboru samochodowego muszą przyjmować strategie produktowe, sprzedażowe i posprzedażowe uwzględniające te wymagania. Powyższe znajduje odzwierciedlenie m.in. w sferze konieczności proponowania coraz bardziej ekologicznych i proekologicznych wyrobów. Co jednak znamienne, mimo że dzisiaj w Europie Zachodniej branża należy do:

- silnie zoligopolizowanych – *de facto* rynek kontroluje pięciu wytwórców, nieco już historycznie nazywanych tzw. wielką europejską siódmką, czyli Daimler Truck z marką Mercedes Trucks, VW w ramach działu Traton z markami szwedzką Scania i niemiecką MAN, Grupa Volvo – AB Volvo – z markami szwedzką Volvo Trucks i francuską Renault Trucks, Iveco Group Company z włoską marką IVECO S.p.A oraz amerykański koncern PACCAR z holenderską marką DAF;
- mocno spolaryzowanych – dwubiegunowych – tzn. z jednej strony funkcjonują ci potentaci, z drugiej przedsiębiorstwa małe, niszowe, rocznie składające kilkadziesiąt do maksymalnie dwóch tysięcy egzemplarzy aut,

to główni gracze, chociaż wszyscy dążą do podniesienia stopnia ekologiczności powstających u nich pojazdów i uczynienia ich przynajmniej netto zeroemisyjnymi, do osiągnięcia tego celu wybierają jednak różne drogi. Czasami stawiają na inne paliwa oraz różnie postrzegają konieczność wdrażania w układzie operacyjnym i strategicznym poszczególnych technologii.

Ze wszystkich firm najbardziej eklektyczne i jednocześnie holistyczne podejście w obszarze ekologizacji i proekologizacji taboru wykazuje szwedzka Scania. Zgodnie z podejściami: „tu i teraz” (stan na rok 2022) oraz „nie ma jednego dobrego wyjścia, ale konkretne propozycje trzeba elastycznie dopasowywać do lokalnych okoliczności/uwarunkowań”, inwestuje ona we wszystkie dzisiaj znane rozwiązania, tzn. technologie gazowe – CNG i LNG, alkohol, układy hybrydowe i w pełni elektryczne, elektryczne drogi oraz układy gazowo-elektryczne – wodorowe – ogniwa paliwowe. Nieco węższą, lecz nadal relatywnie szeroką gamę paliwowo-napędowych alternatyw przedstawia też Volvo Trucks. Koncentruje się ono na gazie oraz generalnie na systemach w pełni elektrycznych i ogniwach paliwowych. Mocno za gazem optuje również IVECO, u którego elektryfikacja przebiega jednak z nieco mniejszym natężeniem. Niemniej podmiot współdziała również z niezależnym graczem w postaci firmy Nikola, razem z nim współpracując przy ogniwach paliwowych. Renault Trucks w marginalnym stopniu sprzedaje dzisiaj odmiany gazowe przeznaczone dla dystrybucji i służb komunalnych. Do tego elektryfikacja dotyczy u niego głównie wersji także dedykowanych przeważnie do obsługi ruchu

w miastach oraz w transporcie regionalnym. Poza tym Mercedes w 2022 roku ogłosił rezygnację z dalszego inwestowania w transportowe technologie gazowe, gdyż jednocześnie przeznacza duże nakłady na rozwój wariantów w pełni elektrycznych i z ogniwami paliwowymi. Niemiecki MAN z kolei, chociaż jeszcze kilka lat temu sprzedawał i promował gazowe auta oraz do dzisiaj dostarcza miejskie gazowe autobusy, w tym z najnowszej generacji Lion's City, jakby zarzucił temat gazu w samochodach. Podobnie prezentuje się to zagadnienie w odniesieniu do hybryd. Zamiast tego są prowadzone prace nad modelami w pełni elektrycznymi, na tym etapie generalnie tzw. miejskimi i lokalnymi. Natomiast DAF prace nad układami gazowymi zarzucił ponad dwie dekady temu. Aktualnie (stan na rok 2022) Holendrzy skupili się mianowicie na odmianach hybrydowych i w pełni elektrycznych. Trwają też próby systemów z wodorem, w tym – co ciekawe – stosowanym do zasilania silników jako gaz, a nie do wytwarzania energii na pokładzie dla ogniw paliwowych.

2.1. Scania¹

Szwedzki koncern od dawna jest zaangażowany we wdrażanie bardziej zrównoważonego systemu transportu. Zaangażowanie to przybiera postać wielu powiązanych i komplementarnych działań oraz wyraża się przez podejmowanie szeregu proekologicznych i zarazem proefektywnościowych inicjatyw, dotyczących sfer szerszego niż dawniej stosowania paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych, testowania nowych systemów i rozwiązań transportowych oraz wykorzystywania najnowszych metod zarządzania. Zasadnicza kwestia dotyczy tego, aby przemieszczanie ładunków z punktu A do punktu B odbywało się w sposób maksymalnie zoptymalizowany w układach czasowym, kosztowym, organizacyjnym, zasobowym i ekologicznym.

Ponieważ firma nie unika związanych z tym licznych wyzwań i zagrożeń, podążając w kierunku zrównoważonego systemu transportu, chce stworzyć świat mobilności, który okaże się lepszy dla biznesu, społeczeństwa i środowiska. W związku z tym jej obecne podejście do tej problematyki opiera się na następujących trzech zasadniczych filarach, które pojedynczo lub razem przyspieszają przesunięcie punktu krytycznego w czasie oraz zdynamizują implementację koniecznych zmian i pojawianie się elementów pożądanых – pozytywnych. Tymi filarami są:

- efektywność energetyczna – spożytkowanie jak najmniejszej ilości energii na wykonanie zadanej pracy przewozowej. W praktyce efektywność energetyczna z punktu widzenia dostawcy rozwiązań transportowych oznacza dostarczanie energooszczędnych wyrobów oraz innych propozycji ze sfer *hardware* i *software*, dzięki którym da się uzyskać wysoką wydajność układu napędowego i całkowitą efektywność-ekonomiczno-ekologiczną optymalizację pojazdów. Zali-

¹ O ile nie wskazano inaczej, tekst powstał na podstawie wewnętrznych materiałów Scanii na temat paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych.

czane tu składowe oferty obejmują m.in. zarówno usługi wsparcia dla kierowców i osób zarządzających flotami, jak i właściwie dobrane produkty inżynieryjne;

- paliwa alternatywne, w tym biopaliwa, i elektryfikacja;
- inteligentny i bezpieczny transport – zawierający m.in. łączność-sięciowość. Ten inteligentny transport oznacza zastosowanie zarządzania przepływem produkcji i innowacyjnych technologii – takich jak łączność pojazdów – dla osiągnięcia najbardziej wydajnych rozwiązań transportowych dla miast, przemysłu i logistyki.

Niemniej, co trzeba podkreślić, łączność, elektryfikacja oraz autonomiczna technologia transportowa zakłócają dotychczasowy – tradycyjny schemat działania sektora przewozowego. W rezultacie stanowią wyzwanie nie tylko dla samych dostawców sprzętu, ale i dla przewoźników oraz zlecających przewozy.

W takich realiach zrównoważony transport polega na takim przemieszczaniu ludzi i ładunków, które jednocześnie przyczynia się do rozwoju gospodarczego oraz społecznego i przy tym nie zagraża zdrowiu ludzkiemu i bezpieczeństwu ani środowisku. Tym samym kwestia dotyczy podnoszenia dobrobytu społecznego z pomocą jak najbardziej zbalansowanego ekologicznie i neutralnego transportu, bez obciążania przyszłych pokoleń negatywnymi skutkami zanieczyszczenia środowiska oraz dalszego wyczerpywania zasobów nieodnawialnych. Powyższe oznacza przede wszystkim, że aby odnieść sukces w minimalizowaniu niekorzystnych skutków dzisiejszych systemów transportowych w postaci gazów cieplarnianych, lokalnych emisji, zatłoczenia ulic czy wypadków drogowych, potrzebne są równoległe wysiłki we wszystkich zaznaczonych trzech obszarach – filarach przyszłej zbalansowanej mobilności. Cały łańcuch wartości musi być zatem bardziej wydajny i należy podjąć działania we wszystkich sferach, w tym w zakresie energii odnawialnej, zwiększania wydajności pojazdów oraz usprawniania przepływów transportowych.

Dlatego Scania wdraża trzy filary na różne sposoby, w zależności od indywidualnych potrzeb danych klientów, zamiast przesuwać i na siłę w danych warunkach komercjalizować konkretne rozwiązanie techniczne. Na tę wysoką indywidualizację w podejściu do rynku i klienta koncern zwraca zresztą baczną uwagę. Ważną rolę w tych procesach usprawniania, optymalizacji i dekarbonizacji odgrywa również dojrzałość logistyki i infrastruktury na całym świecie. Na przykład w niektórych miastach istnieje dobry dostęp do biogazu z odpadów, co można wykorzystać w autobusach, podczas gdy inne ośrodki mogą wytwarzać energię elektryczną z biogazu, dzięki czemu pojazdy elektryczne będą wówczas stanowić rozsądne wyjście.

A zatem, ponieważ nie ma jednego, uniwersalnego i niezależnego rozwiązania problemów wpływających na globalny transport, nie istnieje jedno idealne wyjście pozwalające przekształcić system transportu w system zrównoważony. Należy raczej przyjąć całościowe podejście i stosować strategię krok po kroku i klient po kliencie, biorąc pod uwagę specyficzne przeznaczenie transportu, prowadzoną w poszczególnych krajach politykę, lokalną dostępność do zasobów energetycznych oraz dojrzałość infrastruktury transportowej i logistycznej w różnych częściach świata. Innymi słowy, bardziej wymagane są elastyczność, eklektyzm i holistyka spojrze-

nia niż odgórne promowanie pewnych propozycji, sprawdzonych i wykazujących przydatność gdzie indziej, lecz w określonych, specyficznych realiach kompletnie niewskazanych z wielu przyczyn.

Poza tym dążenie do zyskowności klientów poprzez zrównoważone rozwiązania i prowadzenie odpowiedzialnego biznesu stanowią uzupełniające długoterminowe perspektywy dalszego zachowania rentowności. Chociaż z punktu widzenia podmiotu podstawą wkładu w społeczeństwo jest mianowicie dostarczanie zrównoważonych rozwiązań transportowych ukierunkowanych na poprawę rentowności użytkowników, nie oznacza to, że jego odpowiedzialność się tu kończy. Wręcz przeciwnie – zagadnienie dotyczy stosowania zasad odpowiedzialnego biznesu. Zrównoważony rozwój wiąże się bowiem z tym, w jaki sposób prowadzić działalność, produkcję i pracowników, czyli być odpowiedzialnym i dostarczać wartość w całym łańcuchu wartości i w relacjach kreowanych z otoczeniem. W związku z tym koncern zidentyfikował sześć obszarów odpowiedzialności biznesu: zasoby i efektywne energetycznie operacje, różnorodność i integracja, zdrowie i bezpieczeństwo, prawa człowieka i prawa pracy, etyka biznesu i zaangażowanie społeczności. W takim układzie dążenie do wysokich standardów w działaniach oraz w łańcuchu wartości wzmocni jego zdolność do zmiany zasad gry transportu poprzez generowanie doświadczenia, wiedzy i możliwości dających się przełożyć na rozwój produktów i usług oraz zapewniających wiarygodność potrzebną na rynku.

W takiej sytuacji w ramach partnerstwa Scania kooperuje ze swoimi klientami i klientami swoich klientów, aby przekształcić system transportowy w sposób przyczyniający się do zachowania rentowności wszelkich wykonywanych operacji, jednocześnie tworząc system transportu niskoemisyjnego.

2.1.1. Efektywność energetyczna

Oznacza ona oferowanie najbardziej wydajnych technologii, a w połączeniu z właściwymi produktami i usługami stanowi podstawę odniesienia sukcesu. W związku z tym Scania skupia się na trzech aspektach, aby zapewnić klientom energooszczędne produkty i rozwiązania, są nimi: wydajność układu napędowego, optymalizacja energetyczna pojazdów oraz redukcja zużycia paliwa w układach bezwzględny i względny – w przeliczeniu na wykonaną pracę przewozową. Jedną z dróg do redukcji powiązanych względnych ekonomicznych i ekologicznych kosztów przemierzania – tzn. w przeliczeniu na 1 tkm wykonanej pracy przewozowej – jest wyrażenie zgody na bardziej powszechne wdrożenie wydłużonych zestawów o podwyższonej dopuszczalnej masie całkowitej. Jednocześnie podmiot przewiduje, że wyeliminowanie stosowania paliw kopalnych w transporcie będzie możliwe dzięki:

- systematycznemu doskonaleniu pojazdów pod kątem maksymalnego wykorzystywania dostępnych na pokładzie zasobów energii,
- badaniom i rozwojowi technologii związanych z paliwami alternatywnymi i elektryfikacją,

- inteligentnym systemom logistycznym korzystającym z możliwości stwarzanych przez szybką łączność, np. celem tworzenia na autostradach wydajnych energetycznie zintegrowanych konwojów.

Powyższe wynika z tego, że obecnie (stan na rok 2022) transport odpowiada za 14% globalnej emisji gazów cieplarnianych. Istnieje przy tym ryzyko, że ten odsetek się zwiększy, gdyż zapotrzebowanie na przewozy rośnie i będzie wzrastać w przyszłości. Aby utrzymać przyrost temperatury poniżej 2°C, światowy transport drogowy musi zredukować o połowę emisję gazów cieplarnianych. Ze swojej strony Scania czyni wysiłki, aby sprostać temu wyzwaniu. Aktywnie współpracuje z użytkownikami, aby zmniejszyć emisję CO₂ i w rezultacie wpływ transportu na klimat. Ponieważ jej strategia zawiera trzy elementy: efektywność energetyczną, paliwa alternatywne i elektryfikację oraz inteligentny transport, dlatego prowadzi intensywne badania i prace konstrukcyjne w obszarze paliw alternatywnych. Wszystkie silniki Scanii mogą więc być obecnie (stan na rok 2022) zasilane biodieslem, a przy wykorzystaniu bioetanolu da się osiągnąć redukcję emisji CO₂ przez ciężkie pojazdy użytkowe o 90%. Intensywne prace rozwojowe sprawiły, że Scania niemal całkowicie zniwelowała różnicę w osiągnięciach pomiędzy tradycyjnymi silnikami Diesla a jednostkami zasilanymi paliwami alternatywnymi. Potentat inwestuje również w elektryfikację. W związku z tym bierze udział m.in. w pilotażowym projekcie budowy zelektryfikowanych dróg w szwedzkich miastach Södertälje i Gävle oraz we Włoszech i w Niemczech.

Wśród priorytetów Scanii wysoko lokuje się też ograniczanie własnego negatywnego wpływu na środowisko. W latach 2010-2020 w swoich zakładach wytwórcza zamierzał o połowę zmniejszyć zużycie energii, a tym samym w analogicznym stopniu emisję CO₂. Ponadto do badania nowych technologii w codziennych wdrożeniach Scania mocno wykorzystuje Scania Transport Laboratory – Scania Transportlaboratorium AB. To należące do podmiotu przedsiębiorstwo transportowe funkcjonuje jak zwykła firma przewozowa, ale jednocześnie służy jako laboratorium – jednostka badawcza testująca na drodze zaawansowane pojazdy, zarazem pozyskując cenne informacje, które można wykorzystać m.in. do redukcji emisji CO₂. Wykonuje zlecenia na przewozy pomiędzy fabrykami na wewnętrzne potrzeby Scanii. Korzysta przy tym ze wsparcia działu badawczo-rozwojowego, pomagając w testowaniu i rozwoju nowych produktów oraz usług pod kątem obecnych i przyszłych potrzeb klientów. Od momentu założenia w 2008 roku znacznie podniosło ono wydajność przewozów. Kluczem do sukcesu są szkolenia kierowców połączone z systematyczną opieką trenera, właściwie wyposażone auta umożliwiające jazdę z prędkością 80 km/h przy niskich obrotach silnika oraz spożytkowanie dostępnych na rynku rozwiązań.

Eksploatowane w Scania Transportlaboratorium AB wydajne, dobrze dobrane, zoptymalizowane i w pełni załadowane pojazdy oraz odpowiednio przeszkoleni kierowcy sprawili, że od 2008 roku zużycie paliwa i emisja CO₂ na wykonaną pracę przewozową spadły o przeszło połowę – z 70 do 33 gr na 1 tkm. Jest w tym pew-

na zasługa m.in. rozpoczętych w 2014 roku na głównych drogach Szwecji testów zestawów z dwiema naczepami. Zestawy takie cechują długość całkowita około 31,5 m i dopuszczalna masa całkowita na poziomie 72 000 kg. Do tego dwie naczepy pozwalają zabrać dwa razy więcej ładunku, co znacznie podnosi wydajność przewozu. Testy te są kontynuowane. Co więcej, takie megawydłużone zestawy, określane jako MLHV, SEC, HCT/HCV, znajdują się już w normalnym użytkowaniu w Finlandii oraz w użytkowaniu próbnym w Szwecji, Holandii i Hiszpanii. W takiej sytuacji redukcja emisji dwutlenku węgla o połowę w ciągu 5 lat staje się możliwa przy zastosowaniu obecnej technologii stale udoskonalanych silników spalinowych.

Niemniej mimo tego, że szwedzki koncern od dawna mocno stawia na paliwa alternatywne oraz alternatywne zespoły napędowe, w tym na paliwa alternatywne, oraz że w pracach tych stara się znaleźć najlepsze rozwiązania, dotąd wciąż nie wskazał jednego najlepszego i uniwersalnego substytutu. Taki optymalny zamiennik ropy naftowej – jako bazy dla paliw – jeszcze bowiem nie istnieje. Konieczne jest zatem podejście wybitnie zindywidualizowane, dające się opisać jako rynek po rynku, użytkownik po użytkowniku, paliwo po paliwie. W związku z tym, przy obecnych ograniczeniach inwestycyjnych, kosztowych, dotyczących dostępności określonych zasobów po określonym koszcie na danym terytorium w danym czasie, uważa się jednak, że na tę chwilę najlepsze rozwiązanie stanowi tzw. miks paliwowy, elastycznie dobierany w przypadku każdego konkretnego użytkownika. Nie istnieje jedno uniwersalne rozwiązanie, musi być zatem badanych wiele technologii zbalansowanych wdrożeniono, eksploatacyjnie, kosztowo i ekologicznie. Na przykład jeśli dany przewoźnik ma dostęp do biogazu, może zarówno eksploatować tabor gazowy, jak i elektryczny – ten pierwszy zasilany oczyszczonym biogazem, ten drugi – energią elektryczną wytworzoną z surowego biogazu. Tym samym reakcja Scanii na potrzebę implementacji bardziej zrównoważonego, wielopłaszczyznowego, wybitnie zindywidualizowanego rozwiązania transportowego to wdrażanie kilku różnych obszarów badań. Co gorsza, pewne z niegdyś rozważanych propozycji z czasem okazały się „ślepą uliczką w rozwoju”. Taka sytuacja częściowo wystąpiła przykładowo w odniesieniu do etanolu/bioetanolu.

W efekcie aktualna filozofia podmiotu polega na szerokim podejściu do prac i testów nad wszelkimi zrównoważonymi technologiami, zamiast umieszczania ich wszystkich na jednej płaszczyźnie i przekonania, że wszystkie w każdych warunkach nadają się do wdrożenia. Wręcz przeciwnie, w tej sferze obowiązuje zasada, że każdy klient bywa inny, każdy jeden przypadek wymaga jednostkowej, jemu wyłącznie przyporządkowanej analizy wdrożeniowej. Jeśli mianowicie dany przewoźnik ma łatwy dostęp do biogazu, pozyskiwanego na miejscu np. z oczyszczalni ścieków bądź hodowli trzody czy kompostowni, wówczas zastosowanie takiego biopaliwa wykazuje dla niego pełne uzasadnienie ekonomiczne. Niemniej inny przewoźnik, w tym samym czasie działający nawet w tym samym sektorze przewozowym, lecz pozbawiony takiego dostępu do biogazu, będzie już sporządzał inne obliczenia. Dla niego bowiem biogaz może już nie być tanim i łatwo dostępnym paliwem. Inaczej

też na zagadnienie elektryfikacji będzie się zapatrywała firma mogąca pozyskiwać tanią i czystą energię z własnych paneli fotowoltaicznych czy mogąca doładowywać swój elektryczny tabor na trasie energią pozyskiwaną z takich paneli przez współpracujących partnerów – np. w zaplanowanych, powtarzalnych punktach załadunku i rozładunku. Niemniej zupełnie inaczej będzie się już prezentować analiza przygotowana przez kogoś, kto ma dostęp wyłącznie do ogólnodostępnych ładowarek, gdzie energia bywa przeważnie droższa, czy/i porusza się po nieregularnych trasach. Dla niego implementacja wariantów elektrycznych może się więc okazać kompletnie nieopłacalna.

Podobne rozważania różnicujące można przeprowadzić, rozpatrując odmienne możliwości użycia, wynikające z odmiennych jego uwarunkowań. Przykładowo, w sytuacji istnienia stref zakazanych dla wjazdu przez modele z silnikami spalinowymi zasilanymi tradycyjnymi paliwami, jak centra miast, czy ograniczających taki wjazd w określonych godzinach, jak wieczorne, nocne i wczesnoporanne, podmiot, który wykonuje np. dostawy na ostatniej mili albo pracuje w dystrybucji lub służbach komunalnych, przy istnieniu takich twardym zakazów i ograniczeń może postawić na eksploatację odmian gazowych, hybrydowych bądź w pełni elektrycznych. Jednak inny podmiot, niespotykający się z takimi zakazami, na tę kwestię będzie już patrzył zgoła inaczej.

Co istotne, takiego jednego, uniwersalnego rozwiązania przedsiębiorstwo nie widzi nie tylko w odniesieniu do wielu technologii alternatywnych paliw i zespołów napędowych, ale także w przypadku samej elektryfikacji. W rezultacie, dzięki swojej mapie elektryfikacji, stosuje podejście wielopłaszczyznowe. Przejawia się ono m.in. badaniami nad różnymi rodzajami hybrydowych technologii biopaliwowych oraz pojazdami w pełni elektrycznymi. Przy tym dyskusja publiczna często zwraca uwagę na wersje z napędem elektrycznym jako jedyną opcję w pełni elektryczną, ale w swoich badaniach i rozwoju Scania pracuje również z modelami w pełni elektrycznymi napędzanymi ogniwami paliwowymi z wodorem jako paliwem oraz odmianami w pełni elektrycznymi, które mogą być ładowane za pomocą zelektryfikowanych dróg. Tak więc paliwa alternatywne i elektryfikacja mogą istnieć wspólnie lub osobno, ale obie te składowe mają do odegrania kluczową rolę. Są to bowiem rozwiązania, które można stosować oddzielnie lub w połączeniu.

Pojazdy Scanii od dawna pracują na paliwach alternatywnych pozbawionych wsadu w postaci bazy z paliw kopalnych. W ciągu ostatnich 30 lat bowiem firma należy do pionierów w zakresie wykorzystywania paliw alternatywnych, dostarczając najwięcej na rynku różnorodnych silników na takie paliwa. Tym samym jej globalna platforma silnikowa umożliwia klientom, mającym dostęp do paliw wysokiej jakości, wybór jednostek napędowych o najlepszych parametrach środowiskowych i wydajności paliwowej, bez względu na to, w jakim miejscu na świecie działają. Tym samym, proponując najszerszą gamę pojazdów zasilanych paliwami alternatywnymi dostępnymi na rynku, koncern oferuje obecnie (stan na rok 2022) niezwykle szeroki program wysoce proekologicznych produktów, obejmujący samochody i autobu-

sy – od odmian na bioetanol do wersji wykorzystujących skroplony biogaz. Zwykłe typy z silnikiem wysokoprężnym mogą zaś być zasilane biodieslem i do 100% HVO. Taka aktywność należy do niezwykle wskazanych, gdyż m.in. wzrost rynków wschodzących przynosi rosnące zapotrzebowanie na rozwiązania w zakresie paliw alternatywnych, w szczególności w miastach z dużymi i pilnymi do rozwiązania problemami dotyczącymi się transportu publicznego, a dokładnie generowanych przez niego zanieczyszczeń wskutek użycia starych, nieekologicznych silników zasilanych tzw. brudnym paliwem, z przykładowo dużą zawartością siarki.

Poza tym koncern skupia się na technologiach elektryfikacji zarówno dla pojazdów, jak i dla infrastruktury. Stanowi to pochodną faktu, że elektryfikacja należy do szybko rozwijających się grup technologii, już obecnych w autobusach hybrydowych, a ostatnio również w użytkowych samochodach hybrydowych, podczas gdy autostrady elektryczne i autobusy z bezprzewodową magistralą znajdują się na granicy rzeczywistości. Tym bardziej, że technologie elektryfikacji Powertrain mogą, z jednej strony, znacznie poprawić funkcjonalność i efektywność kosztową, z drugiej – polepszyć jakość powietrza. Dlatego firma opracowuje kilka aplikacji dla wariantów zelektryfikowanych, w tym ciągłe ładowanie wzdłuż dróg elektrycznych, modele z ogniwami paliwowymi i bezprzewodowo zasilane autobusy.

W tym kontekście warto zwrócić uwagę na rozważania o elektryfikacji przeprowadzone przez A. Freieslebena – dyrektora sprzedaży Scania Danmark A/S. W komunikacie „Energia elektryczna jest fascynująca i interesująca, ale gdzie tak naprawdę za te pieniądze można uzyskać największy zysk klimatyczny?”² stwierdza on, że wszyscy wierzą w elektryczność. Ma ona zrewolucjonizować flotę samochodową i sektor transportu, a tym samym zapewnić przejście do ekologicznej branży transportowej. Tak postrzegana elektryczność jest bowiem korzystna i pełna możliwości. Na przykład w przypadku użycia zelektryfikowanych samochodów ciężarowych miasta unikają zarówno hałasu, jak i emisji – dlatego właśnie energia elektryczna działa natychmiast jako rozwiązanie korzystne dla wszystkich. Ale z ciężkimi samochodami elektrycznymi wiąże się szereg wyzwań, dlatego że sama elektryfikacja okazuje się być znaczną inwestycją. W rzeczywistości elektryczny samochód ciężarowy kosztuje prawie trzy razy więcej niż tradycyjny z silnikiem Diesla, podobnie jak trzeba zainwestować w stację ładowania w bazie czy na trasie. A cena ta może być przerażająco wysoka dla przewoźnika pracującego na własny rachunek, który może wysłać rachunek za to do kogoś innego, niż tylko do swoich klientów. A następnie wymaga, aby nabywca usługi transportowej był skłonny zapłacić więcej za przejazd. Tak więc, chociaż inicjatywa i pomysł są zarówno dobre, jak i trwałe, dodatkowe koszty powstrzymują większość przewoźników – dużych i małych – przed

² A. Freiesleben, *Debat: El er fascinerende og interessant, men hvor får vi egentlig den største klimagevinst for pengene?*, <https://www.scania.com/dk/da/home/experience-scania/news-and-events.html#/pressreleases/debat-el-er-fascinerende-og-interessant-men-hvor-faar-vi-egentlig-den-stoerste-klimagevinst-for-pengene-3064541>

inwestowaniem w elektryczne auta. Wskutek tego chociaż samochody elektryczne są przedstawiane jako jedyna droga do bardziej ekologicznego sektora transportu, to realia współczesnej gospodarki stanowią przeszkodę dla zauważalnej ekologicznej konwersji. Innymi słowy, jednostronne skupienie się na konwersji na energię elektryczną może mieć nawet negatywny wpływ na postęp ekologiczny, tym bardziej, że obecnie (stan na rok 2022) faktycznie są dostępne atrakcyjne ekonomicznie i po części ekologicznie alternatywy zaspokajające potrzeby zarówno kierowców, jak i klientów oraz korzystne dla klimatu.

Z pewną rezerwą na temat sensowności dzisiaj powszechnej elektryfikacji i potem gazo-elektryfikacji w 2021 roku wypowiedział się również J. van der Baan – dyrektor zarządzający Scania Benelux. Stwierdza on „Wybierz teraz akumulator elektryczny, a dopiero później (zielony) wodór!”³ i uważa, że obecnie Scania ciężko pracuje nad elektryfikacją, aby osiągnąć własne cele w zakresie emisji CO₂ oraz cele UE. W nadchodzącej dekadzie ważną rolę w tym odegrają rozwiązania elektryczne. Jaką więc rolę w planach Scanii odgrywa wodór, który często postrzega się jako rozwiązanie problemu ograniczenia emisji CO₂ w transporcie i logistyce?

J. van der Baan wskazuje „Kiedy produkcja zielonego wodoru zacznie się na dobre – co w tej chwili nie ma miejsca – wodór będzie przede wszystkim istotnym surowcem dla procesów przemysłowych. Myślę, że to ważny sygnał, gdy dla renomowanej organizacji, takiej jak Natuur en Milieu, wodór jako paliwo do pojazdów zajmuje jedynie marginalne miejsce na własnej „drabinie wodorowej”. Pierwszym priorytetem dla wodoru są procesy przemysłowe. Zdecydowanie największy przyrost emisji CO₂ odnotowała Holandia. Uwaga: wtedy mówimy o zielonym wodorze, a nie o szarym, który mamy obecnie. Jest on po prostu produkowany na bazie paliw kopalnych. Jeśli mamy zielony wodór dostępny w dużych ilościach i odpowiednio ustaliliśmy pierwsze priorytety, możemy skoncentrować naszą wizję wodorową na ciężkich zastosowaniach transportowych. Jednak w ciągu najbliższych dziesięciu do piętnastu lat pojazdy z napędem akumulatorowym będą stanowić podstawę naszych wysiłków na rzecz zrównoważonego rozwoju”⁴. Niemniej warto wskazać, że holenderski rząd chce, aby do 2025 roku na drogach pojawiło się 5000 elektrycznych samochodów ciężarowych. J. van der Baan komentuje te zamierzenia następująco „To ambitny, ale realistyczny cel. W bardzo krótkim okresie należy podjąć szereg istotnych kroków. Najważniejsze z nich dotyczą wymaganej infrastruktury ładowania, aby móc ładować te pojazdy elektryczne. Teraz jej nie ma lub prawie nie ma”⁵.

Jednocześnie na obecnym etapie technologie elektryczne w określonych warunkach wcale nie wykazują istotnych przewag nad technologiami gazowymi z biogazem jako paliwem. Wskazuje na to wewnętrzne opracowane Scanii zatytułowane

³ J. van der Baan, MD Scania Benelux, *Nú kiezen voor batterij-elektrisch en pas straks voor (groene) waterstof*, <https://www.scania.com/nl/nl/home/about-scania/newsroom/news/2021/janko-van-der-baan-md-scania-benelux-nu-kiezen-voor-batterij-elektrisch-en-pas-straks-voor-groene-waterstof.html>

⁴ Tamże.

⁵ Tamże.

wielce wymownie „10 przyjaznych dla klimatu samochodów na biogaz lub jeden elektryczny samochód ciężarowy”⁶. Podkreślono w nim, że nie należy czekać 5-10 lat, aż model elektryczny (miejmy nadzieję) stanie się wystarczająco tani i będzie miał wystarczający zasięg, aby inwestycja się zwróciła. Istnieje już bowiem rozwiązanie, które jest zarówno ekologiczne, jak i opłacalne ekonomicznie – to wariant zasilany biogazem. W porównaniu z tradycyjnym odpowiednikiem z silnikiem wysokoprężnym cena względna wersji na biogaz wynosi tylko o około 13% więcej, co odpowiada wartości 130 000 DKK. Liczby te należy rozpatrywać w świetle faktu, że dla porównania model elektryczny jest droższy o równowartość około 1,7 mln DKK. Innymi słowy, dla przewoźnika dodatkowa cena jednego elektrycznego samochodu ciężarowego odpowiada dodatkowej cenie ponad dziesięciu odpowiedników na biogaz. Ponadto biogaz wyprodukowany w Danii wykazuje tę oczywistą zaletę, że jest neutralny pod względem emisji CO₂. Jest to coś, czym niestety nie mogą się jeszcze pochwalić duńskie systemy elektryczne, mimo że w 2020 roku w Danii nieco ponad 70% energii elektrycznej pochodziło z odnawialnych źródeł energii, takich jak wiatr oraz energia słoneczna i wodna. Można więc stwierdzić, że model na biogaz oferuje więcej rozwiązań klimatycznych za te pieniądze. W rzeczywistości samochód ciężarowy na biogaz nie stanowi jedynej alternatywy, gdyż dobrym rozwiązaniem może być również biodiesel. Paliwa alternatywne mogą zapewnić redukcję emisji CO₂ o 60-90%, o ile wybierze się produkt bez oleju palmowego, być może jako paliwo 2G (drugiej generacji), aby produkcja nie wykraczała poza produkcję żywności. Ale jeśli mimo to dany przewoźnik przedkłada energię elektryczną i musi jeździć bez zanieczyszczeń, np. w miastach, to hybryda elektryczna i hybryda elektryczna typu *plug-in* stanowią idealną alternatywę dla czystej wersji elektrycznej. Hybrydy są mianowicie zauważalnie tańsze niż wersje w pełni elektryczne, a w trybie elektrycznym na odcinku 15-60 kilometrów mogą jeździć nawet całkowicie bez zanieczyszczeń. Następnie do hybrydy można dodać biopaliwo, aby osiągnąć taką samą redukcję emisji CO₂, jak w przypadku pojazdu wyłącznie elektrycznego. A elektryczne samochody hybrydowe nie mają ograniczonego zasięgu dzięki silnikowi spalinowemu. W rezultacie energia elektryczna jest bardzo dobra, ale nie powinno się zapominać o wszystkich istotnych możliwościach zmniejszających emisję CO₂, które mogą uczynić sektor transportowy jeszcze bardziej ekologicznym.

Na tej podstawie Scania, jako jedyna w branży, stawia dzisiaj na wszelkie dostępne zamienniki oleju napędowego. Dlatego wdraża jednostki napędowe:

- dopasowane do zasilania gazem, biogazem, biopaliwami i etanolem,
- elektryczne, funkcjonujące samodzielnie w ramach układów w pełni elektrycznych, układów hybrydowych, w tym zasilanych paliwami alternatywnymi oraz hybryd z opcją doładowania *plug-in* i hybryd zasilanych z napowietrznych sieci trakcyjnych,
- w postaci układów elektrycznych z ogniwami paliwowymi zasilanymi wodorem.

⁶ A. Freiesleben, wyd. cyt.

Tym samym na tym etapie rozwoju współlistnieje wiele technologii połączonych dla przyszłości bez emisji dwutlenku węgla. Dlatego będą współlistnieć połączone technologie układu napędowego i infrastruktura, łącząc pojazdy zasilane z akumulatora, z ogniwami paliwowymi oraz z silnikami spalinowymi zasilanymi biopaliwami.

Ogólnie podejście firmy polega na zapewnieniu klientom możliwie największej liczby alternatywnych produktów pozbawionych paliw kopalnych oraz przewiduje, że elektryfikacja będzie odgrywać kluczową rolę również w transporcie dalekobieżnym.

2.1.2. Gaz jako paliwo alternatywne

Scania definiuje swoją wizję zrównoważonego transportu opartego na pojazdach wykorzystujących gaz jako paliwo. Strategia ta bazuje na następujących filarach – podstawowych założeniach:

1. Gaz to paliwo przyszłości, które będzie eksploatowane jeszcze przez setki lat. Jego obecnie (stan na rok 2022) znane zasoby światowe wystarczą bowiem na 250 lat, podczas gdy teraz znane zasoby ropy naftowej zaledwie na 50 lat.
2. Gaz pozwala na redukcję emisji CO₂ o 15-90%, NOx o 40-60% i PM o 95%; wykorzystując gaz ziemny, osiąga się redukcję emisji CO₂ na poziomie około 15%.
3. Technologia silnika gazowego zapewnia niższy poziom hałasu – o natężeniu 72 dB.
4. Rozwiązanie gazowe jest łatwe do implementacji w transporcie dla pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 18 000 kg.
5. Rozwiązanie gazowe nie zmienia obecnego sposobu dystrybucji towarów.
6. Gaz jako paliwo stanowi (po)most pomiędzy technologią przyszłości i aktualnymi potrzebami.
7. Biogaz może zapewniać ponad 100-procentową redukcję emisji CO₂. Okazuje się mianowicie, że da się przekroczyć 100%? Odpowiedź jest taka, że gdyby odpady organiczne z rolnictwa nie zostały poddane fermentacji beztlenowej, by uzyskać biogaz, użyto by je jako nawóz na polach uprawnych. Wówczas podczas rozkładu emitowałyby metan, będący znacznie bardziej szkodliwym gazem cieplarnianym niż CO₂.

Co więcej, podczas gdy do tej pory większość silników zasilanych gazem nie osiągała wystarczającej mocy lub ich gama była zbyt wąska, aby stały się użyteczne w ciężkich zastosowaniach, teraz (stan na rok 2022) ta istotna bariera powoli zanika. Wszystko w takim razie wskazuje, że na rynkach, takich jak Włochy, silniki zasilane gazem doprowadzą do przełomu w transporcie długodystansowym i w branży budowlanej. Odbiorcy ci nie muszą już dalej iść na ustępstwa względem pożądanых własności napędowych czy komfortu jazdy. Dlatego postępowm w rozbudowie infrastruktury do tankowania w kilku europejskich krajach towarzyszy rosnąca wola zastosowania gazu w przewozach. Duże znaczenie mają tu również zagadnienia związane ze zrównoważonym rozwojem. Ponadto nabywcy wskazują na konieczność posiadania rozwiązań mających wszelkie zalety gazu, ale przy tym zachowujących korzystny całkowity koszt użytkowania.

W procesie ograniczania emisji CO₂ niezwykle ważną rolę odgrywa świadomość środowiskowa samych przewoźników i ich chęć do podejmowania dodatkowych działań, ukierunkowanych na osiągnięcie tego celu. Wsparcie w tym zakresie mogą oni otrzymywać od samych dostawców taboru proponujących stosowne rozwiązania. Jednocześnie stały postęp techniczny powoduje, że niektóre z dawniej analizowanych możliwości, kiedyś naznaczone wieloma kluczowymi wadami, dzisiaj powoli zaczynają stanowić coraz bardziej realistyczne wyjście. W pierwszej kolejności dotyczy to właśnie gazu ziemnego jako paliwa w transporcie drogowym stosowanego w formie sprężonej (sprężony gaz ziemny CNG) bądź ciekłej (ciekły gaz ziemny LNG). Przez dekady zasadnicze zarzuty formułowane wobec tego nośnika dotyczyły następujących sfer:

- słabych osiągnięć silników gazowych – zbyt niskich uzyskiwanych maksymalnych mocy i momentów obrotowych – w porównaniu z wysokoprężnymi odpowiednikami,
- relatywnie małej pojemności zbiorników, co zasadniczo ograniczało użyteczny zasięg na jednym tankowaniu w praktyce do dystrybucji oraz co najwyżej przewozów krajowych,
- względnie dużej przestrzeni zajmowanej przez zbiorniki,
- wyższej ceny nabycia taboru, lecz rekompensowanej (częściowo, całkowicie?) w trakcie wieloletniej eksploatacji, ale w zależności od realizowanych przebiegów oraz wysokości podatków i opłat lokalnych na określone rodzaje środków transportu, w tym ewentualnych preferencji dla bardziej proekologicznych aut.

Obecnie (stan na rok 2022), zgodnie ze swoją mocno zdywersyfikowaną strategią napędowo-paliwową, Scania oferuje także warianty zaopatrzone w silniki gazowe. Modele te są wyposażone w silniki iskrowe drugiej generacji, zaprojektowane od podstaw w celu maksymalnie zoptymalizowanego wykorzystania paliwa, jakim jest metan. W rezultacie konstrukcyjnie taki silnik zasilany gazem i silnik wysokoprężny różnią się między sobą z wyjątkiem osprzętu. Niemniej przy opracowywaniu wydań gazowych szwedzki koncern mocno oparł się na swoim modułowym systemie komponentowym. W rezultacie mniej niż 40 podzespołów jest innych niż w silniku diesla, co wpływa na szybkość naprawy oraz dostęp do części zamiennych. Warto więc zwrócić uwagę na kluczowe odmienne założenia konstrukcyjne. W jednostce wysokoprężnej: powietrze jest sprężane do wysokiej temperatury, zależnie od obciążenia paliwo jest mieszane z powietrzem, stopień sprężania wynosi $\sim 18:1$, ciśnienie spalania równe jest 180-200 barów, a sprawność cieplna to $\eta \approx 44-51\%$. Natomiast w wariantcie gazowym pracującym zgodnie z cyklem Otto: gaz i powietrze są wcześniej mieszane, mieszanka paliwowa jest zapalana przez świece zapłonowe, mieszanka paliwa z powietrzem pozostaje stała niezależnie od obciążenia, stopień sprężania wynosi $\sim 9:1-12,6:1$, ciśnienie spalania równe 80-140 barów, a sprawność cieplna to $\eta \approx 33-38\%$. Efektywność – sprawność termiczna silnika Otto kształtuje się zatem na poziomie poniżej 40%, podczas gdy dla wysokoprężnego analogu sprawność termiczna przekracza poziom 43%. Niemniej silniki gazowe występują

z szeroką ofertą przystawek odbioru mocy oraz osiągają wartości zbliżone do momentu obrotowego wysokoprężnych odpowiedników, zachowując przy tym płynną pracę. W rezultacie z jednej strony zaznacza się wystarczająco duże zainteresowanie ze strony nabywców, z drugiej silniki zaspokajają ich wymagania pod każdym względem.

Ponadto przy tym produkcie rozwiązano kolejny kluczowy problem – zbyt małego zasięgu. Generalnie rodzaj zbiorników proponowanych wraz z silnikiem zasilanym gazem zawsze stanowi sprawę najwyższej wagi. Tymczasem dla pracy silnika nie ma znaczenia, w jakim zbiorniku gaz był przechowywany, podczas gdy każdy z rodzajów gazu ma kolosalny wpływ na zasięg pojazdu. Zasięg typowego ciągnika siodłowego zasilanego LNG na równinnym terenie wynosi 1200-1500 km. Z kolei CNG zapewnia zasięg do 500-600 km, ale wielu klientom w zupełności to wystarcza. Znajdują się wśród nich m.in. klienci działający w skali regionu i mogący tankować auta co wieczór w bazie. Niemniej rzeczywisty zasięg przy pełnym zbiorniku zależy od rodzaju pracy oraz ukształtowania terenu. Zbiorniki LNG zapewniają większy zasięg bez tankowania, gdyż mogą pomieścić więcej paliwa. Jednak koncern zostawia tu wybór samym nabywcom – zarówno zbiorniki LNG, jak i CNG mogą być zamawiane bezpośrednio u niego. Poza tym obecnie (stan na rok 2022) przy zastosowaniu zbiorników skroplonego gazu ziemnego (LNG) typowy, 40-tonowy zestaw może pokonać bez tankowania do 1000 km. Przy dwóch zbiornikach LNG zasięg wzrasta do nawet 1600 km. Zwiększanie potencjalnej pojemności zbiorników do różnych zastosowań eliminuje zatem w ocenie części potencjalnych klientów największą przeszkodę w większej popularności paliwa gazowego. Tym samym, w połączeniu ze zbiornikami LNG i zwiększoną elastycznością układu podwozia, samochód ma moc i zasięg wymagane w ruchu długodystansowym. W efekcie Scania uważa, że nowa generacja silników zasilanych gazem ziemnym lub biogazem stanowi przełom we wprowadzaniu gazu do transportu długodystansowego jako takiego, tym bardziej że stale też rośnie dostępność nowych stacji gazowych. W dodatku, przykładając dużą wagę do kwestii bezpieczeństwa, zawory do tankowania konstruktorzy firmy umieścili w tylnej części zbiornika. To proste, ale przemyślane rozwiązanie zmniejsza ryzyko uszkodzenia zaworu w przypadku uderzenia go kamieniem bądź odłamkiem wydostającym się spod kół.

Następna użytkowo istotna zaleta polega na wydłużeniu przebiegów między przeglądami, co przekłada się na wyższą dyspozycyjność. Silniki zasilane gazem o zapłonie iskrowym ogólnie bowiem wyróżniają się krótszymi okresami między przeglądami niż jednostki o zapłonie samoczynnym. Jednak inżynierowie Scanii zastosowali rozwiązania umożliwiające wydłużenie tych okresów. Obecnie (stan na rok 2022) ich długość zasadniczo warunkuje żywotność świec. Biorąc pod uwagę przeciętne warunki użytkowania, określono przebieg, po którym należy wymienić świece i olej, na 45 000 km. To wyraźny postęp w stosunku do poprzedniej generacji silników zasilanych gazem, wymagających przeglądu co 30 000 km. Tym samym doszło do redukcji kosztów serwisu i wzrostu dyspozycyjności floty.

Warto też wskazać, że silniki zasilane gazem są cichsze niż wysokoprężne i dlatego doskonale sprawdzają się w środowisku miejskim. Silnik Scania Euro 6 – OC13 – zasilany gazem spełnia wymagania normy PIEK. Zgodnie z nią w strefach wyjątkowo narażonych na hałas jego poziom emitowany przez pojazd może wynosić nie więcej niż 72 dB(A). Zarazem komercjalizacja 13-litrowej jednostki zasilanej gazem oznacza rozszerzenie oferty koncernu w sferze paliw alternatywnych oraz ściśle wiąże się z rozpoczęciem przez niego ofensywy w zakresie stosowania paliw alternatywnych w najnowszych samochodach. Jednostka ta uzupełnia gamę rozwiązań dla zrównoważonego transportu, pozwalając na redukcję emisji CO₂ o 15-90%. Ważne pozostaje szczególnie, że z mocą maksymalną 302 kW/410 KM przy 1900 obr./min i z maksymalnym momentem obrotowym równym 2000 Nm, co istotne w zakresie od 1100 do 1400 obr./min, może być wykorzystywana zarówno w przewozach długodystansowych, jak i na placach budowy.

Poza tym gazowe Scanie mogą być zasilane CNG/CBG oraz LNG/LBG, a w przypadku odmian CNG/CBG są standardowo zaopatrzone w oba złącza – NGV1 i NGV2. Ułatwia to ich wykorzystanie w zależności od infrastruktury stacji tankowania oraz czasu dostępności danego dystrybutora. Natomiast w odmianach LNG/LBG skroplony gaz jest przechowywany przy ciśnieniu około 10 barów, co pozwala zmagazynować nawet do 290 kg paliwa. Do tego dochodzą układy wspomagania efektywności jazdy i tym samym poprawiające sprawność silnika gazowego. Są nimi: system zautomatyzowanej zmiany biegów Opticruise 2- i 3-pedałowy, tempomat wyprzedzający – predykcyjny Active-prediction oraz funkcja swobodnego toczenia się *EcoRoll*.

Wszystkie te składowe dają wynik praktyczny w postaci nawet o 10% niższego zużycia paliwa. Głównymi elementami instalacji CNG są: dwustopniowy reduktor ciśnienia, filtr gazu, zbiorniki gazu, zawory ręczne i elektrozawory. W zależności od rozstawu osi dostępne są następujące zbiorniki: 8×80 l, 8×95 l oraz 8×118 l. Przy ocenie CNG w kwestii uzyskiwanego zasięgu należy też przyjąć: masa CNG przy ciśnieniu 200 barów – 0,126 kg/l, pojemność dla zbiorników 8×118 l = 944 l, $944 \text{ l} \times 0,126 \text{ kg/l} = \sim 120 \text{ kg}$, $120 \text{ kg}/0,735 \text{ kg/m}^3 = \sim 163 \text{ m}^3$ – w takim układzie przy spalaniu 22 kg/100 km zasięg równa się – $120 \text{ kg}/22 \text{ kg} \times 100 \text{ km} = \sim 540 \text{ km}$. Dokładnie przy średnim zużyciu 25 m³/100 km może dojść do 652 km, a przy zużyciu 35 m³/100 km – do 465 km. Natomiast podstawowymi komponentami instalacji LNG są: zbiornik, reduktor ciśnienia, manometr, zawory – elektrozawory, instalacja odpowietrzająca oraz filtr gazu z separatorem. W zależności od rozstawu osi da się zamontować: po obu stronach ciągnika – zbiorniki 406 i 352 l, dla podwozi – 406, 550, 406 + 352 oraz 550 + 550 l. Liczenie zasięgu odbywa się tu następująco: LNG przy ciśnieniu: $\sim -161^\circ\text{C}/10 \text{ barów}$ 0,45 kg/l, dla ciągnika pojemność realna – 406 i 352 l – 454 l + 386 l = 840 l, $840 \text{ l} \times 0,45 \text{ kg/l} = 378 \text{ kg}$, $378 \text{ kg}/0,735 \text{ kg/m}^3 = \sim 514 \text{ m}^3$. Przy spalaniu 22 kg/100 km zasięg dochodzi do: dla podwozia $378 \text{ kg}/22 \text{ kg} \times 100 \text{ km} = \sim 1720 \text{ km}$, kombinacja 550 + 550 l = 1100 l, $1100 \text{ l} \times 0,45 \text{ kg/l} = 495 \text{ kg}$, spalanie 22 kg/100 km, $495 \text{ kg}/22 \text{ kg} \times$

100 km = ~2250 km. Podany zasięg to zasięg obliczeniowy – czysto teoretyczny. Realny zasięg ciągnika przy pojemności 840 l to bowiem 1200 km, realny zasięg podwozia przy pojemności 1100 l zaś to 1500 km. Niemniej przy średnim zużyciu LNG na poziomie 25 kg/100 km da się uzyskać zasięg 1512 km, z kolei przy zużyciu 20 kg/100 km – aż 1890 km.

Ogólnie dostępne w 2022 roku⁷ propozycje w portfolio rozwiązań gazowych oznaczają, że:

- zbiorniki LNG pozwalają na uzyskanie realnego zasięgu operacyjnego do 1400 km (przykładowo trasa z Södertälje do Calais),
- zbiorniki CNG pozwalają na uzyskanie realnego zasięgu operacyjnego do 750 km (przykładowo trasa z Södertälje do Lubeki),
- dostępne 80-litrowe zbiorniki CNG można łączyć, zwalniając jedną stronę ramy,
- zbiorniki CNG w przestrzeni za kabiną oferują zwiększony zasięg w połączeniu ze zbiornikami w regularnych pozycjach; w ciągnikach o rozstawie osi równym bądź większym niż 3900 mm da się uzyskać zasięg do 1000 km (przykładowo trasa z Södertälje do Berlina),
- zbiorniki LNG mogą zapewniać dodatkową, wolną przestrzeń, co okazuje się korzystne dla producentów zabudów i pozwala na specjalistyczne rozwiązania, takie jak dostępne w Wielkiej Brytanii osie podporowe Hendrickson w wersjach A6 × 2/2 w konfiguracji z osią pchaną.

Jednocześnie firma wskazuje wyraźnie na ekonomiczno-eksploatacyjne kwestie związane z wyborem odmian gazowych. Niezwykle ważną rolę odgrywa przede wszystkim maksymalnie zoptymalizowany dobór kompletacji auta pod kątem przewidzianego dla niego zakresu prac do wykonania. Te zasady wyboru rozwiązania gazowego są następujące:

1. Każde konkretne rozwiązanie powinno być dedykowane dla klienta na podstawie wywiadu o zamierzonym sposobie wykorzystania.
2. Doradztwo techniczne przy zakupie polega m.in. na wskazaniu mocnych i słabych stron każdej konkretnej propozycji.
3. Ważną rolę odgrywa wyjaśnienie zasad korzystania.
4. Każdy pojazd gazowy powinien być zaimplementowany do procesu logistycznego obsługiwanego obecnie i w przewidywanej przyszłości lub należy wskazać na zmiany, jakie trzeba wprowadzić.
5. Dokonany prawidłowy wybór oznacza możliwość uzyskania niższych kosztów TCO i wyższego TOE.
6. Ważną rolę odgrywają też względy ekologiczne, w tym niższa emisja CO₂.

Ponadto Scania zwraca uwagę na trzy kluczowe elementy. Po pierwsze, infrastruktura stacji paliw dla skroplonego metanu i innych rodzajów paliw do pojazdów na gaz definitywnie osiągnęła masę krytyczną i to nie tylko w Europie. Dlatego pro-

⁷ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4263628-scania-meets-growing-biogas-interest-with-expanded-offer>

blem szerszej dostępności takich stacji powoli znika. Po drugie, koncern podkreśla, że transformacja w kierunku e-mobilności będzie następować stopniowo w ciągu trzeciej i czwartej dekady tego stulecia. Niemniej w tym okresie przejściowym silniki spalinowe zasilane biometanem lub innymi paliwami niekopalnymi przyczynią się do sprawiedliwego udziału w redukcji hałasu i emisji CO₂, jednocześnie oferując konkurencyjną całkowitą ekonomikę operacyjną oraz dobrą wartość użytkową i rezydualną dla klienta. Po trzecie zaś, stale powinna rosnąć podaż biometanu. W tym kontekście wskazuje się, że tabor na biometan może się okazać niezbędny do zaspokojenia krótko- i średnioterminowego zapotrzebowania na transport bez paliw kopalnych. Dużą w tym rolę może odegrać celowość wdrożenia certyfikatów biometanowych, gdyż mogą one przyspieszać przejście na zrównoważony transport⁸. Według belgijskiego przewoźnika Van de Poel, mającego pozytywne doświadczenia z korzystania z tego systemu, są one namacalnym dowodem wysiłków na rzecz zrównoważonego rozwoju. Wychodzi się z założenia, że paliwa odnawialne stanowią ważny element przejścia na zrównoważony transport ciężki. Co więcej, w przypadku biometanu można przyspieszyć ich wykorzystanie do promowania ekologicznych rozwiązań, które już są dostępne.

W odniesieniu do belgijskiej firmy transportowej Van de Poel odbywa się to poprzez zwiększenie udziału biometanu we flocie aut zasilanych skroplonym gazem ziemnym. Według Van de Poel Bio-LNG, a konkretnie skroplony biometan, jest najbardziej ekologicznym i opłacalnym paliwem alternatywnym dostępnym dla obecnej działalności i operacji podmiotu. Zwiększenie wykorzystania biometanu stanowi dobrą okazję do podjęcia niezbędnych kroków, aby być w zgodzie z celem redukcji emisji o 55%, który UE wyznaczyła na 2030 rok. Pierwszym krokiem Van de Poel było skontaktowanie się z dostawcą paliwa Drive Systems oraz Scanią, dla której przewoźnik transportuje części i komponenty między dostawcami w Niemczech a zakładami koncernu w Holandii i Belgii. Strony, bazując na swoich wieloletnich dobrych relacjach, wspólnie stworzyły projekt pilotażowy. Zobowiązały się w nim do wykorzystania określonej ilości biometanu do przepływów Scanii w okresie testowym trwającym jeden rok.

Początkowo certyfikowany udział biometanu wyniósł 25%. W porównaniu z LNG biometan zmniejsza emisję CO₂ o około 70 do 80%. Niemniej w miarę rozwoju projektu Van de Poel planuje rozwijać to przedsięwzięcie i zwiększać udział biogazu. Inicjatywa ta jest dokładnie tym, do czego Scania chce zachęcać. Producent wyraża więc nadzieję, że zdobyte doświadczenia i wnioski rozprzestrzenia się na inne rynki. To właśnie powoduje zmianę. Scania, w tym przypadku będąc nabywcą usług transportowych, wspiera bowiem działania ukierunkowane na osiągnięcie jej ogólnego celu, polegającego na zmniejszeniu emisji dwutlenku węgla we własnych przewozach lądowych o 50% do 2025 roku w porównaniu z 2015 rokiem. Wycho-

⁸ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/biomethane-certificates-to-speed-up-the-shift-to-sustainable-transport.html>

dzi się z założenia, że biometan wykazuje duży potencjał jako paliwo odnawialne, mogące przyczynić się do przejścia na zrównoważony transport. Pochodzący głównie z odpadów, np. z rolnictwa, wspiera modele energii o obiegu zamkniętym i przynosi wiele pozytywnych skutków dla lokalnych społeczności. Szczególnie, że dzisiaj większość odpadów ulatnia się w postaci metanu do powietrza. Ale ten zrównoważony surowiec ma ogromny potencjał. Obecnie w Europie dostępnych jest około 3 mln m³ rocznie. Ale potencjalna produkcja może wynieść około 100 mld m³ w 2050 roku. Kolejną zaletę biometanu stanowi to, że firmy transportowe mogą od razu zacząć z niego korzystać dzięki już istniejącej infrastrukturze dla LNG. Oznacza to, że paliwo można zastosować natychmiast, bez modyfikacji, a firma transportowa bardzo łatwo może przejść na bio-LNG.

Uważa się, że certyfikaty biometanowe mogą przyspieszyć zmianę – uczestniczące przedsiębiorstwa są wręcz przekonane, że stanowią one ważny klucz do zwiększenia dostępności biogazu. Dzięki tym certyfikatom możliwe staje się zaferowanie zweryfikowanej redukcji śladu węglowego. Oznacza to, że przewoźnikom i nabywcom transportu z ustalonymi długoterminowymi celami w zakresie emisji CO₂ można by z czasem zaproponować zwiększony udział biometanu. Może to spowodować wzrost zaufania i przejrzystości oraz będzie napędzać wzrost i produkcję zrównoważonych paliw, tak jak na rynku energii zrobiły to zielone certyfikaty energii elektrycznej.

W samej branży transportowej – według tych trzech firm – niezbędna okazuje się współpraca między różnymi stronami – interesariuszami, by realizacja wdrażania uległa zdynamizowaniu. Potrzebują podejścia wielostronnego, w ramach którego firmy transportowe, nabywcy usług transportu, dostawcy paliw i infrastruktury oraz producenci pojazdów, tacy jak Scania, współpracują i tworzą partnerstwa. Nikt nie może odnieść sukcesu sam.

Sam certyfikat biometanowy gwarantuje dodanie określonej ilości biometanu do sieci lub bardziej lokalnie, jeśli jest to gaz skroplony. Wraz z certyfikatem znajduje się Dowód Zrównoważonego Rozwoju, zawierający ślad węglowy obliczony zgodnie z Dyrektywą UE w sprawie odnawialnych źródeł energii (RED II), od surowca do produkcji paliwa. Dzięki certyfikatом i dowodom zrównoważonego rozwoju można zaoferować zweryfikowaną redukcję śladu węglowego z identyfikowalnością w całym łańcuchu wartości. Przy czym rynek certyfikatów biometanowych znajduje się w fazie rozwoju i jest postrzegany jako istotny dla zwiększenia udziału biometanu w sieci gazowej.

Pojawia się zatem pytanie: jak sprawić, by strategia paliw alternatywnych odniosła sukces?⁹ Dobry przykład w zakresie paliw alternatywnych stanowi partnerstwo HAVI ze Scanią w Niemczech. W rezultacie HAVI mogło zacząć obsługiwać jedną z największych flot pojazdów na gaz płynny w tym kraju zaledwie sześć miesięcy

⁹ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2019/how-to-make-an-alternative-fuels-strategy-become-a-success.html>

po wprowadzeniu swoich pierwszych aut zasilanych gazem. Już w 2019 roku HAVI Niemcy przestawiło dziewięć kolejnych egzemplarzy dystrybucyjnych na gaz i jest na dobrej drodze do obsługi 35 aut na skroplony gaz ze swojego centrum dystrybucyjnego w Duisburgu. Aby przyspieszyć wdrażanie tej strategii nastawionej na niskoemisyjność, HAVI rozbudowuje również własną sieć stacji paliw dla skroplonego gazu. W efekcie sukces jego partnerstwa ze Scanią wzmacnia pozycję na drodze do zrównoważonego rozwoju w sektorze logistycznym. Partnerstwo to ma na celu sprawienie, by w kilku krajach europejskich, w których HAVI prowadzi działalność, do 70% floty jego pojazdów było zasilane paliwami alternatywnymi. Oprócz niższej emisji egzemplarze na gaz są też znacznie cichsze. Osiągnięcie tych korzyści staje się coraz pilniejsze, gdyż rośnie zagrożenie strefami niskiej emisji, opłatami za wjazd do centrum miasta i zakazami dla diesli w europejskich miastach. W takich realiach dla klientów HAVI coraz ważniejsze stają się zrównoważone łańcuchy dostaw o najniższych możliwych emisjach. Dzięki flocie aut na gaz skroplony podmiot przyczynia się do tego, aby łańcuchy dostaw i produkty jego klientów były bardziej zrównoważone.

Ogólnie w Niemczech rośnie zapotrzebowanie na zrównoważone rozwiązania transportowe, w tym oparte na paliwach alternatywnych. W związku z tym konieczne jest, aby infrastruktura stacji tankowania gazu także się rozrosła, by utorować drogę do bardziej zrównoważonego systemu transportowego. Gdy wzrasta produkcja odnawialnego biogazu, można go mieszać z gazem ziemnym, co jest dziś bardziej powszechne. Biogaz zapewnia redukcję emisji CO₂ o około 90%. Przy tym dla HAVI otwarcie własnych stacji okazało się niezbędne, aby jego strategia w zakresie paliw alternatywnych odniosła sukces. Ponieważ niemiecka sieć stacji benzynowych gazu skroplonego wciąż powoli się rozwija, dlatego w listopadzie 2018 roku HAVI otworzył czwartą stację paliw skroplonego gazu w Niemczech, a kolejna stacja została otwarta na początku 2020 roku. Otwarcie własnych stacji było niezbędne, aby strategia HAVI w sferze paliw alternatywnych odniosła sukces.

2.1.3. Etanol jako paliwo alternatywne¹⁰

Potencjał etanolu do znacznej redukcji emisji dwutlenku węgla wywołał nowe zainteresowanie tym paliwem, które Scania – choć na ograniczoną skalę – wdrożyła już dawno. Niemal 50 lat temu w Brazylii odnotowano bowiem rosnące plony trzciny cukrowej. Zarazem kraj wyraził wzrastające obawy o swoje bezpieczeństwo energetyczne. Jednocześnie perspektywy przetwarzania trzciny cukrowej na etanol wydawały się obiecujące, a przemysł motoryzacyjny miał się zająć przygotowaniem odpowiednich silników.

Z tej okazji skorzystała m.in. Scania, ale zanim opracowano silnik etanolowy, zmienił się światowy rynek trzciny cukrowej, a wraz z nim zainteresowanie Brazylii paliwem dla ciężkiego transportu. Niemniej koncern wyprodukował pierwszy silnik na paliwo etanolowe w 1916 roku, a pierwsze testy pojazdów z silnikiem tego

¹⁰ W oparciu o materiały wewnętrzne Scania Polska na temat etanolu, 2005.

rodzaju zaczął prowadzić w roku 1979. Sześć lat później (1985 rok) skierował do prób pierwszy autobus zasilany paliwem etanolowym. W 1989 roku jego etanolowy silnik emitował spaliny o czystości zgodnej z normą Euro 3, która zaczęła obowiązywać dopiero od roku 2001. Koncern zbudował silnik na etanol w ramach swojego systemu modułowego – w rezultacie była to jednostka bardzo podobna do wysokoprężnego odpowiednika. Niemniej, chociaż etanol jest idealny do silników z zapłonem iskrowym, firma wybrała technologię o zapłonie samoczynnym podobną do tej stosowanej w wersjach wysokoprężnych. Technologia kompresji często okazuje się mianowicie bardziej odpowiednia do ciężkich prac i przekłada się na mniejsze zużycie energii. Przy tym uzyskuje się wysoki moment obrotowy przy niskich prędkościach i wydłuża się żywotność silnika.

O silniku tym w dużej mierze zapomniano do połowy lat 80., kiedy sztokholmskie władze transportu publicznego zaczęły się koncentrować na czystszych rozwiązaniach, aby poprawić jakość powietrza w mieście. Ta troska była niezwykle uzasadniona, gdyż w tym czasie występowały ogromne problemy z jego jakością. Szczególnie nasilały się one zimą, w związku z ogromną emisją cząstek stałych i tlenu azotu. Tymczasem silnik etanolowy oferował ogromne ulepszenia, a w szczytowym okresie Sztokholm eksploatował ponad 400 autobusów na paliwie etanolowym. Jednak w pierwszych latach XXI wieku zainteresowanie etanolem się zmniejszyło, ponieważ stały się dostępne inne paliwa odnawialne, takie jak biodiesel i biogaz. Ale dzięki Stockholm Transport przez te lata Scania kontynuowała swój rozwój i pracę z etanolem. W rezultacie wprowadziła na rynek piątą generację silników zasilanych etanolem, reprezentowaną przez odmiany rozwijające moce maksymalne 280 i 410 KM. Dokładnie to mocniejsze wydanie uzyskuje moc maksymalną 410 KM i maksymalny moment obrotowy 2150 Nm, czyli taki sam jak wysokoprężny odpowiednik. Także zużycie paliwa pozostaje równe temu notowanemu przez konwencjonalną jednostkę wysokoprężną. Stosując te silniki etanolowe, można zatem uzyskać ten sam efekt i takie samo zużycie energii jak w silnikach wysokoprężnych. Tym samym etanol staje się coraz bardziej istotny i ponownie wzrosło zainteresowanie nim wskutek m.in. możliwości redukcji emisji CO₂ o 90%.

Premierowy silnik na bioetanol wykorzystuje zapłon samoczynny podobny do konwencjonalnych silników Diesla, co ogranicza potrzebę modyfikacji osprzętu. Najważniejsze zmiany dokonane w tym silniku dotyczą układu wtrysku paliwa i cylindrów, które zostały zmienione w celu zwiększenia stopnia kompresji. Równocześnie używa się tego samego układu oczyszczania SCR, jaki Scania stosuje przy prawie wszystkich swoich silnikach Euro 6.

Mimo zatem wielu dotychczasowych ograniczeń widoczna jest powoli rosnąca absorpcja etanolu w Europie. Zainteresowanie nim systematycznie wzrasta, a liderami w tym są Finlandia, Francja, Norwegia i Szwecja. Na przykład w 2020 roku¹¹ do

¹¹ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/first-scania-bioethanol-truck-hits-the-road.html>

eksploatacji trafiła pierwsza Scania na bioetanol. Służy ona do dostarczania etanolu i otrzymała nowy, 13-litrowy silnik bioetanolowy, a należy do Lantmännen Agroetanol¹², prowadzącego największą biorafinerię w regionie nordyckim. Podmiot ten stanowi część Ethanol Arena Östergötland – uruchomionego klastra innowacji, który prezentuje produkcję i wykorzystanie etanolu paliwowego (ED95) w ciężkich samochodach ciężarowych do transportu towarowego. Arena ta daje prywatnym i publicznym podmiotom w regionie szansę na znalezienie się w czołówce zrównoważonego transportu towarowego oraz możliwość zaprezentowania technologii odwiedzającym z całego świata. Lantmännen Agroetanol dostarcza produkowane w Szwecji paliwo, dające możliwość wydajnej redukcji emisji dwutlenku węgla. Dzięki bowiem zastosowaniu ciężkiego paliwa ED95 (bioetanol zmieszany z ulepszaczem zapłonu) emisja tego gazu ulega zmniejszeniu nawet o 90%. Występują również znacznie niższe emisje tlenków azotu i cząstek stałych. Paliwo to będzie stosowane w Scaniach ED95, jeżdżących codziennie w firmach transportowych w regionie i tankujących na już istniejących i nowo wybudowanych stacjach paliw. Poza tym więcej podmiotów może teraz (stan na rok 2022) uczestniczyć w Ethanol Arena Östergötland w celu rozwijania i rozpowszechniania wiedzy na temat zrównoważonego transportu towarowego za pomocą ED95.

Pierwszy egzemplarz auta na bioetanol jest obsługiwany przez firmę transportową Josef Lindberg i Sandarne w zakresie dostaw z Lantmännen w Gävle do klientów w środkowej Szwecji. Jedyna zauważalna różnica wynikająca z jego eksploatacji polega na tym, że nie czuje się charakterystycznego zapachu oleju napędowego. Ponadto europejski gigant mleczarski Arla Foods obecnie (stan na rok 2022) eksploatuje 26 samochodów na etanol, a kolejne osiem ma zostać dostarczonych. Norweski nowicjusz Ørland Transport, dysponujący flotą 120 aut, w niedługim czasie odbierze zaś dwa pierwsze egzemplarze zasilane etanolem. Każdy więc dążący do ekologicznego i ekonomicznego sposobu myślenia, biorąc pod uwagę szeroko zakrojone testy, nie widzi ryzyka związanego z włączeniem tych samochodów do swojej floty.

2.1.4. Zastosowanie biopaliw

Oczywiście pozostałe paliwa odnawialne, takie jak HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*), pod wieloma względami stanowią doskonałą alternatywę dla oleju napędowego. Niemniej cechują je dwie niezwykle poważne, powiązane wady – są kosztowne oraz dostępne w ograniczonej ilości. W dodatku inne odnawialne alternatywy, jak FAME (ester metylowy kwasu tłuszczowego) i biogaz, mają takie same ograniczenia co do wielkości produkcji. Tymczasem etanol nadaje się do wszystkich rodzajów

¹² https://www.lantmannenagroetanol.se/nyheter/ny-bil-ed95/LM_Agroetanol | LM Agroetanol (lantmannenagroetanol.se), release.pdf (lantmannen.com); <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/first-scania-bioethanol-truck-hits-the-road.html> First Scania bioethanol truck hits the road, <https://bioenergyinternational.com/storage-logistics/lantmannen-agroetanol-and-scania-inaugurate-the-worlds-first-ed95-truck-for-heavier-transport>;

operacji i może być produkowany w dużych ilościach. Poza tym nie brakuje surowca do jego wytwarzania, ale nie ma wystarczających inwestycji w zakłady produkcyjne. W związku z tym, aby przyciągnąć te inwestycje, potrzebna jest większa pewność co do stabilnego i rosnącego rynku. Nie wydaje się to takie proste, bo z powodu politycznego wahania się decydentów i w związku z tym braku wspierających decyzji, rynek biopaliw rośnie zbyt wolno jako alternatywa dla oleju napędowego. Należy więc przypuszczać, że odnotuje się stopniowy wzrost zapotrzebowania na etanol, początkowo jako domieszki w benzynie.

Jednocześnie według Scanii biopaliwa są kluczem do kierowania zmianą, bo stosowane w silnikach spalinowych stanowią dobry wybór, aby rozpocząć redukcję emisji CO₂¹³. Jednak w dłuższej perspektywie odmiany elektryczne będą stanowić większość. W oparciu o maksymalne możliwe wykorzystanie globalnie dostępnych dostaw biopaliw w 2050 roku silniki spalinowe na bazie biopaliw mogą napędzać zaledwie jedną piątą pojazdów. Nie zmienia to faktu, że obecnie w sektorze transportu ekologicznie zrównoważone biopaliwa mogą niemal natychmiast przyczynić się do dekarbonizacji. Scania zgromadziła grupę podobnie myślących przedsiębiorstw, aby uwolnić potencjał biogospodarki w Europie.

Warto wskazać, że Scania proponuje najszerszą gamę pojazdów do użytku z dostępnymi na rynku biopaliwami, mogącymi zaoferować 90-procentową redukcję emisji dwutlenku węgla. W tym da się dostrzec duży potencjał dla Europy i reszty świata. Tym bardziej, że w Szwecji na paliwa odnawialne przypada już jedna piąta całkowitego zużycia paliw przez tzw. ciężki transport.

Zarazem koncern podkreśla, że chociaż do 2030 roku 50% jej wyprodukowanych samochodów to będą egzemplarze elektryczne, to nadal musi być w stanie zapewnić zrównoważone rozwiązania dla pozostałych 50% tam, gdzie elektryfikacja nie jest jeszcze praktykowana lub nie jest technicznie możliwa. W takiej sytuacji właśnie biopaliwa będą odgrywać kluczową rolę.

2.1.5. Elektryfikacja samochodów i jej znaczenie w drogowym transporcie towarowym

Zapotrzebowanie na transport stale rośnie, ponieważ od tego zależą dalszy wzrost i rozwój społeczny w wielu wymiarach. Ale marże zysku w branży transportowej mogą być niewielkie, co utrudnia zmianę. Jednocześnie znaczna część światowych emisji CO₂, bo około jednej czwartej, pochodzi właśnie z transportu. Wiadomo też, że producenci pojazdów są częścią tego problemu, co oznacza, że muszą być także częścią rozwiązania. Czy w takim razie elektryfikacja stanowi dobre rozwiązanie? Na tę chwilę korzyści dla środowiska i rosnąca rentowność sprawiają, że zelektryfi-

¹³ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2019/biofuels-key-to-driving-the-shift.html>; <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/scania-launches-initiative-to-boost-europes-bioeconomy.html>

kowe pojazdy stanowią klucz do zrównoważonego transportu. Wpływ destrukcyjnych tendencji w branży transportowej jednak nie tylko pozostaje znaczący w sferze zrównoważonych wyborów, ale odgrywa też zasadniczą rolę w prowadzeniu biznesu i osiągnięciu wyznaczonych celów.

W Scanii zrównoważone rozwiązania transportowe obejmują zarówno biopaliwa, jak i energooszczędne układy napędowe. Firma konsekwentnie opracowuje rozwiązania wspierające elektromobilność, aby osiągnąć swoje cele dotyczące dekarbonizacji oparte na naukowych podstawach i wesprzeć realizację postanowień Porozumienia paryskiego. Powyższe obejmuje nie tylko radykalne ograniczenie własnej emisji dwutlenku węgla, ale także wyraźny cel ilościowy polegający na zapewnieniu redukcji emisji wśród klientów. Niemniej ze wszystkich technologii żadna nie będzie miała większego długoterminowego wpływu niż elektryfikacja. Dlatego podmiot pracuje nad szeroką gamą zrównoważonych technologii transportowych, aby zastąpić paliwa kopalne. W takim układzie mapa drogowa elektryfikacji stanowi kluczowy element tej strategii.

Generalnie trzeba podkreślić, że rośnie ogólnoswiatowa świadomość elektryfikacji i jej korzyści dla środowiska, w tym potencjalnego zerowego śladu węglowego, cichszych pojazdów i emisji cząstek na zerowym poziomie. Co więcej, używając pojazdów zelektryfikowanych, nie tylko można zredukować emisje, ale także, co najważniejsze, przy okazji da się znacznie zmniejszyć zużycie energii. Dlatego właśnie branża transportowa interesuje się elektryfikacją. Istnieje mianowicie wiele argumentów stojących za elektryfikacją dzisiejszego sektora transportowego. I chociaż transport na dłuższych trasach wykazuje nieco mniejszą immanentną podatność na zelektryfikowanie niż pozostałe sektory, to udaje się tu osiągnąć pierwsze sukcesy. Wskutek tego typy elektryczne wkrótce będą miały zasięg niezbędny do powszechnego użycia w zastosowaniach dalekodystansowych, uzupełniając rosnącą liczbę hybryd zasilanych biopaliwami oraz w pełni elektrycznych wariantów dystrybucyjnych. Transformacja ta jest możliwa dzięki szybkim ulepszeniom technologii akumulatorów. W rezultacie jednym z powodów, dla których branża transportowa zmienia się tak szybko, jest to, że pojazdy elektryczne stają się coraz bardziej opłacalne finansowo, bez potrzeby dodatkowych subsydiów, jakie były wymagane na wczesnych etapach rozwoju tej technologii. Po dostosowaniu gospodarki operacyjnej i najważniejszego celu społeczeństwa, który polega na ograniczeniu negatywnego oddziaływania na środowisko, wybór najlepszego rozwiązania stanie się bardzo prosty.

W takiej sytuacji szwedzki koncern podejmuje wiele inicjatyw w sferze elektryfikacji transportu towarowego¹⁴. Silnie wspierając przejście na pojazdy bezemisyjne, produkuje seryjnie w pełni elektryczne pojazdy i w operacjach u klientów aktywnie testuje ciężkie samochody elektryczne.

¹⁴ https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scania_commitment_to_electrification_our_initiatives_so_far.html

Zrównoważony transport zależy od wielu narzędzi i technologii. Dlatego firma oferuje już szeroką gamę pojazdów w pełni elektrycznych i hybrydowo-elektrycznych. Zaczyna również testować wydania w pełni elektryczne w operacjach dotąd uważanych za bardzo trudne lub wręcz niemożliwe do zelektryfikowania, takich jak przewóz drewna, transport zdalny oraz transport budowlany, chemikaliów i klasyczny dalekobieżny.

Pomimo optymizmu w Scanii co do elektryfikacji, zmiana nie będzie łatwa, gdyż w efekcie wystąpi zakłócenie współczesnego – dotąd istniejącego modelu technologicznego w branży. Przejście zatem będzie wymagało znacznych inwestycji w nowe zakłady produkcyjne i innowacje technologiczne oraz zapewnienia zrównoważonych dostaw dużych ilości baterii i powiązanych komponentów. Ze względu na nowe uzależnienie od dostępu do czystej energii i przepustowości sieci elektrycznych wysokiego napięcia kluczowe znaczenie będą miały partnerstwa z przedsiębiorstwami energetycznymi i dostawcami infrastruktury ładowania. Ładowanie jest wymagane w sytuacji przewozów realizowanych za pomocą pojazdów zelektryfikowanych – tzw. transportu elektrycznego/zelektryfikowanego. W przypadku przewoźników w zastosowaniach miejskich i wybranych regionalnych w wielu wypadkach wystarczy ładowanie taboru w zajezdni/bazie. Dlatego liczni przewoźnicy badają kwestię ładowania w tych lokalizacjach, ale odkrywają, że znalezienie odpowiednich rozwiązań w tym zakresie to złożona sprawa. Przy bardziej zaawansowanych trasach i w miarę postępu elektryfikacji będzie również rosnąć zapotrzebowanie na bardziej wyrafinowane rozwiązania w sferze ładowania w miejscach docelowych i ładowania w miejscach publicznych, którego możliwości są obecnie (stan na rok 2022) bardzo ograniczone.

Ogólnie plan elektryfikacji opracowany przez Scanię¹⁵ wiąże się ze stale rosnącym zapotrzebowaniem na przewozy. Uwzględnia nie tylko potrzebę redukcji emisji, ale też realia branży transportowej, w której oficjalny margines zysku pozostaje relatywnie niewielki. Jako trzy zasadnicze powody tego, że w ostatnim czasie elektryfikacja przyspieszyła, koncern wskazuje:

- rosnące zapotrzebowanie na zrównoważone rozwiązania, obejmujące globalną redukcję emisji CO₂ oraz zapewniające czyste powietrze i ciszę w skali lokalnej,
- możliwości osiągnięcia korzyści finansowych wynikających z cen energii elektrycznej i obniżonych opłat drogowych dla pojazdów elektrycznych,
- coraz bardziej wydajne rozwiązania techniczne, w tym systematyczne zwiększanie pojemności baterii i skracanie czasu ładowania.

W nadchodzących dziesięcioleciach elektryfikacja ciężkiego transportu towarowego odegra więc kluczową rolę w ograniczaniu negatywnych skutków zmian klimatu, a Scania wyznaczyła już ambitne cele, stanowiące dowód jej zaangażowania w zrównoważony transport. Zaangażowanie koncernu jest widoczne na wielu płaszczyznach i powiązane z działaniami różnych organizacji:

¹⁵ M. Szpak, *Elektryfikacja krok po kroku*, Scania Polska „W trasie”, 2021, nr 4, s. 28-29.

1. Scania zgodziła się wnieść swój wkład w utrzymanie globalnego ocieplenia poniżej 1,5 stopnia – zatwierdziła Science Based Targets (tzw. cele oparte na nauce) na 2025 rok i podpisała (dołączyła do) The Climate Pledge¹⁶, zobowiązując się do całkowitego zerowania emisji netto dwutlenku węgla do 2040 roku. Zobowiązania te obejmują emisje z obu rodzajów operacji wykonywanych przez koncern i przez klientów i od kiedy produkty są używane przez klientów – 96% całkowitych emisji generują bowiem pojazdy znajdujące się w operacjach u klientów; zaledwie pozostałe 4% przypada na operacje wykonywane przez sam podmiot. Aby ta zmiana była możliwa, oferuje więc on szeroką gamę pojazdów zelektryfikowanych i hybrydowych oraz najszerszą gamę silników kompatybilnych z biopaliwami. Chociaż biopaliwa będą ważne jako paliwa przejściowe w operacjach uważanych za trudne do zelektryfikowania – takich jak transport drewna, transport na odległość, transport ciężki i dalekobieżny – firma pracuje również nad elektryfikacją tych segmentów i testuje odpowiednie pojazdy elektryczne wraz z klientami, którzy wcześniej chcą je wprowadzić na rynek. Dzięki inicjatywie Science Based Targets Scania stała się też pierwszą firmą w branży, która wyznaczyła cele w zakresie redukcji emisji dwutlenku węgla oparte na nauce. Zobowiązała się do zmniejszenia emisji CO₂ z własnej działalności o 50% do 2025 roku oraz w tym samym okresie do redukcji emisji z pojazdów klientów o 20%. Kiedy wyznaczała te cele, chciała, aby się liczyły. Dlatego ustanowiła je na rok 2025, a nie 2030 lub później.
2. Scania jest członkiem LeadIT i w związku z tym pracuje nad przekształceniem energochłonnego przemysłu ciężkiego w celu osiągnięcia do 2050 roku zerowej emisji netto dwutlenku węgla.
3. Za pośrednictwem CEO Alliance podmiot współpracuje z innymi liderami biznesu, aby wspierać i intensyfikować zrównoważoną transformację poprzez wspólne projekty – skoncentrowane na infrastrukturze, transporcie i energii, wspierające Zielony Ład UE. Jako część międzybranżowego CEO Alliance, Scania popiera bowiem plan UE dotyczący ograniczenia emisji dwutlenku węgla o 55% do 2030 roku¹⁷. CEO Alliance wyraża konieczność dalszego wspierania Zielonego Ładu UE. Grupa jest przekonana, że walka ze zmianami klimatycznymi będzie wymagała wspólnego wysiłku wszystkich państw członkowskich UE oraz współpracy sektora publicznego i przemysłu. Silny sygnał dotyczący cen emisji dwutlenku węgla na poziomie europejskim jest uważany za klucz do osiągnięcia do 2050 roku neutralności pod względem emisji tego gazu oraz ograniczenia do 2030 roku emisji gazów cieplarnianych do 55% poziomu z 1990 roku.

¹⁶ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scantias-electrification-road-map.html>

¹⁷ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/As-a-part-of-the-cross-industry-CEO-Alliance-Scania-backs-EU-plan-to-cut-carbon-emissions-by-55-by-2030.html>; <https://www.scania.com/group/en/home/investors/annual-review/ceo-statement.html>

Ogólnie European CEO Alliance wydał zalecenia polityczne wspierające postępowe i ambitne dążenie do osiągnięcia neutralności klimatycznej, gdyż walka ze zmianami klimatycznymi wymaga silnej współpracy między sektorem publicznym a przemysłem. Dlatego Sojusz z zadowoleniem przyjąłby przegląd głównych instrumentów regulacyjnych UE, w szczególności subsydiów dla technologii o niskiej emisji CO₂. Propozycje prezesów obejmują wysłanie silnego sygnału w sprawie cen emisji dwutlenku węgla, przyspieszenie działań na rzecz dekarbonizacji mobilności i transportu, budynków i systemów energetycznych, przyspieszenie odnowy kluczowych sektorów przemysłu w UE. Powyższe wiąże się z wdrażaniem Zielonego Ładu, dekarbonizacją gospodarki, zieloną transformacją oraz efektywnością energetyczną. W tym celu właśnie bezwzględnie konieczna okazuje się mobilizacja podmiotów przemysłowych i gospodarczych, niezbędna do wspólnego osiągnięcia celów klimatycznych. Musi więc istnieć droga do zrównoważonego systemu transportu poprzez biopaliwa i elektryfikację. Tym bardziej, że inwestycje w konieczną infrastrukturę są nieuniknione. Jeśli doda się wymiar ceny węgla oraz zwiększy opcje ekologiczne, to sprawi, że opcje kopalne będą mniej atrakcyjne. Ponieważ wiedza na ten temat jest już znana, nadszedł czas na działanie zarówno firm, jak i decydentów politycznych oraz innych zaangażowanych interesariuszy.

Jako jeden z głównych instrumentów członkowie Sojuszu zaproponowali silny sygnał cenowy dotyczący emisji dwutlenku węgla, aby osiągnąć cele klimatyczne UE. Węgiel powinien mieć swoją wartość ekonomiczną i społeczną w całej gospodarce. Sojusz wezwał też do dalszego ulepszania unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji (dla energetyki i przemysłu ciężkiego) oraz do wdrożenia sektorowych systemów ograniczania i handlu, które miałyby zastosowanie do mobilności, transportu i sektora budowlanego. Systemy sektorowe mogłyby następnie doprowadzić do konwergencji, począwszy od 2030 roku. Inna propozycja dotyczy europejskiego systemu opłat za emisję dwutlenku węgla, który obejmowałby środki służące równoczesnemu osiągnięciu równowagi społecznej i redukcji emisji.

Głównymi wyzwaniem będą dekarbonizacja mobilności, transportu i budynków. W sektorze transportu i mobilności mobilność elektryczna aut osobowych, lekkich i ciężarowych okazała się najbardziej wydajną technologią pod względem zużycia energii oraz redukcji emisji. Aby wspierać cały ekosystem wokół mobilności elektrycznej, członkowie CEO Alliance zainicjowali międzysektorowe projekty ukierunkowane na zwiększenie produkcji akumulatorów oraz przygotowanie w całej Europie infrastruktury ładowania. Jednocześnie, zwracając uwagę na falę renowacji budynków, Sojusz wspiera ambitne cele takiej renowacji (co najmniej 3% rocznie), aby przyspieszyć transformację zasobów budowlanych. Budynki powinny spełniać wyższe standardy dotyczące efektywności energetycznej, odnawialnych źródeł energii i zrównoważonych materiałów. Sojusz wzywa także do szybkiego zastąpienia systemów grzewczych opalanych paliwami kopalnymi poprzez wprowadzenie elektrycznych pomp ciepła, systemów ciepłowniczych i rozwiązań cyfrowych. Dyrektorzy generalni zobowiązują się stosować tę rekomendację do budynków swoich firm.

W tym kontekście europejskie cele klimatyczne wymagają szybkiego rozwoju wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych oraz bezpośredniej elektryfikacji mobilności, transportu i ogrzewania/klimatyzacji budynków. CEO Alliance pracuje nad projektem integracji systemów elektroenergetycznych, w szczególności sieci, w celu stworzenia systemu opartego głównie na OZE i elastycznych rozwiązaniach. W związku z tym Scania:

- podpisała pierwszy globalny protokół ustaleń w sprawie bezemisyjnych ciężkich samochodów ciężarowych i autobusów, zobowiązując się do 30-procentowej sprzedaży bezemisyjnej do 2030 roku i ponad 90-procentowej sprzedaży bezemisyjnej na całym świecie do 2040 roku;
- jako pierwszy gracz w branży ciężkich pojazdów użytkowych opublikowała ocenę cyklu życia LCA¹⁸ (*Life Cycle Assessment*) pojazdów dystrybucyjnych. Na tej podstawie stwierdza, że wpływ na środowisko pojazdów elektrycznych zasilanych akumulatorem jest znacznie niższy niż pojazdów z silnikiem spalinywym – dokładnie stwierdzono, że emisja dwutlenku węgla przez cały okres eksploatacji elektrycznych aut dystrybucyjnych kształtuje się na znacznie niższym poziomie w porównaniu z podobnymi odmianami dystrybucyjnymi zasilanymi paliwami kopalnymi.

Ocena cyklu życia to wybrana przez Scanię metoda ISO 14040/44, służąca do obliczania wpływu produktów lub usług na środowisko w całym ich cyklu życia – tym samym metoda ta obejmuje cały cykl życia „od kołyski do grobu” – tzn. od fazy zaopatrzenia i wytworzenia aż do fazy utylizacji, czyli począwszy od wydobywania i rafinacji surowców, a skończywszy na recyklingu, w tym przypadku, pojazdów. Scania ujmuje więc LCA w odniesieniu do produkcji, użytkowania, konserwacji oraz recyklingu pojazdu i baterii. Analizę LCA w tej firmie ukierunkowano zatem na ocenę wpływu danego produktu na środowisko i ustalanie wewnętrznych celów projektowych w rozwoju tego produktu. Jednostka funkcjonalna zastosowana w tym badaniu to 500 000 km przejechanych w reprezentatywnym cyklu dystrybucji przy średniej masie ładunku 6100 kg. Została ona wybrana dla odzwierciedlenia oraz reprezentowania pełnego okresu eksploatacji pojazdów.

Koncern zrealizował powyższe, ponieważ sektor ciężkich pojazdów użytkowych w stale rosnącym stopniu przekształca się w kierunku coraz większego udziału pojazdów elektrycznych na baterie. Należy więc zadać sobie pytanie, czy pojazdy elektryczne na baterie są naprawdę dobre dla środowiska, gdy uwzględnimy pełny cykl życia? Generowany wpływ nie pochodzi z emisji z rury wydechowej, zatem branża musi przemyśleć, co rozumie przez wpływ na środowisko. Dzięki temu badaniu uzyskuje jasne odpowiedzi. Przede wszystkim produkcja pojazdu elektrycznego

¹⁸ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/3999115-scania-publishes-life-cycle-assessment-of-battery-electric-vehicles>; <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/scania-researches-better-batteries.html>; <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scania's-commitment-to-battery-electric-vehicles.html>

na baterie pociąga za sobą większy wpływ na środowisko głównie ze względu na energochłonną produkcję ogniw akumulatorowych. Pomimo zwiększonego obciążenia produkcyjnego, całkowity wpływ cyklu życia na zmiany klimatyczne okazuje się jednak znacznie lepszy w odniesieniu do pojazdów elektrycznych z zasilaniem akumulatorowym dzięki o wiele niższemu wpływowi emisji dwutlenku węgla w fazie użytkowania. W przypadku samochodów ciężarowych eksploatowanych w UE dochodzi do zmniejszenia emisji dwutlenku węgla w cyklu życia o 38% (EU mix 2016) do 63% (prognozowany EU mix 2030). Jeśli przejdzie się na zieloną energię elektryczną, to da się osiągnąć redukcję emisji dwutlenku węgla w cyklu życia o 86%. Elektryczny pojazd akumulatorowy może mieć mniejszy wpływ na klimat niż pojazd z silnikiem spalinowym już w ciągu roku lub dwóch lat eksploatacji. Obejmuje to wszystkie zbadane i ujęte w raporcie miksy energii elektrycznej.

Poza tym ogniwa akumulatorowe odpowiadają za nieco ponad 40% emisji dwutlenku węgla pochodzących z budowy pojazdów elektrycznych na baterie. Niemniej istnieje duży potencjał w zakresie poprawy poziomów emisji z wytwarzania pojazdów elektrycznych na baterie, gdyż sektor akumulatorów stale się dekarbonizuje, a wykorzystanie zielonej energii elektrycznej wciąż wzrasta. W związku z tym można się spodziewać, że w ciągu tej dekady w przypadku pojazdów z napędem elektrycznym całkowity koszt eksploatacji większości klientów będzie dodatni, a do 2030 roku połowa sprzedanych pojazdów Scanii może mieć elektryczny układ napędowy. Wyścig w kierunku zerowej emisji będzie polegał na dekarbonizacji procesów i materiałów potrzebnych do montażu przyszłych samochodów i autobusów.

Bazując na tych założeniach, Scania uważa, że elektryfikacja z wykorzystaniem szerokiej współpracy okazuje się dzisiaj niezwykle potrzebna. Dlatego koncern pracuje na kilku frontach, aby przestawić się na zrównoważony system transportu. Niemniej ostatecznie wierzy, że elektryfikacja będzie główną technologią umożliwiającą osiągnięcie trwałej zmiany, której potrzebuje planeta. W związku z tym Scania chce coraz mocniej inwestować w pojazdy elektryczne z zasilaniem akumulatorowym, by wspomagać przewoźników w przechodzeniu na zrównoważony system transportowy¹⁹. To właśnie pojazdy elektryczne na baterie będą głównym narzędziem napędzającym tę zmianę i umożliwiającym klientom wdrożenie rozwiązań transportowych o obniżonej emisyjności w połączeniu z lepszą ekonomiką przewozu. Postępujący ewolucyjnie rozwój rozwiązań elektrycznych dla samochodów ciężarowych obejmuje mianowicie rozwój technologii akumulatorów pod względem zdolności magazynowania energii na kilogram. Systematycznie poprawiają się także czas ładowania, cykle ładowania oraz ekonomika na kilogram. Oznacza to, że modele zelektryfikowane staną się bardziej opłacalne, przede wszystkim w powtarzalnych i przewidywalnych przypadkach użycia – realizowanych operacjach. W większości zastosowań stopniowo zaczną więc wyprzedzać odpowiedniki Scanii

¹⁹ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scanias-commitment-to-battery-electric-vehicles.html>

zasilane paliwami kopalnymi i biopaliwami. Tym bardziej, że aktualnie (stan na rok 2022) elektryczne rozwiązania akumulatorowe są pierwszą technologią bezemisyjną w szerokim zakresie trafiającą na rynek. Z punktu widzenia klienta pojazd elektryczny z akumulatorem wymaga mniej czynności serwisowych niż pojazd konwencjonalny, co oznacza dłuższy czas sprawności i niższe koszty na kilometr lub godzinę pracy. Obsługi taboru zelektryfikowanego podmiot nauczył się, bazując na segmencie autobusów, w którym transformacja rozpoczęła się wcześniej, a opcje zasilania akumulatorowego są bardzo poszukiwane. Zarazem moment wejścia Scanii w ten segment nie był optymalny, ale dostarczył dobrych doświadczeń i obecnie (stan na rok 2022) podmiot przyspiesza z nową gamą autobusów. Dało to również dobrą wiedzę podstawową, konieczną do rozwoju biznesu zelektryfikowanych samochodów ciężarowych.

Jednocześnie zaangażowanie w więcej produktów elektrycznych wynika z tego, że oparte na nauce cele klimatyczne do 2025 roku pozwolą firmie ograniczyć emisje CO₂ z własnej działalności o 50% oraz w tym samym okresie zmniejszyć emisje z pojazdów klientów o 20%. Aby osiągnąć te dalekosiężne cele, przedsiębiorstwo skupia się na podejściu *well-to-wheel*, uwzględniającym emisje związane z wytwarzaniem energii elektrycznej, co zalicza się do bardziej rygorystycznych niż wiele nadchodzących przepisów prawnych, koncentrujących się na zasadzie „od zbiornika do koła”. Priorytetem pozostają jednak inwestycje społeczne w solidną infrastrukturę dla pojazdów elektrycznych na baterie. W takim układzie Scania koncentruje się na działalności przewoźników, gdyż muszą być oni w stanie kontynuować wykonywanie zleceń w sposób zrównoważony po rozsądnych kosztach.

Taka strategia powinna zapewnić zrównoważony rozwój w dłuższej perspektywie czasowej. Już bowiem, jak się obecnie (stan na rok 2022) wydaje, w 2031 roku całkowity koszt posiadania pojazdów elektrycznych z akumulatorem (*Battery Electric Vehicle* – BEV) będzie taki sam, jak w przypadku wszystkich typów pojazdów z silnikiem wysokoprężnym o bardzo dużej mocy. Poza tym wersje dystrybucyjne osiągnęły już parytet kosztów w Szwecji, a autobusy BEV – w Niemczech. Niemniej, w stosunku do obecnej sytuacji, pełna elektryfikacja będzie wymagać od czterech do pięciu razy więcej inwestycji w infrastrukturę. W zamian koszty operacyjne mogą być o 40% niższe niż w przypadku modeli klasy tonażowej ciężkiej z silnikami wysokoprężnymi. W tym kontekście zelektryfikowane autostrady dla transportu dalekobieżnego mogą przyspieszyć proces elektryfikacji, szczególnie w nadchodzącej dekadzie, kiedy koszty baterii będą prawdopodobnie wysokie.

W sferze planu działania w zakresie elektryfikacji obecnie (stan na rok 2022) koncern kładzie główny nacisk na wdrażanie. Zobowiązał się do wprowadzania na rynek co najmniej jednego nowego produktu elektrycznego rocznie. Aby zapewnić klientom i partnerom jak największą jasność co do tempa zmian, opublikował mapę drogową elektryfikacji jako przegląd nadchodzących produktów. Ta mapa to

plan elektryfikacji²⁰, oznaczający gotowość przejścia na pojazdy bezemisyjne. Zgodnie z tymi założeniami co roku będzie dostępny nowy zelektryfikowany produkt. Na rynku są już dostępne w pełni elektryczne samochody i autobusy, na jednym ładowaniu cechujące się zasięgiem do 250 km, a za 4-5 lat można się spodziewać zasięgu zwiększonego do 500 km. Plan ten w obszarze wyrobów zawiera następujące etapy. Po pierwsze, w 2021 roku weszły na rynek elektryczne wersje z akumulatorem (BEV) i hybrydowa typu *plug-in* (PHEV) do użytku w miastach oraz w pełni elektryczny autobus Citywide, już eksploatowany w kilku europejskich ośrodkach. Po drugie, w 2023 roku pojawią się cięższe BEV, przeznaczone do transportu regionalnego i zdolne do pracy przez 4 godziny z masą brutto 40 000 kg lub 3 godziny z masą brutto 60 000 kg. Po trzecie, w 2024 roku na rynku pojawią się elektryczne wydania dalekobieżne, przystosowane do szybkiego ładowania podczas 45-minutowych przerw na odpoczynek kierowców. Będą one w stanie pracować od 4 do 4,5 godziny, w zależności od tego, czy zestaw waży 40 000 czy 60 000 kg. Przy tym trzeba zaznaczyć, że realnie wielkie wyzwanie może stanowić spokojny dojazd takiego pojazdu do stacji ładowania wówczas, gdy po drodze będzie on musiał np. stać w korku. Wtedy albo może braknąć mu energii, by dojechać, albo w momencie spóźnionego dojazdu będzie musiał czekać długo przy danej ładowarce, aż naładują się inne pojazdy. Takie sytuacje będą zaś skutkować znacznym opóźnieniem w wykonywaniu zadań. Zatem na tym etapie owo rzeczony planowe ładowanie na 45-minutowej przerwie należy bardziej traktować jako swego rodzaju ideał eksploatacyjny, a nie normę. I po czwarte, do 2025 roku podmiot będzie w stanie zelektryfikować większość operacji, w tym budownictwo, górnictwo, transport długodystansowy i przewóz drewna. Jest to również rok, w którym 10% jego sprzedaży wolumenowej w Europie przypadnie na modele zelektryfikowane. Patrząc natomiast na drugą połowę dekady, Scania uzyska techniczną zdolność do elektryfikacji mniej więcej każdej aplikacji; jednak nie będzie to jeszcze opłacalne dla wszystkich klientów na wszystkich rynkach.

W ramach realizacji tej strategii w czerwcu 2022 roku²¹ koncern ogłosił, że konsekwentnie wdraża plan elektryfikacji transportu, przechodząc na kolejny poziom rozwiązań elektrycznych, aby we współpracy z klientami osiągnąć wyznaczone cele środowiskowe oparte na naukowych podstawach w zakresie redukcji CO₂. Dlatego wprowadza kompleksowe rozwiązania elektryczne dla transportu regionalnego. Moc, zasięg i pojemność baterii tych pojazdów pozwalają na sprawne wykonywanie codziennych operacji transportowych. Zgodnie z zapowiedzianą strategią podmiot komercjalizuje rozwiązania oparte na pojazdach elektrycznych nowej generacji (BEV). Pojazdy te, dostępne z kabinami sypialnymi R lub S, mogą być zamawiane w konfiguracji: ciągnik 4×2 lub podwozie 6×2*4. Ciągnik 4×2 będzie wymagał roz-

²⁰ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scania-electrification-road-map.html>

²¹ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4286998-scania-introduces-electric-trucks-for-regional-long-haul>

stawu osi 4150 mm do montażu sześciu modułów akumulatorów, bazując na europejskich przepisach dotyczących zwiększonych wymiarów pojazdów. Niemniej dzięki zainstalowanym akumulatorom o pojemności 624 kWh pojawia się narzędzie do zasadniczej zmiany w sferze taboru elektrycznego i jego dostępności w transporcie regionalnym. Istnieje także możliwość wyspecyfikowania wariantu o całkowitej masie zestawu do 64 000 kg, zgodnego z typową kombinacją nordycką. Poza tym moc ładowania wynosi do 375 kW, co oznacza, że godzina ładowania zwiększa zasięg o około 270 do 300 km. Ciągła moc wyjściowa typu Scania 45 R lub S wynosi 410 kW (odpowiednik około 560 KM). Oprócz tego przewoźnicy będą mogli wybrać podwozia pod zabudowę lub zestaw ciągnik z naczepą, dostosowane do transportu żywności w kontrolowanej temperaturze. Zasięgi różnią się w zależności od masy i konfiguracji oraz od topografii pokonywanego terenu. Zasięg między każdym ładowaniem ciągnika w konfiguracji osi 4×2 z 6 akumulatorami może sięgać do 350 km, przy jeździe na autostradzie ze średnią prędkością 80 km/h. Stałe trasy, obejmujące zaplanowane ładowanie w bazie lub w miejscu docelowym, są najlepsze dla tego typu opcji. Możliwość ładowania podczas obowiązkowego 45-minutowego odpoczynku kierowcy zwiększy zasięg operacyjny, z zastrzeżeniem braku opóźnień w dojeździe do takiego miejsca ładowania.

Samochody te stanowią część kompleksowego rozwiązania umożliwiającego elektryfikację transportu znacznej liczbie klientów, dla różnych aplikacji.auta dla wykonujących przemieszczanie w transporcie regionalnym stanowią istotny postęp w sferze elektryfikacji drogowych przewozów towarowych. Stwarza to nowe możliwości dla szerokiego grona odbiorców i całego ekosystemu transportowego.

Produkcja zelektryfikowanych modeli następnej generacji rozpocznie się w IV kwartale 2023 roku. Samochody te bazują na zasadniczych filarach strategicznych przedsiębiorstwa, takich jak modułowość konstrukcyjna, zrównoważony rozwój i całkowita ekonomia eksploatacji, z potencjałem dorównującym, a nawet przekraczającym to, czego można oczekiwać od konwencjonalnych odpowiedników. W ramach usług okołoproduktowych dochodzi też towarzyszące wsparcie w obszarze serwisu i usług, co czyni taką ofertę kompletnym rozwiązaniem, razem z ładowaniem, finansowaniem, ubezpieczeniem i obsługą serwisową. Włączenie zatem takich rozwiązań do portfolio to ważna zmiana dla klientów w przechodzeniu na zeroemisyjność.

W takich realiach do 2030 roku 50% całkowitej sprzedaży powinno przypadać na pojazdy zelektryfikowane. Aby tak się stało, musi istnieć dostęp do infrastruktury ładowania i odnawialnej energii elektrycznej. Właśnie dlatego inwestycje w infrastrukturę i partnerstwa w zakresie elektrycznych pojazdów akumulatorowych są kluczowymi priorytetami. Chociaż nowoczesne pojazdy odgrywają kluczową rolę, to jednak by ograniczyć emisję dwutlenku węgla z eksploatowanych modeli elektrycznych, potrzeba też niezawodnej, zrównoważonej infrastruktury energetycznej do ich zasilania. Aby to umożliwić, konieczne są duże inwestycje w modernizację sieci elektrycznej i zwiększenie dostaw energii odnawialnej.

Scania jest również zaangażowana w kilka projektów badawczych testujących rozwiązania w zakresie elektryfikacji dróg dla transportu towarowego, czyli autostrad elektrycznych – zelektryfikowanych dróg z poprowadzoną napowietrzną siecią trakcyjną, które umożliwiają pojazdom na najbardziej ruchliwych trasach ładowanie w ruchu za pomocą napowietrznych linii energetycznych.

Zaledwie kilka lat temu myśl, że elektrycznie napędzane wersje przeznaczone do obsługi ruchu dalekodystansowego mogą współistnieć z autami osobowymi na zwykłych autostradach, byłaby wizją przyszłości. Ale dzisiaj w Europie Scania realizuje kilka przedsięwzięć, aby przetestować tę czystą, bezpieczną i wydajną technologię. Uważa bowiem, że nie minie dużo czasu, aż punkt krytyczny będzie taki, że elektryfikacja ciężkich przewozów stanie się dobrą inwestycją dla operatorów transportowych. Ponieważ jednak nadal inwestuje w rozwiązania zelektryfikowane i rozwija je, wdraża również inne, bardziej bezpośrednie sposoby osiągnięcia zrównoważonego przemieszczania. W tym kontekście postrzega zelektryfikowane drogi jako jedną z kilku obiecujących technologii, mogących sprawić, że transport dalekobieżny stanie się bardziej zrównoważony w przyszłości. Elektryfikacja pojazdów rozwija się mianowicie szybko i dzięki korzyściom środowiskowym, społecznym oraz kosztowym będzie odgrywać ważną rolę w przechodzeniu na system transportu bez paliw kopalnych.

Takie zelektryfikowane drogi mają gwarantować zerową emisję dwutlenku węgla, cichsze pojazdy, dobre właściwości jezdne i brak emisji spalin, co – wskutek ciągłego ładowania wzdłuż autostrady – wykazuje ogromny potencjał dla ciężkiego transportu, w tym dalekodystansowego, na obecnym etapie trudnego do zelektryfikowania przy pomocy tzw. czystych technologii akumulatorowych. System zelektryfikowanych autostrad wykazuje więc wiele zalet, ograniczony negatywny wpływ na środowisko wynika z eksploatacji wariantów, których silniki elektryczne są bardziej wydajne niż zwykłe silniki spalinowe, a zasilanie może być dostarczane bez potrzeby stosowania ciężkich akumulatorów.

We współpracy z firmą Siemens Scania testuje elektryfikację zespołów napędowych w samochodach ciężarowych na zelektryfikowanej autostradzie (eHighway) w Niemczech. Wynika to z faktu, że obecnie (stan na rok 2022) rządy w Niemczech, we Włoszech i w Szwecji aktywnie wspierają projekty badawcze, a ostateczny cel polega na zbudowaniu infrastruktury elektryfikacyjnej, która dzięki tej zielonej technologii mogłaby objąć sieć autostrad w Europie. Ogólnie trwają badania tych technologii w Niemczech, Włoszech, Szwecji i Wielkiej Brytanii we współpracy z regionalnymi władzami publicznymi

Z technicznego punktu widzenia podpięcie pojazdu do napowietrznej trakcyjnej linii zasilającej zalicza się do łatwych. Na ruchliwej autostradzie auto z nacze-pą zbliża się do długiego odcinka z pylonami po prawej stronie. Czujnik pojazdu wykrywa, że pas ruchu jest wyposażony w elektryczną linię trakcyjną, a kierowca poprzez naciśnięcie przycisku uruchamia system i pantograf rozkłada się znad dachu kabiny. W rezultacie w ciągu kilku sekund wewnątrz kabiny robi się prawie całko-

wicie cicho: silnik spalinowy zatrzymuje się, a pojazd całkowicie zasila teraz silnik elektryczny.

Generalnie funkcjonowanie elektryfikacji w zelektryfikowanej drodze prezentuje się więc następująco. Technologia ta bazuje na samochodach odbierających energię elektryczną z modułu zasilania z pantografem – ten moduł pochodzi od Siemens, a zamontowano go na ramie za kabiną. Pantograf z kolei łączy się z napowietrznymi liniami energetycznymi, znajdującymi się powyżej prawego pasa drogi. W systemie tym samochody mogą się też swobodnie w ruchu podłączać do przewodów napowietrznych i odłączać od nich. Gdy poruszają się poza pasem elektrycznym, pantograf jest odłączony – wówczas napęd pochodzi od silnika spalinowego lub silnika elektrycznego zasilanego z akumulatora. Ta sama zasada obowiązuje, gdy kierowca chce wyprzedzić inny pojazd na zelektryfikowanym pasie drogi. Najpierw następuje zatem znalezienie zelektryfikowanej autostrady – eHighway. Czujnik sprawdza pas ruchu za pomocą linii kontaktowej. Do tego momentu samochód napędza silnik spalinowy. Następnie kierowca podnosi pantograf i pojazd łączy się z linią energetyczną. Po podłączeniu pantograf przenosi energię bezpośrednio do silnika elektrycznego, jednocześnie ładując akumulator. Podczas hamowania energia elektryczna jest wytwarzana w procesie rekuperacji, ładując akumulator pokładowy. Poza tym pojazd odłącza się podczas wyprzedzania – tzn. gdy wyprzedza lub znajduje się na końcu odcinka zelektryfikowanego, wówczas pantograf się opuszcza. Silnik elektryczny pracuje tak długo, jak jest to tylko możliwe. Po wyprzedzeniu kierowca może wrócić do eHighway.

Pod kątem tego przedsięwzięcia powstała specjalna wersja hybrydowa HEV (*Hybrid Vehicle*) w postaci 2-osowego ciągnika siodłowego. Jej układ napędowy tworzą więc dwa silniki – DC13 + P80. Ten pierwszy to jednostka wysokoprężna Euro 6, o mocy maksymalnej 450 KM i maksymalnym momencie obrotowym 2350 Nm. Ten drugi to jednostka elektryczna. Pojemność akumulatorów napędowych określono na 18,5 kWh, tradycyjnego zbiornika paliwa – na 300 l, pantograf – typ 3.02 – pochodzi z koncernu Siemens, z kolei kabina, ze względu na przewidywany zakres zadań, jest krótka, dzienna.

Aby przyspieszyć przejście na pojazdy zelektryfikowane, Scania – jako część Grupy Traton – wraz z innymi wiodącymi europejskimi wytwórcami pojazdów użytkowych, podpisała wiążącą umowę o utworzeniu spółki *joint venture* w celu zainstalowania i obsługi publicznej sieci ładowania ciężkich elektrycznych samochodów ciężarowych i autokarów w całej Europie. Oprócz tego firma wskazuje, że chociaż pojazdy elektryczne wytwarzają zerową emisję spalin, co stanowi znaczącą korzyść w porównaniu z pojazdami zasilanymi kopalnymi olejami napędowymi, to nowe łańcuchy dostaw akumulatorów i powiązanych komponentów stwarzają nowe wyzwania. Produkcja akumulatorów jest mianowicie bardziej energochłonna niż produkcja silników spalinowych. Dlatego konieczna okazuje się nowa ekspansja przemysłowa, bo tempo zmian w rozwoju akumulatorów należy do wysokich. Do tego w ostatnich latach poczyniono wielkie postępy w celu lepszego dostosowania ogniw akumulatorowych do ciężkich pojazdów. Niemniej, jak dotąd, podaż baterii

pozostaje ograniczona, a jeszcze bardziej ograniczona jest podaż baterii produkowanych w sposób zrównoważony.

Redukcja emisji w łańcuchu dostaw, w tym łańcuchu dostaw baterii, ma zasadnicze znaczenie dla osiągnięcia celu Scanii w zakresie zerowej emisji netto. Dzięki partnerstwu z Northvolt, którego cel polega na produkcji najbardziej ekologicznych baterii na świecie przy użyciu energii odnawialnej, Scania będzie w stanie znacznie zmniejszyć emisje z produkcji baterii. Ponadto partnerstwa z dostawcami stali niskowęglowej, takimi jak H₂ Green Steel, obiecują dodatkowe redukcje emisji w łańcuchu dostaw.

Ogólnie działanie z przeprojektowanym zakładem wytwórczym odegra kluczową rolę dla przyszłego sukcesu Scanii. Jej nowe zakłady produkcyjne powinny osiągnąć pełną wydajność do 2023 roku. W tym też roku chce ona rocznie zbudować i wprowadzić na drogi od 10 000 do 15 000 elektrycznych samochodów ciężarowych. Istnieje przy tym plan generalny, zgodnie z którym szwedzkie fabryki całkowicie przestawiają się na budowę pojazdów elektrycznych. Wytwarzanie pojazdów z silnikami spalinowymi w całości odbywałoby się wówczas w innych fabrykach w Europie i Ameryce Łacińskiej. Generalnie do 2030 roku Scania chce, aby co najmniej 50% rocznej produkcji stanowiły pojazdy elektryczne. W tej chwili pierwsze produkowane i eksploatowane w Holandii seryjnie Scanie z napędem akumulatorowym pochodzą z fabryki i trafiają bezpośrednio do wytwórców zabudów w celu wykonania pożądanego nadwozia. Scania Netherlands odnotowuje duże zainteresowanie pojazdami elektrycznymi wśród swoich klientów. Ważną rolę w tym sukcesie odgrywa gama pojazdów elektrycznych oferowanych przez podmiot.

W Södertälje w Szwecji Scania wznosi też całkowicie nową, neutralną pod względem emisji CO₂ fabrykę do montażu najnowszej generacji akumulatorów, a całkowita wartość tej inwestycji wynosi około 100 mln EUR. Ten zakład montażu akumulatorów o powierzchni 18 000 m² znajduje się obok zakładu montażu podwozi w Södertälje. Eksploatacja zakładu montażu akumulatorów na miejscu jest warunkiem wstępnym produkcji pojazdów elektrycznych na dużą skalę oraz wyraźnie ustanawia Scanię w łańcuchu wartości produkcji akumulatorów. Obiekt powinien być w pełni operacyjny do 2023 roku, a moduły akumulatorowe i pakiety będą montowane przy użyciu ogniw z fabryki akumulatorów Northvolt w Skellefteå w Szwecji. Zmontowane pakiety tworzą systemy akumulatorów dopasowane do modułowej produkcji Scanii i będą dostarczane do pobliskiego zakładu montażu podwozi.

Duża rola przypada jeszcze nowemu laboratorium baterii. Ponieważ ważne pozostaje, aby Scania zintensyfikowała testy i wdrażanie akumulatorów dopasowanych do transportu ciężkiego, zbudowała więc nowe laboratorium akumulatorów w swoich ośrodkach badawczo-rozwojowych w Södertälje. Laboratorium to zawiera trzy hale testowe o powierzchni 250 m² dla ogniw akumulatorowych, modułów i pakietów. W sąsiedztwie tych hal laboratorium będą też działać urządzenia do przygotowywania próbek testowych w celu poprawy środowiska, bezpieczeństwa i czasu

pracy, umożliwiając otrzymanie akumulatorów o pojemności i rozmiarze odpowiednich dla każdego zastosowania.

Co równie ważne, wszystkie modele elektryczne są wyposażone w kompletne rozwiązanie serwisowe, obejmujące uzgodnioną żywotność pojazdu oraz zapewniające dostępność certyfikowanych dla wersji elektrycznych ładowania, części zamiennych i prac mechanicznych. Poza tym podmiot gwarantuje dostosowane do potrzeb doradztwo oparte na danych w celu optymalizacji ładowania, specyfikacji aut i planowania tras. Usługa ta jest ciągła, aby można było sprostać zarówno natychmiastowym, jak i długoterminowym potrzebom oraz celom. Długoterminowe finansowanie zarówno samochodów, jak i infrastruktury ładowania oraz wsparcie i dostęp do danych przekładają się na maksymalizację zdolności operacyjnych i ich ciągłą optymalizację. Poza tym podejście oparte na rozwiązaniach oznacza, że klienci mogą się skupić na prowadzeniu swojej działalności, a nie na złożoności zmiany technologicznej.

Jednocześnie firma ma świadomość, że znalezienie odpowiedniego rozwiązania do ładowania może być złożonym wyzwaniem dla klientów, gdyż niedostateczny stopień rozwoju infrastruktury oraz wciąż mocno niedoskonałe akumulatory są barierą dla dalszego szybkiego rozwoju elektryfikacji. Jest to jeden z powodów, dla których podmiot współpracuje z dostawcami infrastruktury energetycznej i ładowania, aby zapewnić kompletne rozwiązania w zakresie ładowania w bazach dla dostawców usług transportowych. Takie rozwiązania obejmują dostawy energii, sprzętu do ładowania i oprogramowania oraz instalację, konserwację i inne powiązane usługi dostosowane do konkretnych potrzeb klientów.

Przyjmując zatem, że baterie i infrastruktura stają się ważniejsze niż wyzwania, którym należy sprostać w drodze do elektryfikacji pojazdów, oba te elementy wymagają jeszcze poważnego rozwoju, zanim będą gotowe do masowego wsparcia w pełni elektrycznych pojazdów oraz do pracy z różnymi wersjami hybrydowymi, również wymagającymi baterii i dzisiaj relatywnie powszechniejszymi. Tym bardziej, że wciąż pozostaje wiele do zrobienia, gdyż uniwersalne i wydajne akumulatory do pojazdów wszystkich klas są już bardzo poszukiwane i wciąż *de facto* znajdują się w początkowej fazie wdrażania tej technologii. Dlatego, chociaż przemysł motoryzacyjny wprowadził różnego rodzaju samochody elektryczne, to w przypadku aut użytkowych dużym wyzwaniem okazują się ograniczenia samej technologii akumulatorowej. Przykładowo nadal nie może ona zapewnić wystarczającej pojemności dla typów o ładowności 25 000 kg, poruszających się w ruchu dalekodystansowym – na bardzo duże odległości.

Ogólnie zatem sektor zmierza w dobrym kierunku i dzieje się to szybko, lecz należy opracować baterie bardziej zrównoważone ekonomicznie i ekologicznie. Muszą cechować się dłuższym okresem życia – czasem eksploatacji, być bardziej pojemne, a koszty ich wytwarzania i w rezultacie nabycia muszą się zmniejszyć. Branża transportowa powinna także zapewnić, że pozyskiwanie materiałów, energochłonna produkcja oraz recykling baterii są zoptymalizowane w czasie w układach ekologicznym, ekonomicznym, zasobowym i organizacyjnym. Ponadto sama technologia, która stoi za tym, w jaki sposób ładuje się akumulatory z sieci, też stanowi problem,

nie tylko dla Scanii, ale i dla całej branży. Rozwiązania związane z elektryfikacją są bowiem silnie skorelowane z systemami opłat i strategiami. Oznacza to, że baterie i systemy ładowania muszą być postrzegane razem jako część ogólnej infrastruktury.

Dlatego jednym z filarów podejścia Scanii do dostarczania zrównoważonych rozwiązań transportowych jest zapewnienie możliwie jak największej efektywności energetycznej. W przypadku elektryfikacji oznacza to użycie jak najmniejszej liczby baterii dla konkretnego rozwiązania transportowego i optymalizację lokalizacji punktów do ładowania lub ładowania podczas jazdy, tak jak dzieje się to na elektrycznej autostradzie. Jeśli pojazd może uzyskać energię elektryczną z infrastruktury rozlokowanej tuż przy samej jezdni, jego potencjał użytkowy będzie mianowicie znacznie większy.

W takim kontekście docelowa koncepcja wydajnej, wygodnej i zrównoważonej mobilności wymaga, aby były wprowadzone:

- intuicyjnie wykrywalna komunikacja na temat innowacyjnych funkcji,
- autonomiczna platforma napędowa z modułem do przemieszczania osób dla transportu pasażerów lub modułem ładunkowym do transportu towarowego,
- w pełni elektryczny napęd silnikowo-akumulatorowy, lokalnie wyróżniający się bezemisyjnością substancji szkodliwych i praktycznym brakiem emisji hałasu – realna bezgłośność użytkowa,
- system edukacyjny wbudowany w inteligentną infrastrukturę IT do planowania i sterowania w oparciu o stałe analizy zmieniającego się co do czasu, lokalizacji, natężenia i kierunków zapotrzebowania na przemieszczanie osobowe i towarowe.

Mimo tych istotnych barier i wyzwań, Scania uważa, że rozwiązania elektryczne wyróżnia prostota w złożonej transformacji. W rezultacie w przyszłości każdy przewóz może być „elektryczny”, dla bardziej zrównoważonego świata w większości przypadków nawet musi być „elektryczny”. Niemniej wymiana auta z silnikiem wysokoprężnym na zelektryfikowane to coś więcej niż zwykła wymiana starego pojazdu na nowy. Elektryfikacja odgrywa bowiem zasadniczą rolę dla przyszłego zrównoważonego sektora transportowego o znacznie niższej emisji dwutlenku węgla.

Mając powyższe na uwadze, Scania oferuje teraz (stan na rok 2022) – jako kompletną usługę pod klucz – szeroką gamę elektrycznych samochodów i autobusów oraz skojarzone pakiety rozwiązań okołoprojektowych. Jednak przejście na zelektryfikowaną flotę pociąga za sobą fundamentalne zmiany w sprawdzonych w czasie praktykach biznesowych i systemach zarządzania flotą oraz w planowaniu i istniejącej infrastrukturze logistycznej. Wszystko to jest złożone, ale nieuniknione, gdy firmy transportowe decydują się na elektryfikację. Jednak to lokalne zachęty odgrywają istotną rolę w tempie transformacji i politycy będą musieli sprawić, by używanie zelektryfikowanego taboru stało się dla przewoźników opłacalne ekonomicznie. Tym bardziej, że wskutek elektryfikacji branża wkracza na nowe szlaki, co wiąże się z wieloma czynnikami, które należy wziąć pod uwagę. Dlatego interesariusze muszą zrobić wszystko, co w ich mocy, aby pomóc w przeprowadzeniu płynnej zmiany, początkowo doradzając w zakresie optymalizacji pojazdu elektrycznego dostosowa-

nego do konkretnego działania, z uwzględnieniem akumulatora, wydajności energetycznej, ładowania oraz integracji nadwozia.

Już na tym etapie każdy elektryczny pojazd Scanii jest oferowany jako kompleksowe rozwiązanie, zawierające ogół składowych, od samych pojazdów i usług poprzez kompleksowe szkolenia kierowców aż po współpracę z dostawcami energii oraz długoterminowe doradztwo. Trasy i transport determinują potrzeby w zakresie ładowania i infrastruktury, a zatem przygotowanie wydajnych stacji ładowania staje się jednym z najważniejszych elementów w udzielanej przez koncern pomocy klientowi. Trzeba również zrozumieć, kiedy, gdzie i jak ładować akumulatory, najlepiej przy użyciu czystej, odnawialnej energii. Oszczędność w zakresie kosztów energii polega bowiem na korzystaniu z indywidualnie dostosowanych stacji ładowania oraz maksymalnym korzystaniu z ładowania nocnego w bazach.

Technologia pojazdów elektrycznych na tę skalę jest nowatorska, a poza ładowaniem indywidualne wdrażanie i długoterminowe praktyki przeglądowe – konserwacyjne pozostają dalekie od standaryzacji między wytwórcami pojazdów. Stwarza to nowe i odmienne wymagania w zakresie umiejętności warsztatowych, wiedzy oraz certyfikatów wspierających tę technologię. W związku z tym trzeba włożyć wiele wysiłku w szkolenie personelu warsztatów. Taka dobrze rozlokowana autoryzowana sieć do napraw i przeglądów zapewnia maksymalny czas sprawności oraz długoterminową żywotność. Ponadto do każdego klienta trzeba podejść indywidualnie, aby ocenić potrzeby i zapewnić narzędzia rozwiązujące wszelkie problemy, które mogą się pojawić, i wspierające tego klienta. Pełna umowa na naprawy i konserwację zabezpiecza całkowity przebieg pojazdu oraz możliwość planowania i kontroli kosztów.

W takich realiach, niezależnie od tego, czy elektryfikacja dotyczy ogromnej floty autobusów, czy operacji małego samochodu ciężarowego, ważne pozostaje, aby ta transformacja była opłacalna dla działalności klientów. Pojazdy elektryczne muszą pasować do ich codziennej eksploatacji. Dlatego sprostanie temu wyzwaniu oznacza, iż – mając u podstaw pojazd elektryczny – trzeba dodać kompleksowe rozwiązania, aby wszystko działało. Tym bardziej, iż operacje zelektryfikowane wiążą się z wieloma pytaniami. Skutkiem tego Scania zapewnia odpowiedzi i konkretne wyjścia, by pomóc we wdrożeniu dopasowanych rozwiązań dla każdego możliwego aspektu zelektryfikowanych operacji. Należy zatem rozumieć działania swoich klientów, każdą pułapkę i każdą nową okazję, jaka się u nich pojawia.

Wiedza, przewidywanie tego, co i kiedy nadejdzie, oznacza też, że firma może pomóc klientom planować z dużym wyprzedzeniem – co okazuje się niezwykle ważne w zakresie takich elementów, jak np. infrastruktura ładowania, której wdrożenie może zająć dużo czasu. Dzięki silnemu partnerstwu i sojuszom z interesariuszami nie tylko w tradycyjnej branży transportowej, ale i w obszarach takich jak infrastruktura energetyczna oraz zielona energia, zamierza więc nie tylko podążać za tą transformacją w branży, ale także być na jej czele. Dlatego ze swojej strony chce dostarczać możliwie najbardziej wydajne pojazdy elektryczne. Ponieważ prowadzi własną działalność rozwojową i sama produkuje wszystkie podstawowe kom-

ponenty, wierzy, że jest to możliwe. Korzysta również z danych z połączonych aut, aby projektować akumulatory i optymalizować systemy, przy czym ogniwa akumulatorów są specjalnie przystosowane do wariantów ciężkich. Oprócz tego potentat zwraca uwagę, że w kwestii ograniczania emisji za pomocą pojazdów elektrycznych sprawy toczą się szybciej, niż oczekiwano tego jeszcze kilka lat temu. Istnieją trzy główne powody takiego stanu rzeczy:

- wzrost wymagań dotyczących zrównoważonego rozwoju – nie tylko w zakresie emisji CO₂, ale też lokalnego zanieczyszczenia powietrza i hałasu,
- wzrost opłacalności dla klienta – ze względu na koszty energii i opłaty drogowe pojazdy elektryczne szybciej stają się konkurencyjne,
- notowana stała poprawa w zakresie warunków technicznych – pojemność baterii i technologia szybkiego ładowania szybko się poprawiają.

Niemniej warto wskazać, że na tym etapie rozwoju rynku, w odróżnieniu od zdecydowanej części konkurentów, Scania mocno stawia na układy hybrydowe. Przemawia za tym według niej kilka zasadniczych powodów:

- zdecydowanie niższa cena zakupu niż cena ich w pełni elektrycznych odpowiedników,
- równa wariantom w pełni elektrycznym sensowność użycia w środowisku miejskim, szczególnie przy często dokonywanych operacjach start-stop, co przekłada się na znaczne oszczędności paliwa dla silnika spalinowego,
- możliwość pokonania w trybie w pełni elektrycznym do 50-60 km, co w zupełności wystarczy do całodziennego wykonywania operacji w środowisku zurbanizowanym,
- możliwość zastąpienia tradycyjnego oleju napędowego do silnika spalinowego przez paliwo ciekłe, jak HVO, czy nawet gazowe zamienniki – hybryda gazowo/spalinowo-elektryczna,
- fakt, że liczne metropolie, w tym takie jak Paryż czy Amsterdam, wytyczają strefy, gdzie emisja spalin i hałasu bywa znacznie ograniczona; dlatego przewidyujący przewoźnicy, chcący zachować konkurencyjność, już dzisiaj zwracają się ku dostępnym na rynku rozwiązaniom zelektryfikowanym i wolnym od paliw kopalnych,
- wysoka elastyczność użycia – możliwość połączenia tego, co najlepsze z obu technologii napędowych, czyli miejskiego trybu cichobieżnego zeromisyjnego z relatywnie dużym zasięgiem poza miastami,
- bezproblemowe nadawanie się do wykonywania operacji w ruchu zarówno lokalnym i regionalnym, jak i typowo miejskim, z licznymi ograniczeniami co do emitowanych hałasu i zanieczyszczeń.

W związku z tym w grudniu 2021 roku szwedzki koncern przedstawił premierowe pojazdy hybrydowe o wszechstronnym zastosowaniu²², stanowiące ważny krok

²² <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4137101-scania-introduces-world-class--versatile-hybrid-trucks>

na drodze do elektryfikacji. Były to dwie nowe odmiany: hybryda (HEV) oraz hybryda *plug-in* (PHEV). To czwarta generacja hybrydowych aut Scanii, która osiągnęła punkt rozwojowy, oznaczający, że warianty te nadają się do wykonywania wielu zadań. Sprawdzają się więc w różnorodnych pracach, z powodzeniem wytrzymując porównanie z tradycyjnymi rozwiązaniami. Mogą być wyposażone w układy napędowe i systemy ładowania energii dopasowane do zadań, np. do transportu w temperaturze kontrolowanej, przewozu betonu lub dystrybucji regionalnej.

Ten nowy, hybrydowy układ napędowy został zaprojektowany przy użyciu systemu modułowego. Wykorzystując jego elastyczność firma połączyła dwa silniki elektryczne z głównymi komponentami najnowszej skrzyni biegów Scania Opticruise. W ten sposób powstała zupełnie nowa maszyna elektryczna GE281 dla hybryd HEV i PHEV. W rozwiązaniu tym GE281 współpracuje z silnikami spalinowymi Scanii, umożliwiając wdrażanie wolnego od paliw kopalnych ciężkiego transportu, wykorzystującego specjalistyczne zabudowy. Oferowane są jednostki 7-litrowe DC07 oraz 9-litrowe DC09, każda o trzech poziomach mocy. Wszystkie one spełniają normę czystości spalin Euro 6 i mogą być zasilane uwodornionym olejem roślinnym (HVO), a wybrane z nich także biodieslem FAME. Zespół ten zapewnia stałą moc 230 kW i moc szczytową 290 kW oraz umożliwia zastosowanie przystawki napędzanej od skrzyni biegów. Maksymalny moment obrotowy wynosi 2100 Nm. Ta wyższa moc napędu elektrycznego poszerza możliwość zeroemisyjnego wykorzystania.

Dzięki GE281 pojazd z łatwością porusza się z niską prędkością, a przystawka odbioru mocy może być załączona w ruchu zarówno podczas jazdy na napędzie elektrycznym, jak i spalinowym. Kolejną zaletę stanowi niezakłócony odzysk energii hamowania, co jest o tyle ważne, że system rekuperacji wyhamowuje pojazd przez większość czasu. Dzięki temu może być zamontowany w specjalistycznych wersjach do różnych prac. Ta jedyna w swoim rodzaju maszyna elektryczna zapewnia płynnie działający napęd pojazdom o dopuszczalnej masie całkowitej dochodzącej do 36 000 kg. Nie musi korzystać ze wsparcia silnika spalinowego, ale współdziała z nim przy ruszaniu i rozpędzaniu. W następstwie instalacji GE281 w aucie mogą być stosowane silniki spalinowe o mniejszej pojemności i mocy. Ten typ napędu hybrydowego w stosunku do typowego napędu przynosi redukcję zużycia paliwa na obszarach zurbanizowanych sięgającą 40%. Kolejną istotną użytkową zaletę stanowi możliwość wyboru między kabinami P, G oraz L oraz fakt, że samochody te można zamówić jako podwozia i ciągniki siodłowe.

Scania jest jednym z kilku producentów dostarczających hybrydowe warianty samochodów. W 2014 roku przedstawiła pierwszą generację hybryd zdolnych poruszać się na napędzie elektrycznym na dystansie do 2 km. Ich zasięg wydaje się bardzo niski w porównaniu z oferowanymi obecnie (stan na rok 2022) 60 km, ale był to ważny, pionierski krok w branży. Od tamtej pory koncern wraz z klientami zaczął zdobywać wiedzę o potencjale hybryd w redukcji emisji spalin, hałasu oraz zużycia paliwa. GE281 pozwoliła przełamać kolejną barierę. Maszyna elektryczna nie tylko

dorównuje, ale niekiedy przewyższa nawet osiągnięciami silnik spalinowy, umożliwiając redukcję jego pojemności, co przekłada się na niższą masę i mniejsze spalanie. Jedyne powód zastosowania silnika spalinowego polega na wydłużeniu zasięgu pojazdu.

Najnowsze hybrydy Scanii oferują kilka funkcji. Mogą się poruszać wyłącznie z wykorzystaniem napędu elektrycznego, np. włączanego automatycznie w powiązaniu ze Scania Zone, jedną z funkcji systemu telematycznego Scanii. Kierowca może też zaoszczędzić energię elektryczną na czas, gdy będzie musiał z niej skorzystać w strefie, gdzie obowiązują ograniczenia emisji spalin i hałasu. Do tego dochodzi zupełnie nowy poziom osiągnięć. Przystawka odbioru mocy może być używana podczas jazdy, także przy napędzie elektrycznym, a system start-stop wyłącza silnik podczas postoju. Ponadto auta te mogą być zaopatrzone w przewidujący tempomat adaptacyjny i dają możliwość wyboru trybu jazdy. W trybie Power, oprócz maksymalnej mocy silnika spalinowego, kierowca ma do dyspozycji dodatkowo 100 KM/74 kW.

Tym samym hybrydy na 2022 rok oferują wszystko to, czego użytkownik może oczekiwać od takiego środka przewozu, a dodatkowo zelektryfikowany napęd, silniki spalinowe zdolne do pracy na paliwach odnawialnych i znaczną redukcję zużycia paliwa. Niemniej hybrydy zostaną ostatecznie zastąpione przez bateryjne pojazdy elektryczne. Jednak zanim zasięg modeli elektrycznych wzrośnie odpowiednio do potrzeb i powstanie wystarczająca infrastruktura do ładowania, w latach 20. tego stulecia hybrydy będą stanowiły wysoce akceptowalne rozwiązanie.

Wariant PHEV ma baterie o pojemności 90 kWh (zestaw 3×30 kWh), podczas gdy HEV ma pojedynczą baterię 30 kWh. PHEV po 30 minutach ładowania przy użyciu ładowarki prądu stałego 95 kW na napędzie elektrycznym uzyska zasięg 60 km. Oznacza to, że można go całkowicie naładować podczas postoju w bazie, obowiązkowej przerwy lub w czasie załadunku lub rozładunku. Ogólnie 29-tonowy model BEV po naładowaniu przez 90 minut wyróżnia zasięg 250 km. 29-tonowy PHEV po pełnym naładowaniu cechuje w pełni elektryczny zasięg 60 km. Przy tym hybrydowy wariant ze stosunkowo małym silnikiem DC09 lub DC07 ma o 750 kg większą ładowność niż analogiczny odpowiednik z tradycyjnym napędem. Stało się to możliwe, ponieważ przepisy Unii Europejskiej zezwalają na podniesienie dopuszczalnej masy całkowitej pojazdów zelektryfikowanych o 1000 kg.

Poziom oszczędności paliwa, możliwych do osiągnięcia dzięki hybrydzie, zależy od podobnych czynników jak w typowym pojeździe, czyli od rodzaju pracy, przebiegu trasy oraz częstotliwości postojów. Maszyna elektryczna jest dostępna przez cały czas, ale w trakcie jazdy autostradowej ze stałą, wysoką prędkością nie okazuje się tak użyteczna, jak w warunkach miejskich. Największe oszczędności przynosi w gęstym ruchu miejskim z częstym zatrzymywaniem i ruszaniem. W takich warunkach eksploatujący mogą się spodziewać ograniczenia spalania o nawet 40%. Ponadto Scania proponuje dla hybryd te same umowy obsługowe, co dla pozostałych typów swoich aut.

W ten sposób koncern wprowadza wersje o długim zasięgu, które mogą być napędzane paliwami odnawialnymi i pokonać na napędzie elektrycznym 60 km, re-

dując poziom hałasu do 72 dB, a emisję spalin do zera. Oznacza to, że wywrotki, betonomieszarki czy chłodnie wykorzystywane w transporcie w miastach bądź regionalnym mogą się poruszać po obszarach zurbanizowanych, nie korzystając z paliw kopalnych. Przykładowo L 280 6×2*4 PHEV byłby idealną wywrotką w gęsto zabudowanych obszarach miejskich; w pełni zdolną do pracy w trybie elektrycznym, gdy wymagane są zerowa emisja i poziom hałasu poniżej 72 dB. Co równie ważne, masa całkowita zestawu może dochodzić do 36 000 kg.

Nowe hybrydy Scanii to zatem dogodny sposób, aby poczynić znaczne postępy w elektryfikacji i wdrażaniu zrównoważonego transportu. Spośród dostępnych obecnie (stan na rok 2022) rozwiązań gwarantują najwyższą elastyczność i użyteczność. Zważywszy na ich moc, dorównują w pełni typowym odmianom. Wykorzystywanie jedynie napędu elektrycznego we wrażliwych obszarach miasta nie oznacza natomiast spadku osiągnięć.

2.1.6. Zastosowanie wodoru – akumulator elektryczny kontra wodór²³

Wodór jest bardzo obiecującym nośnikiem energii i odegra ważną rolę w dekarbonizacji systemu energetycznego i przemysłu, głównie w produkcji stali wolnej od paliw kopalnych. Koncern pracuje nad planem elektryfikacji za pomocą wodoru w taki sam sposób, jak nad technologią silników spalinowych, czyli poprzez wieloaspektowe podejście z szeroką gamą rozwiązań docelowych. Firma zbadała i opracowała różne technologie biopaliw w wydaniach hybrydowo-elektrycznych oraz wersje w pełni elektryczne. Sam wodór stanowi interesującą opcję dla zelektryfikowanego transportu długodystansowego, a pierwsze testy pokazują, że technologia sprawdza się też w chłodniejszym klimacie. Dlatego Scania zainwestowała w technologie wodorowe – wodorowych ogniwi paliwowych i jest obecnie (stan na rok 2022) jedynym wytwórcą pojazdów ciężkich, którego auta tego rodzaju są już eksploatowane u klientów – jej wersji wodorowej używają klienci w Norwegii i Szwecji. Dzięki tym wczesnym testom inżynierowie zdobyli cenne informacje, a wysiłki będą kontynuowane. Niemniej w przyszłości wykorzystanie wodoru do takich zastosowań będzie ograniczone, gdyż do napędzania odmiany wodorowej potrzeba trzy razy więcej energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w porównaniu z pojazdem elektrycznym z akumulatorem. Z punktu widzenia efektywności energetycznej podczas korzystania z wodoru znaczna część energii jest bowiem tracona podczas produkcji, dystrybucji i konwersji z powrotem na energię elektryczną. Stanowi to jeden z powodów, dla których Scania koncentruje się na pojazdach elektrycznych z akumulatorami. Jednak w przypadku wybranych zastosowań wodór może być nadal interesującym rozwiązaniem. Należy również rozważyć naprawę i konserwację. Koszt modelu zasilanego wodorem będzie więc wyższy niż elektrycznego odpo-

²³ Na podstawie materiałów wewnętrznych Scanii na temat wodoru.

wiednika z zasilaniem akumulatorowym, gdyż jego systemy są bardziej złożone, jak np. rozbudowany układ powietrza i chłodzenia. Ponadto wodór jest gazem lotnym, wymagającym większej obsługi oraz uwagi, aby zapewnić bezpieczeństwo. Jednak z drugiej strony wodór stanowi obiecujący nośnik energii oraz propozycję nadającą się do magazynowania energii przez długie cykle. Jeśli zatem będzie pozyskiwany w sposób przyjazny dla środowiska, zacznie odgrywać ważną rolę w dekarbonizacji.

W tym kontekście Scania oczekuje wprowadzenia do swoich samochodów stali wolnej od paliw kopalnych – tzn. powstałej bez udziału takich paliw, kiedy wodór będzie już odgrywał większą rolę w kilku innych branżach. Poza tym stacjonarne ogniwa paliwowe okazują się ważnym elementem elektrycznego układu ładowania. To rozwiązanie wydaje się szczególnie obiecujące na obszarach z dużą ilością energii odnawialnej oraz na terenach wiejskich poza główną siecią elektroenergetyczną. Dlatego, by zrobić to, co najlepsze, zarówno dla całej ekonomii operacyjnej klientów, jak i dla planety, Scania rozpatruje wszelkie opcje. Oczywiście przy tym jest, że koncentruje się na połączeniu paliw odnawialnych i pojazdów elektrycznych na baterie zarówno w perspektywie tu i teraz (stan na rok 2022), jak i w perspektywie krótkoterminowej, co w zasadzie zachodzi we wszystkich segmentach.

Wodorowe warianty z ogniwami paliwowymi są wyposażone wyłącznie w elektryczny układ napędowy. Energia elektryczna jest w nich wytwarzana bezpośrednio na pokładzie – powstaje z gazu wodorowego w ogniwach paliwowych. Ogniwo paliwowe wytwarza elektryczność w procesie elektrochemicznym z wykorzystaniem wodoru i tlenu, działa ono bowiem na zasadzie odwróconej elektrolizy. Tworząca wodę reakcja tlenu z powietrza z wodorem zmagazynowanym w zbiornikach stanowi źródło energii elektrycznej oraz ciepła, zgodnie właśnie z zasadą odwróconej elektrolizy. Energia elektryczna wytwarzana przez ogniwa paliwowe zasila elektryczny układ napędowy. Jedynym emitowanym produktem jest czysta woda. Przy tym samochód napędzany elektrycznie z systemem ogniw paliwowych ma też akumulatory (system ma zintegrowany bufor akumulatora). Akumulatory te są pomocne w sytuacjach, gdy potrzebna jest dodatkowa moc oraz gdy pojazd musi odzyskać energię elektryczną z energii hamowania.

Wodór stwarza o tyle nowe możliwości, że różni klienci w różnych regionach na całym świecie będą potrzebować różnych rozwiązań, a technologia wodorowych ogniw paliwowych może być jednym z takich wyjść. Przykładowo odbiorcy z Japonii, Korei Południowej i Kalifornii naciskają na rozwiązania oparte na wodorze i budują stacje paliwowe z wodorem. Główną zaletą rozwiązań opartych na wodorze pozostaje fakt, że ta technologia należy do zeroemisyjnych – wodór wytwarza się w sposób całkowicie odnawialny, a jedynym produktem emitowanym lokalnie przez pojazd jest woda. Kolejna prawdziwa korzyść posiadania pojazdów wodorowych z ogniwami paliwowymi, będąca jednym z zasadniczych powodów rosnącego zainteresowania nimi, polega na tym, że pojazdy takie zachowują cechy porównywalne z konwencjonalnymi odpowiednikami, takie jak schematy tankowania i wymagania w zakresie rozbudowy infrastruktury. Czynniki te pozostają w takim razie nadal

atrakcyjny dla tych, którzy obawiają się radykalnej zmiany, jakiej wymagają wybrane inne nowe technologie.

Kluczowa jest kwestia, w jaki sposób i gdzie wytwarzane jest paliwo wodorowe. Przede wszystkim stacje z wodorem nie są jeszcze tak liczne, chociaż buduje się ich coraz więcej. Niektóre podmioty, na przykład Asko, wznoszą własne takie stacje tankowania, więc mają kontrolę nad własnym ekosystemem. Potrzebne są zatem zrównoważone rozwiązania, mające ograniczony negatywny wpływ na środowisko. Do tego dochodzi potrzeba dużej przestrzeni w samochodzie lub autobusie na zbiorniki wodoru. Dostępne dziś propozycje zajmują bowiem zbyt dużo miejsca, aby mogły przekładać się na uzyskiwanie dobrego zasięgu. Tymczasem wzrost masy i objętości zajętej przez zbiorniki z wodorem oznacza stratę ładowności i przestrzeni, które w przeciwnym razie mogłyby zostać wykorzystane do transportu ładunków lub osób.

Ogólnie pojazdy elektryczne z akumulatorami pozostają priorytetem Scanii, gdyż oferują najlepsze rozwiązania dla klientów i są pierwszą technologią zerowej emisji spalin, która trafia na rynek. Aby jednak przyspieszyć zmianę, Scania potrzebuje wszystkich źródeł energii odnawialnej. Wodór jest obiecującym nośnikiem energii, dobrym sposobem magazynowania energii odnawialnej w długich cyklach i odegra ważną rolę w dekarbonizacji systemu energetycznego, jeżeli będzie produkowany z energii odnawialnej.

2.2. Renault Trucks

Na przełomie czerwca i lipca 2015 roku francuski koncern zorganizował specjalne spotkanie, nazwane „Energy Efficiency Days”, dedykowane tematyce podnoszenia efektywności oraz proekologiczności drogowego transportu towarowego²⁴. W jego trakcie zaprezentował swoje najnowsze wtedy prace realizowane w tym zakresie oraz uzyskane wyniki przeprowadzonych prób i testów.

Firma od dawna prowadzi prace w zakresie podnoszenia efektywności i proekologiczności taboru. W tym kontekście bada różne możliwości ograniczenia przez jej wyroby zużycia oleju napędowego czy też częściowego bądź nawet całkowitego zastąpienia tego paliwa. Działania te koncentrują się na kilku obszarach:

- ograniczaniu zużycia tradycyjnego paliwa przez specjalnie w tym kierunku zoptymalizowane tzw. wersje prooszczędnościowe;
- ograniczaniu zużycia tradycyjnego paliwa wskutek zamontowania w pojeździe wielu dodatkowych systemów i układów, z jednej strony ukierunkowanych na spadek zapotrzebowania na energię, z drugiej tę energię wytwarzających;
- częściowym albo nawet całkowitym zastępowaniu tradycyjnego paliwa biopaliwami;

²⁴ Materiały prasowe dystrybuowane w trakcie spotkania „Energy Efficiency Days”, Lyon, lipiec 2015.

- zastosowaniu paliw alternatywnych w postaci sprężonego gazu ziemnego i biogazu. Dlatego jedno z alternatywnych źródeł energii nadających się do stosowania w pojazdach koncernu stanowi sprężony gaz ziemny (CNG). To sprawdzone paliwo, w połączeniu z dojrzałą technologią silnikową, gwarantuje małą emisję zanieczyszczeń: spaliny są niemal całkowicie wolne od cząstek stałych, dymu i zapachu. Co więcej, w warunkach eksploatacji miejskiej wariant gazowy zapewnia zasięg porównywalny z wariantem napędzanym silnikiem wysokoprzężnym. Ponadto firma stawia na wykorzystanie biogazu. Biogaz to paliwo odnawialne, pozyskiwane z materiałów organicznych, którego spalaniu towarzyszy znacznie mniejsza emisja CO₂ w porównaniu z olejem napędowym. Dlatego auta zasilane biogazem są szczególnie predestynowane do użytkowania na obszarach miejskich i podmiejskich. Chętnie wybierają je m.in. podmioty z sektora transportu dystrybucyjnego czy komunalnego, te ostatnie do zastosowań takich jak utrzymanie czystości ulic albo wywóz śmieci;
- montażu alternatywnych zespołów napędowych, w tym w pełni elektrycznych, z dodatkowymi ogniwami paliwowymi jako tzw. *range extender* – zwiększacz zasięgu.

Zakres spożytkowania tych technologii przez Renault Trucks jest dość szeroki. Przy tym część z nich jest już normalnie, komercyjnie dostępna, część zaś znajduje się jeszcze na etapie badań i rozwoju, prowadzonego w oparciu o pojazdy eksperymentalne, zazwyczaj istniejące w jednym egzemplarzu, rzadziej w większej liczbie.

Odmiany zwane paliwooszczędnymi Francuzi oferują od dawna. Początkowo dedykowali je wyłącznie odbiorcom z sektora przewozów na średnich i dalekich dystansach, ale potem zakres takich dostępnych wykonań poszerzyli o skierowane do dystrybucji i pochodzące z gamy D. Również biopaliwa – biometan oraz paliwa gazowe CNG – są stosowane od lat, aczkolwiek praktycznie jedynie w wariantach bazowo przeznaczonych do realizacji prac w miastach i ich okolicach, w pierwszym rzędzie w dystrybucji oraz służbach komunalnych. Jednostki gazowe cechują się bowiem zbyt niskimi mocą i momentem obrotowym, by mogły trafiać do pojazdów tworzących zestawy o masie całkowitej powyżej 30 000 kg. Analogicznie długo w przypadku przedsiębiorstwa trwało wprowadzanie biodiesla. Bez większych problemów mogły być nim zasilane jedynie lżejsze i słabsze silniki, o mocy do 320 KM. Dlatego w połowie drugiej dekady tego stulecia podmiot oferował trzy modele z tzw. serii miejskiej – dystrybucyjnej – D Cab 2,1 m, D WIDE oraz C – w pełni przygotowane do zasilania biodieslem. Powyższe oznaczało, że silniki tych aut mogły być eksploatowane nawet na 100-procentowym biodieslu. Już w 2015 roku do linii D trafiły dwie takie jednostki: DTI 5 – 240 KM oraz DTI 8 – 320 KM. Mogły być one zasilane biodieslem w proporcjach od 30% (B30) do 100% (B100), spełniały normę czystości spalin Euro 6 i w zakresie osiągow oraz wytrzymałości cechowały się tymi samymi parametrami, co odpowiedniki w 100% zasilane zwykłym olejem napędowym. Takie same były m.in. uzyskiwane moce maksymalne

i maksymalne momenty obrotowe. Natomiast notowano pewne ograniczenie emisji substancji szkodliwych. Przykładowo w momencie zastosowania paliwa B30 o 14% spadała emisja CO₂ w porównaniu z silnikiem zasilanym normalnym olejem napędowym, przy zachowaniu tych samych osiągnięć.

Niemniej 240 czy 320 KM mocy maksymalnej automatycznie ograniczało zakres eksploatacji tak napędzanych egzemplarzy głównie do dystrybucji i służb komunalnych. Także długo niezwykle limitowane pozostawały możliwości alternatywnych zespołów napędowych, w tym całkowicie elektrycznych oraz nawet z dodatkowymi elementami wspomagającymi w postaci układu *range extender* oparteo na ogniwach paliwowych czy pomocniczej jednostce z silnikiem spalinowym. Pomimo dużego postępu, jaki dokonał się w ich konstruowaniu, nadal charakteryzowały się one dość wysoką masą własną, co ogranicza ładowność zaopatrzonych w nie pojazdów, oraz względnie niską pojemnością baterii, co negatywnie przekłada się na zasięg. W efekcie na szerszą skalę mogły być użytkowane jedynie w klasycznym ruchu miejskim.

Te prace były kontynuowane w następnych latach²⁵. Tym bardziej, że w obecnych realiach niezaprzeczalnie widać, że tematyka i problematyka wdrażania alternatyw paliwowo-napędowych należy do dość skomplikowanych i wcale niejednoznacznych. Na przełomie 2018 i 2019 roku oraz w marcu 2022 roku koncern przedstawił swoje najnowsze zapatrywania w tej materii. Zgodnie z nimi jako główne czynniki kształtujące otoczenie wskazywane są połączone aspekty prawno-naciskowe oraz środowiskowe. Mianowicie, w obszarze samych zmian klimatu w Europie samochody ciężarowe odpowiadają za 5% całkowitej emisji CO₂. Jednocześnie sytuacja wywołana niską jakością powietrza spowodowała, że Unia zamierzała pozwać aż 20 krajów członkowskich za utrzymujące się zanieczyszczenia.

W związku z tym firma, stosując podejście elastyczne, holistyczne i eklektyczne, stawia na tzw. triadę paliwowo-napędową, ale w przyszłości z możliwymi zmianami w tym obszarze. Triada paliwowa oznacza, że podmiot w dzisiejszym punkcie analizy rozpatruje wszystkie trzy wyjścia, czyli jego obecna i przyszła strategia paliwowo-napędowa opiera się na stosowaniu gazu, elektryfikacji oraz nadal utrzymaniu paliw bazujących na ropie naftowej, w tym ostatnim przypadku przy możliwym wprowadzaniu pewnych bliskich nieropopochodnych zamienników. Przy tym trzeba zwrócić uwagę na zmienne w czasie znaczenie poszczególnych rodzajów paliw i napędów – tzn. jedno z nich będą zyskiwać kosztem drugich.

W tej analizie – w ramach swojej przyjętej strategii paliwowej – koncern ujmuje dwa zasadnicze kryteria rozpatrywania: zasięg przewozów powiązany z ich rodzajem i specyfiką oraz perspektywę czasową. W przypadku zasięgu, rodzaju i specyfiki wyróżnia:

- transport lokalny – krótkodystansowy – miejski – dystrybucyjny, komunalny czy inny specjalizowany i specjalistyczny, jak budowlany,

²⁵ Materiały wewnętrzne Renault Trucks Polska na temat strategii paliwowej, 2018-2019.

- transport regionalny – średniodystansowy,
- transport dalekobieżny.

Co do przyjętej perspektywy czasowej wydziela natomiast trzy odniesienia do czasu i w związku z tym wybieganie w sferze planowanych do zrealizowania działań w bliskie, średnie bądź dalekie punkty w przyszłości:

- strategia krótkoterminowa – od roku 2020,
- strategia średnioterminowa – do roku 2025,
- strategia długoterminowa – do 2030 roku oraz później – tzw. perspektywa 2030+ – realnie z dzisiejszej perspektywy koncepcja 2040+.

Renault Trucks, jak wskazano, stawia dzisiaj przede wszystkim na ogół dostępnych komercyjnie możliwości, czyli triadę paliwowo-napędową. Niemniej powyższe nie oznacza, że wszystkie paliwa i napędy są i będą stosowane wszędzie – przewiduje się tu silną zmianę akcentów i tym samym znaczenia, ale rozłożoną w czasie oraz mocno uzależnioną od rodzaju przewozów.

W przypadku przewozów regionalnych – lokalnych tradycyjny olej napędowy okazuje się najłatwiejszy do skutecznego i, co ważne, częściowo naturalnie opłacalnego zsubsydiowania. Ponadto to naturalnie opłacalne zsubsydiowanie może się odbyć przez dwie kluczowe technologie – gazyfikacji i elektryfikacji, przy możliwości komercjalizacji propozycji dualistycznej – tzn. hybrydy z zespołem na paliwo alternatywne w postaci gazu (CNG, LPG, biogaz). Ponadto w krótkim okresie przewiduje się stopniowe zastępowanie diesla głównie przez gaz. Jednak już w perspektywie najbliższych nawet 3-5 lat na realnym znaczeniu zaczną zyskiwać szeroko pojęte technologie elektryfikacyjne. Najpierw oprą się one jedynie na bateriach, z możliwością doładowania na trasie, przy założeniu trzech bazowych sposobów/metod doładowania: w bazie, w punkcie załadunku/przeładunku/rozładunku, na trasie. Ewentualnie w grę wchodzi hybrydy. Rozważane są więc czyste rozwiązania bateryjne – napędy wyłącznie bateryjne, hybrydy oraz baterie i hybrydy typu *plug-in*. Potem, od okresu średniego, prognozuje się już przechodzenie w kierunku bardziej perspektywicznych opracowań bazujących na spożytkowaniu wodoru, ale przy uwzględnieniu wszelkich wyzwań dotyczących szeroko pojętego bezpieczeństwa wdrażania tej opcji – kluczowe pozostają m.in. bezpieczeństwo samych aut wodorowych, w tym wodorowego zespołu napędowego, oraz bezpieczeństwo sieci dystrybucji wodoru związane z zabezpieczeniem jej przed zagrożeniami o charakterze terrorystycznym. Co więcej, wodór produkowany na bazie paliw bez węgla (tzw. wodór wytworczo pozbawiony węgla) nie będzie dostępny na dużą skalę przed następną dekadą. Niska wydajność procesu wodorowego sprawia, że jako paliwo będzie on najpierw przeznaczony do zastosowań, w których elektryczne warianty akumulatorowe mogą nie wykazywać sensu wdrożenia, jak np. intensywnie eksploatowane typy dalekobieżne. Główny kierunek prac to magazyn/zbiornik wodoru gromadzonego pod ciśnieniem 700 barów oraz produkcja na pokładzie pojazdu energii elektrycznej za pomocą ogniwa paliwowego. Rozważane są inne opcje: magazynowanie cieczy i silnik spalinowy na wodór. W związku z tym, chociaż z całą pewnością wodór sam w sobie

stanowi bardzo interesujące źródło energii, to wciąż towarzyszą mu pewne zagrożenia i znaki zapytania. Dlatego na tym etapie akumulatory lub ogniwa paliwowe oraz biopaliwa i e-paliwa będą ważnymi opcjami dekarbonizacji, w pierwszym rzędzie w odniesieniu do odmian miejskich.

Niemniej tej systematycznie postępującej elektryfikacji w klasycznym przemieszczaniu lokalnym – w miastach będzie towarzyszył spadek znaczenia gazu i gazyfikacji. O ile bowiem początkowo, w roku 2020, w sferze alternatyw paliwowo-napędowych przeważać będzie gaz, głównie ziemny, to potem – w perspektywie średnioterminowej – gaz ziemny zacznie być zastępowany przez biogaz. Jednocześnie znaczenie gazyfikacji będzie sukcesywnie maleć, gdyż w jej miejsce zacznie wchodzić elektryfikacja. Zdaniem Renault już w perspektywie średnioterminowej – około roku 2025 – elektryfikacja niezwykle szybko zastąpi gazyfikację, stopniowo skutecznie ją marginalizując. I ta tendencja niemal powszechnej elektryfikacji przewozów miejskich – lokalnych się utrzyma. Wskutek tego w perspektywie długookresowej – dla roku 2030 i później – układy w pełni elektryczne, oparte na technologiach określanymi jako „baterie oraz wodór”, praktycznie całkowicie zastąpią układy gazowe i dieslowskie. Tym samym, według Renault, w miastach gazyfikacja stanowi jedynie etap przejściowy, suboptymalny, funkcjonujący tak długo, jak długo będą przełamywane kolejne kosztowo-wdrożeniowe masy krytyczne w obszarze elektryfikacji, czyli kiedy elektryfikacja stanie się wreszcie tak samo wskazana ekonomicznie i użytkowo – tzn. naturalnie opłacalna wdrożeniowo, jak obecne układy dieslowskie. Im zatem systemy elektryczne szybciej staną się tańsze, lżejsze i bardziej zasięgowo efektywne, tym szybciej nastąpi rezygnacja z gazyfikacji. Im zaś wolniejszy zanotuje się postęp w elektryfikacji, tym dłuższy sens rynkowego bytu wykaże gazyfikacja. Aczkolwiek w pierwszym rzędzie sens ten będzie wynikał nie z zalet samego gazu i gazowego systemu napędowego, lecz z niedoskonałości elektryfikacji. Innymi słowy, gaz i gazyfikacja nie stanowią rozwiązania długookresowego – są określonym wyjściem tu i teraz (stan na rok 2022), ponieważ wykazują pewne przewagi ekologiczne jedynie nad układami dieslowskimi. W związku z tym są wdrażane nie dlatego, że są dobre, lecz że chwilowo – zgodnie z różnymi wymogami stawianymi dla paliw i napędów alternatywnych – nie ma ich czym zastąpić.

Osobną kwestię stanowi biogaz. W związku z tym, że będzie on dostępny lokalnie jako produkt procesu fermentacji, zasilane nim pojazdy, nie tylko ze względów ekonomicznych, ale i ekologicznych, mogą być wciąż proponowane na limitowaną – niszową skalę przynajmniej do 2030 roku. Wszystko *de facto* zależy od tego, jak długo będzie jeszcze trwała produkcja spalinowych jednostek napędowych (ICE). Co więcej, jeśli uda się wdrożyć w takich jednostkach jako paliwo wodór w postaci gazowej, biogaz jako paliwo dla samochodów zachowa szanse utrzymania się nawet przez kolejne dekady.

W odniesieniu do przewozów regionalnych i krajowych, czyli na średnich dystansach, wystąpić ma tzw. miks energetyczny. Oznacza to, że z jednej strony możliwe są pewne gazyfikacja i elektryfikacja lub propozycje dualne – przykładowo

gazowe hybrydy z układem gazowym pełniącym rolę tzw. zwiększacza zasięgu. Jednak znaczące miejsce wciąż będzie przypadać tradycyjnej technologii wysokopiętnej. Przy tym może być w niej wdrażanych więcej paliw syntetycznych w postaci bliskich zamienników tradycyjnego oleju napędowego, takich jak biodiesle uzupełnione przez e-paliwa. Z biodiesli najważniejszą rolę odgrywają: powstały na bazie olejów roślinnych HVO (*Hydrogenated Vegetable Oil*) – hydratyzowany olej roślinny – uwodorniony olej roślinny, FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*), czyli ester metylowy kwasu tłuszczowego oraz estry etylowe kwasów tłuszczowych – tzw. FAEE (*Fatty Acid Ethylesters*). Do tego dojdzie polepszona wydajność energetyczna.

Jednocześnie dopiero w 2020 roku²⁶ Renault Trucks ogłosiło, że przeprowadziło długoterminowe próby w celu zbadania biopaliwa HVO100 i jego wpływu na silniki wysokopiętne pojazdów firmy. HVO100 to odnawialne biopaliwo, mogące zastąpić tradycyjny olej napędowy, a tym samym zmniejszyć wpływ pojazdu na klimat. Test ten wypadł pozytywnie i w pierwszym etapie HVO100 – w 100% francuski olej COLZA – został zatwierdzony jako paliwo w większości modeli z silnikiem Diesla. Homologacja HVO100 jest wprowadzana w sposób ciągły, gdyż certyfikacja odbywa się dla różnych opcji silnika.

Podobne zasadnicze tendencje mają charakteryzować transport dalekobieżny, gdyż zaznaczają się w nim:

- utrzymanie tradycyjnego oleju napędowego jako podstawowego paliwa,
- możliwość wprowadzania w silnikach wysokopiętnych na ograniczoną skalę ciekłych alternatyw paliwowych w postaci HVO, FAME, FAEE i e-paliw,
- ograniczona podatność na gazyfikację i elektryfikację, przy możliwej pewnej hybrydyzacji,
- w perspektywie po 2040 roku w roli paliw do jednostek spalinowych (ICE) stosowanie biopaliw oraz wodoru.

Poza tym zdaniem Renault Trucks potencjał tworzenia efektu cieplarnianego odmiennie prezentuje się dla różnych rodzajów paliw. Przyjęto tu, że w momencie wdrażania strategii dekarbonizacji akumulatory lub ogniwa paliwowe oraz biopaliwa i e-paliwa są ważnymi opcjami dla samochodów ciężarowych. Jeśli rozważy się 16-tonowy wariant dystrybucyjny, który na przestrzeni 14 lat – dla okresu 2022-2036 – pokona 560 000 km oraz przyjmie się – jako bazę wyjściową do oceny dekarbonizacyjnego potencjału poszczególnych typów paliw – paliwo diesla B7, to wówczas redukcja emisji węgla (dekarbonizacja) wynosi:

- olej napędowy – diesel – B100 –65%, e-diesel –65%,
- CNG – gaz ziemny –2%, biogaz –75%,
- wodór – szary H₂ – +14%, niebieski H₂ –57%, zielony H₂ –67%,
- baterie – systemy w pełni elektryczne – BEV GE –48%, BEV FR –62%, przy głównym założeniu, że energia elektryczna do zasilania nie powstaje na bazie

²⁶ <https://www.renault-trucks.fr/ce-renault-trucks-t-origine-france-garantie-roule-au-b100-100-colza-francais>, <https://www.renault.se/hvo-100.html>

węgla, lecz pochodzi z elektrowni atomowych, wiatraków, elektrowni wodnych czy farm słonecznych – solarów.

W odniesieniu do elektryfikacji koncern zwraca zaś uwagę, iż w tym względzie jego strategia krótko-, średnio- i długookresowa zakłada, że najszybciej elektryfikacja ruchu towarowego rozwinie się w miastach. Podmiot stawia tu nawet dość jasną hipotezę: wariant akumulatorowy – elektryczny z akumulatorami będzie najtańszym sposobem na dekarbonizację miejskich samochodów ciężarowych. Jako dowód na to podano następujące dane, przy założeniach, że: nie uwzględnia się ogólnej inflacji, koszty transportu będą dalej rosnąć przez 14 lat (analiza od 2022 roku dla lat 2022-2036), a uwzględniane koszty obejmują: zakup auta, koszty kapitału, energii, konserwacji i opon, koszty kierowcy, koszty budowy niezbędnej infrastruktury oraz opłaty za przejazd i ubezpieczenie. Do tego uwzględniono koszt wymiany baterii po 7 latach i koszt elektrycznego połączenia sieciowego. Zarazem przyjęto brak wartości odsprzedaży – zerową tzw. wartość rezydualną po 14 latach dla wszystkich typów samochodów oraz usunięto wszelkie podatki i dotacje publiczne. Dla paliw przyjęto następujące ceny: diesel 0,5 EUR/l, biodiesel 0,90 EUR/l w 2030 roku i 0,97 EUR/l w 2040 roku, biometan 1,30 EUR/kg w 2030 roku i 1,46 EUR/kg w 2040 roku, wodór 5 EUR/kg w 2030 roku i 4 EUR/kg w 2040 roku, energia elektryczna na poziomie 0,07 EUR/kWh w 2021 roku i +0,5%/rok, pakiet akumulatorów w cenie 80 EUR/kWh w 2030 roku i 55 EUR/kWh w 2040 roku. W takim układzie, przy wzroście kosztów transportu w ciągu 14 lat, ale bez podatków i dotacji publicznych na tonę unikniętego/niewyemitowanego CO₂, analiza dokonana w całym cyklu życia – „od kołyski do grobu” – w porównaniu ze stosowaniem jako paliwa oleju napędowego B7 FR (EUR/tCO₂eq) ma wykazać tzw. naturalną opłacalność wdrożenia miejskiego ekologicznego ciężkiego dystrybucyjnego taboru towarowego.

Natomiast pojazdy do obsługi ruchu dalekobieżnego, w tym ciągniki siodłowe, w przeważającym stopniu nadal będą napędzane silnikami wysokoprężnymi, oczywiście emitującymi jeszcze mniej substancji szkodliwych, spalającymi olej napędowy ze źródeł innych niż kopalne oraz bardziej efektywnymi. Przy czym nadal będą to silniki spalinowe. Poza tym warianty dalekobieżne, bez dodatkowego źródła zasilania lub wspierającej je infrastruktury drogowej, w wydaniu w pełni elektrycznym potrzebują 9000 kg baterii Li-Ion, aby uzyskać taki zasięg, jak klasyczny odpowiednik z 250-litrowym zbiornikiem paliwa. A 250 l stanowi tu dolną i praktycznie niewybraną opcję, gdyż przewoźnicy zazwyczaj zamawiają zbiorniki paliwa o pojemności około 1000 l. Przy tym polscy przewoźnicy preferują nawet zbiorniki o maksymalnej dopuszczalnej pojemności – 1500 l; zwykle są przez nich wybierane zbiorniki o pojemności rzędu 1100-1500 l. Tymczasem paliwo zgromadzone w 1500-litrowym zbiorniku stanowi energetyczny ekwiwalent akumulatorów Li-Ion o masie aż 54 000 kg, czyli o około 35% przewyższającej dopuszczalną masę całkowitą zestawu mogącego się swobodnie poruszać we wszystkich państwach unijnych – masa ta wynosi mianowicie 40 000 kg. Innymi

słowy, w takim wypadku same akumulatory ważą o 35% więcej niż dopuszczalna masa całkowita całego zestawu, wraz z paliwem i ładunkiem. Inaczej oczywiście prezentuje się to zagadnienie w przypadku odmian wykorzystywanych w typowej miejskiej dystrybucji. Stąd tam, przy dziennie pokonywanych niewielkich dystansach, dużej powtarzalności tras, zjeżdżaniu na noc do bazy, łatwości zaopatrzenia w paliwo/energię itd., gazyfikacja i elektryfikacja wykazują większy sens ekonomiczno-eksploatacyjny, bo m.in. można stosować mniejsze i lżejsze moduły baterii. W rezultacie:

- gazyfikacja stanowi jedynie wyjście czasowe, przejściowo nadające się głównie do zastosowań miejskich,
- elektryfikacja wykazuje szeroki sens stosowania w miejskim ekosystemie, w związku z tym w ciągu najbliższej dekady tabor zelektryfikowany znacznie przeważać w nowo dokonywanych zakupach sprzętu przeznaczonego do przemieszczania na krótkich dystansach,
- w przewozach średnio- oraz dalekodystansowych w ciągu następnych 10-15 lat nadal w samochodach ciężarowych dominować będą jednostki wysokoprężne, aczkolwiek zasilane nie tylko tradycyjnym olejem napędowym, ale i bio- oraz e-paliwami.

Jednocześnie Renault Trucks mocno zwraca uwagę, że przewozy średnio- i szczególnie dalekobieżne wykazują naturalną niezwykle małą skłonność do zsubsydiowania tradycyjnego paliwa ze względu na bardzo znaczny postęp, jaki się w nich już od dawna dokonuje w zakresie wzrostu ich efektywności ekonomicznej, operacyjnej oraz ekologicznej – tzn. efektywności zasobowo-czasowo-środowiskowej (tab. 2).

Tabela 2. Wzrost efektywności paliwowej oraz zdolności przewozowych przez zestaw najczęściej wykorzystywany w ruchu dalekodystansowym

| Rok | Masa całkowita zestawu (w kg) | Moc silnika (w KM) | Średnia prędkość (w km/h) | Średnie zużycie paliwa (w l/km) |
|------|-------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 1960 | 35 000 | 150 | 40 | 60/100 |
| 1980 | 35 000 | 220 | 60 | 40/100 |
| 1995 | 40 000 | 300 | 70 | 34/100 |
| 2000 | 40 000 | 360 | 75 | 32-33/100 |
| 2010 | 40 000 | 400 | 77 | 30/100 |
| 2015 | 40 000 | 450 | 76-77 | poniżej 30/100 |
| 2018 | 44 000 | 460 | 77-78 | 27-28/100 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów wewnętrznych Renault Trucks Polska.

Przykładowo w 1960 roku 35-tonowy zestaw napędzany przez 150-konny silnik uzyskiwał średnią prędkość rzędu 40 km/h i wykazywał się średnim zużyciem paliwa na poziomie 60 l/100 km. W 1980 roku nadal zestaw 35-tonowy był już napędza-

ny silnikiem 220-konnym, cechując się średnim zużyciem paliwa na poziomie około 40 l/100 km i średnią prędkością 60 km/h. 15 lat później – w 1995 roku – 40-tonowa kombinacja była napędzana przez 300-konny silnik, a jej wyznacznikami pozostały średnia prędkość nieco ponad 70 km/h oraz średnie zużycie paliwa na poziomie 34 l/100 km. 40-tonowy zestaw utrzymał się w eksploatacji także w następnych latach, lecz przy stale notowanych skróceniu czasu przejazdu, wskutek uzyskiwania wyższej średniej prędkości, i redukcji zużycia paliwa. Towarzyszyła temu instalacja coraz mocniejszych silników. Tym samym po 2000 roku kombinację z 360-konną jednostką napędową charakteryzowały średnia prędkość 75 km/h i średnie zużycie paliwa 32-33 l/100 km, w 2010 roku – przy 400-konnym silniku – odpowiednio średnia prędkość 77 km/h i średnie zużycie paliwa 30 l/100 km, z kolei w 2015 roku – przy silniku 450-konnym – średnia prędkość nadal 76-77 km/h, lecz średnie zużycie paliwa poniżej 30 l/100 km. Natomiast w 2018 roku zestaw drogowy o dopuszczalnej masie całkowitej 44 000 kg miał 460-konny silnik oraz uzyskiwał średnią prędkość nadal 77-78 km/h, ale średnie zużycie paliwa wynosiło około 27-28 l/100 km. Tym samym na przestrzeni bez mała sześciu dekad – licząc dla okresu 1960-2018 – doszło do niesamowitej wręcz poprawy efektywności czasowej, energetycznej i zasobowej wykonywanych operacji. Czas uległ skróceniu prawie o połowę, a zdolności przewozowe, licząc dla tego samego okresu, wzrosły o 40-50%, przy spadku zużycia paliwa w ujęciu bezwzględny o przeszło 50%, a względnym – licząc daną pracę przewozową o zadanej konkretnej wartości wykonaną w zadanym konkretnym czasie – o prawie 70-80%. Powyższe oznacza poważny bezwzględny i względny – jeśli weźmie się pod uwagę czynnik inflacyjny i wykonaną pracę przewozową – spadek kosztu przemieszczania oraz pokąźny bezwzględny i względny spadek zapotrzebowania na paliwo. A spadek zapotrzebowania na paliwo oznacza analogiczną redukcję emisji CO₂, czyli odgrywa ważną rolę prośrodowiskową.

Co więcej, te pozytywne tendencje będą kontynuowane. Przykładowo coraz większe obostrzenia związane z normą czystości spalin Euro 6 oznaczają m.in. rozszerzone warunki testów. Testy drogowe są prowadzone od 2014 roku, a wymogi dla aut osobowych obowiązują od 2017 roku. Identyczne przepisy dla samochodów ciężarowych weszły w życie w 2020 roku. Kwestia dotyczy m.in. temperatury, wysokości, rozszerzonych zakresów pracy silnika i innych składowych. Do tego dochodzi wymóg zachowania zgodności z tymi parametrami przez okres 7 lat lub 700 000 km przebiegu, a do testów drogowych przewidziano losowo wybierane pojazdy z flot klientów.

Renault Trucks dowodzi również, że dalsza optymalizacja budowy samych samochodów ciężarowych oraz połączonych z nimi naczep, przyczep i zabudów, w powiązaniu z optymalizacją po stronie organizacji ruchu drogowego i przebiegu każdego zadania przewozowego, pozwala na dalszy wzrost efektywności realizowanych operacji w układach głównie kosztowym i ekologicznym, przy pozostawieniu silnika wysokoprężnego jako podstawowego źródła napędu. Wysoko wydajne energetycznie i niskoemisyjne typy – dalekobieźny OPTIFUEL LAB 3 i dystrybucyjny

URBAN LAB 2 – pozwalają bowiem na idealne połączenie ekonomii paliwowej i wydajności CO₂. Zapewniają mianowicie aż 13-procentową redukcję zużycia paliwa i analogiczną obniżkę emisji CO₂.

Niemniej, w związku z tym, iż transport na krótkie odległości w miastach wykazuje obecnie (stan na rok 2022) największą podatność na gazyfikację i elektryfikację, francuski koncern dysponuje odpowiednią ofertą. Dowodzi ona niezbędnej elastyczności przystosowawczej do ewaluujących wymagań odbiorców, przez co pozwala lepiej zaspokoić ich odmienne potrzeby i co do klasy tonażowej taboru, i co do rodzaju paliwa zastosowanego do jego napędu.

Renault Trucks²⁷ już od 2004 roku opracowuje i sprzedaje wersje dystrybucyjne zasilane sprężonym gazem ziemnym. W 2021 roku w swojej ofercie ma model D Wide CNG, który może być zasilany zarówno gazem ziemnym, jak i biogazem (biometanem). Został wyposażony w 6-cylindrowy, gazowy silnik Cummins NGT9 spełniający normę emisji spalin Euro 6, o zapłonie iskrowym, pojemności skokowej 9 l i mocy maksymalnej 239 kW/320 KM. Zapewniając dynamikę i komfort jazdy porównywalne z odpowiednikiem zasilanym olejem napędowym, jednostka ta rozwija większy moment obrotowy – 1356 Nm od 1300 do 1400 obr./min i jest bardziej cichobieżna. Do przeniesienia napędu służy w pełni automatyczna, 6-biegowa skrzynia przekładniowa Allison serii 3200 piątej generacji z systemem FuelSense® MAX, dostosowana do specyfiki transportu komunalnego. Podobnie jak w przypadku wersji wysokoprężnej, skrzynia ta ma funkcję automatycznego przechodzenia z położenia neutralnego w tryb jazdy i na odwrót. Dzięki temu kierowca może przykładowo aktywować układ wywrotu bez konieczności manualnego przełączania skrzyni biegów w położenie neutralne. W zależności od potrzeb samochód może być wyposażony w jeden z dwóch zestawów zbiorników gazu sprężonego pod ciśnieniem 200 barów: 6 butli o łącznej pojemności 600 l (90 kg) lub 8 butli o łącznej pojemności 800 l (120 kg = 160 m³). Stalowe butle wytrzymują ciśnienie 500 barów – 2,5-krotnie większe od ciśnienia nominalnego, a ich trwałość użytkowa przekracza 20 lat. W zależności od liczby zamontowanych butli zasięg roboczy w warunkach miejskich dochodzi do 400 km. Ponadto, w celu dopasowania do standardów stosowanych przez europejskich dostawców gazu, D Wide CNG otrzymuje przyłączy tankowania typu NGV1 lub NGV2. Pojazd występuje jako podwozie o rozstawach osi od 3500 do 4750 mm, w dwóch wykonaniach: 2-osiowym 4×2 o dopuszczalnej masie całkowitej 19 000 kg oraz 3-osiowym 6×2 o dopuszczalnej masie całkowitej 26 000 kg.

Generalnie, jak podkreśla Renault Trucks, jednostka najnowszej generacji zasilana CNG w porównaniu ze standardowym odpowiednikiem wysokoprężnym, spełniającym normę czystości spalin Euro 6, cechuje się szeregiem zalet proekologicznych. Należą do nich niższa emisja: o 95% tlenku węgla (CO), o 93% cząstek stałych, o 30% tlenków azotu NO_x oraz – w przypadku użycia biometanu – do 70% CO₂.

²⁷ Renault Trucks – opis modeli gazowych i elektrycznych – materiały promocyjne, 2004-2021.

D Wide CNG są produkowane w Blainville-sur-Orne, w departamencie Calvados, we Francji. Obsługę serwisową zapewnia europejska sieć serwisowa Renault Trucks.

Przy tym, zwracając uwagę na znaczenie elektryfikacji, na przełomie 2020 i 2021 roku²⁸ firma poszerzyła swoją paletę w pełni elektrycznych modeli. Wdrożono je, aby pomóc klientom przyspieszyć przejście na czystą energię. Dostępny jest szerszy wybór akumulatorów do odmian klas tonażowych średniej i ciężkiej: D i D Wide Z.E. mogą teraz (stan na rok 2022) otrzymać akumulatory o pojemności 66 kWh.

Pojazdy z serii Z.E. są w pełni elektryczne i wobec tego bezgłośnie, a dzięki brakowi emisji przyczyniają się do zachowania jakości powietrza w mieście. W rezultacie umożliwiają dostęp do obszarów śródmiejskich, nawet tych, na których obowiązują surowe ograniczenia ruchu. Aby pomóc firmom transportowym przejść na samochody w pełni elektryczne, koncern oferuje takie wydania w zakresie od 3100 do 26 000 kg dopuszczalnej masy całkowitej i o zasięgu do 400 km. Ponadto D i D Wide Z.E. wyposażono w akumulatory o pojemności 66 kWh. Ponieważ te akumulatory to jedne z najdroższych przedmiotów w modelu elektrycznym, koncern zamiast systematycznie uwzględniać maksymalny zasięg operacyjny, woli proponować klientom zakres, którego faktycznie potrzebują. To rozwiązanie jest dopasowane do rzeczywistych wymagań użytkowników, pozwalając im zachować ładowność i zapewnić konkurencyjność ich biznesów. Dlatego D i D Wide Z.E. stały się dostępne w różnych zakresach roboczych. Wcześniej miały baterie o pojemności ograniczonej do 50 kWh, podczas gdy potem wprowadzono akumulatory litowo-jonowe o pojemności 66 kWh. Klienci mogą wybierać spośród pięciu różnych konfiguracji, dla D Wide Z.E. aż do maksymalnie sześciu akumulatorów o pojemności 66 kWh, co przekłada się na zasięg do 400 km.

Poza tym Renault Trucks szuka innych sposobów pozyskania energii na pokładzie wariantu w pełni elektrycznego. Jednym z nich jest montaż paneli słonecznych na dachu zabudowy takiego auta. W 2021 roku szwajcarski przewoźnik mocno zaangażowany w zrównoważony transport – Rhyner Logistik – nabył 3-osiowy, 26-tonowy typ D Wide Z.E.²⁹ Podmiot zakupił go, by zaopatrywać sieć supermarketów Denner w Zurychu i na jego przedmieściach. W ramach proekologicznego podejścia na nadwoziu tego elektrycznego pojazdu operator zamontował także panele słoneczne, aby zapewnić niezależne źródło zasilania – ekologiczną energię dla agregatu chłodniczego. Chce bowiem dalej wykonywać swoje prace z jeszcze większym poszanowaniem dla środowiska i jakości życia lokalnych mieszkańców. System ten okazuje się szczególnie odpowiedni do transportu w kontrolowanej temperaturze, gdyż to właśnie wtedy, gdy temperatura na zewnątrz jest wysoka – a zatem słońce mocno

²⁸ <https://www.renault-trucks.com/en/newsroom/press-releases/renault-trucks-broadens-its-all-electric-range>

²⁹ <https://www.renault-trucks.com/en/newsroom/press-releases/electric-mobility-renault-trucks-d-wide-ze-fitted-solar-panels>

operuje – chłodzenie bywa najbardziej potrzebne. Rhyner Logistik nabył też stację szybkiego ładowania, gdyż wyraża przekonanie, że mobilność elektryczna stanowi najskuteczniejszy sposób osiągnięcia neutralności węglowej. Dla zoptymalizowania autonomii, samochód jest ładowany w bazie podczas operacji załadunku. W związku z tym, że jeździ on w środowisku miejskim, wymagającym częstego hamowania, odzysk energii prowadzi jeszcze do oszczędności w zużyciu paliwa od 20 do 30%, co przekłada się na dodatkowe kilometry zasięgu. Jest to podejście globalne, pozwalające osiągnąć optymalny wynik. W pełni elektryczny D Wide Z.E. dołączył do floty 100 samochodów ciężarowych Rhyner Logistik.

Renault Trucks podkreśla także, że zmiany zachodzące w miejskim transporcie towarowym, czy to w zakresie przepisów dotyczących emisji, ograniczonego dostępu, czy też rozpowszechnienia środków mobilności (rowery towarowe, rowery, skutery itp.) współdzielących przestrzeń publiczną, w istotny sposób wpływają na tzw. miejską mobilność towarową. Do tego kryzys środowiskowy w połączeniu z rozwojem handlu elektronicznego i wdrożeniem w dużych francuskich miastach stref niskiej emisji oznacza, że rośnie coraz pilniejsza potrzeba przyspieszenia dekarbonizacji transportu. Jednocześnie, ze względu na swoją dotychczasową znaczną popularność, pojazdy o tonażu powyżej 3500 kg pozostaną w centrum zainteresowania dystrybucji miejskiej, chociaż jeden 12-tonowy samochód ciężarowy ma zdolności przewozowe trzech lekkich aut dostawczych. W dodatku sam wizerunek samochodu ciężarowego się zmienia – coraz częściej bowiem zaczyna on być postrzegany jako niezbędne narzędzie do zaspokajania istotnych potrzeb, a nie jako obiekt odpowiedzialny za hałas, emisje i zanieczyszczenie.

Dlatego Renault Trucks wraz z GEODIS tworzy partnerstwo³⁰, łącząc swoją wiedzę przemysłową, logistyczną i inżynierską, aby zaprojektować elektryczny samochód ciężarowy klasy tonażowej ciężkiej, dedykowany logistyce miejskiej/ w miastach, gdyż w maksymalnie zoptymalizowany sposób spełniający wymagania szczególnie transportu towarowego w centrum miast. Ten przyszły samochód ma „płynnie wkomponowywać się – wtapiać się” w krajobraz miejski, m.in. wśród innych użytkowników obszarów ruchu, a nawet stref dla pieszych. Zostanie też zaprojektowany z myślą o komforcie i bezpieczeństwie pracy kierowcy oraz o bezpieczeństwie mieszkańców miast.

Renault już od lat pracuje nad zmniejszeniem śladu środowiskowego w logistyce w miastach. GEODIS, którego ambicją jest redukcja do 2030 roku emisji CO₂ o 30%, do 2023 roku zobowiązał się zaś do zapewnienia bezemisyjnych dostaw do 37 miast we Francji. Dzięki tej nowej współpracy producent/konstruktor i jego partner logistyczny idą zatem o krok dalej i łączą swoje *know-how*, aby opracować zupełnie nowy 16-tonowy elektryczny miejski samochód ciężarowy, o kosztach porównywalnych (TCO) jak odpowiedniki z silnikiem Diesla, co stanowi warunek

³⁰ <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/renault-trucks-et-geodis-sassocient-pour-developper-un-nouveau-camion>

wstępny powszechnego przyjęcia alternatywnych jednostek napędowych. Dzięki wspólnym pracom prowadzonym od etapu projektowania pojazd ten (nazwa projektu: Oxygen) umożliwi integrację wszystkich wymagań i funkcji dostawy w centrum miasta: eliminację uciążliwości, takich jak zanieczyszczenie i hałas, oraz poprawę bezpieczeństwa czynnego i biernego w celu lepszego zarządzania współtłnieniem ze wszystkimi użytkownikami dróg, czyli pieszymi i osobami korzystającymi z tzw. miękkich środków transportu. We wczesnych fazach prac zidentyfikowano następujące obszary zainteresowań:

- Poprawa bezpieczeństwa kierowcy i pieszych dzięki obniżonej kabinie zapewniającej kierowcy doskonałą bezpośrednią widoczność dla optymalnej ochrony użytkowników dróg; duża przednia szyba i wiele kamer zamiast lusterek wstecznych, oferujących widok dookreżny – 360°; przesuwne drzwi boczne po stronie pasażera ograniczające kąt otwarcia tych drzwi.
- Większy komfort dla kierowcy, który będzie mógł wysiąść z auta po obu stronach – z lewej lub prawej. Wsiadanie i wysiadanie stanie się też łatwiejsze dzięki znacznie niższej wysokości dostępu niż w standardowym samochodzie dostawczym.
- Optymalna ergonomia i łatwiejszy dostęp do przestrzeni ładunkowej. Aby to osiągnąć, rozważane jest trójstronne partnerstwo z producentem zabudów w celu poprawy operacji załadunku/rozładunku w środowisku miejskim.
- Zintegrowane narzędzia umożliwiające kierowcom optymalizację realizacji operacji dostaw w połączeniu z pokonywanymi trasami – usługi *online* umożliwiające kierowcom optymalizację operacji dostawczych i tras.

Aby zapewnić, że pojazd ten idealnie wkomponuje się w miejski krajobraz i z myślą o zwiększeniu zarówno komfortu, jak i poprawy samopoczucia kierowcy, projektanci Renault Trucks całkowicie przeprojektowali zarówno zewnętrzne linie, jak i wnętrze kabiny, nadając im płynne kształty. Dostawę prototypu zaplanowano na koniec 2022 roku. Będzie on produkowany w zakładzie Renault Trucks w Blainville-sur-Orne we Francji, pierwszym europejskim zakładzie, od 2020 roku seryjnie wytwarzającym elektryczne ciężarówki. Począwszy od 2023 roku, ciężarówka ta będzie także testowana w Paryżu pod kątem wykonywania w nim dostaw miejskich. Po tych próbach w warunkach rzeczywistych nastąpi faza adaptacji pojazdu, obejmująca informacje zwrotne od kierowców dotyczące komfortu użytkowania, praktyczności, ładowania itp., a następnie badanie w celu optymalizacji całkowitego kosztu posiadania.

Poza tym w marcu 2022 roku³¹ koncern ujawnił swoje nowe plany w sferze mobilności elektrycznej, przedstawiając ofertę przemianowaną na E-Tech i ukierunkowaną na pełne wsparcie dla swoich klientów w tym obszarze. Od kilku lat podmiot proponuje mianowicie coraz szerszą gamę wariantów elektrycznych, a wielkość sprzedaży odzwierciedla ten szybki postęp: w 2021 roku dostarczył 249 takich po-

³¹ <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/des-poids-lourds-electriques-renault-trucks-t-et-c-dans-la-gamme-e-tech>

jazdów, a zamówiono ich aż 613. Dlatego firma intensyfikuje swoje działania, co wynika z przyjęcia w tej sferze strategii ukierunkowanej na dalszy wzrost i rozwój. W 2030 roku producent planuje bowiem, że na wersje elektryczne przypadnie 50% wielkości jego sprzedaży, z kolei w 2040 roku 100% dostarczanych przez niego samochodów będzie neutralnych pod względem emisji dwutlenku węgla. Aby wesprzeć te ambicje, wkracza więc w nową erę i wdraża ofertę ukierunkowaną na pełne wsparcie przewoźników w ich przejściu na neutralność pod względem emisji dwutlenku węgla. Ta nowa oferta elektryczna o nazwie E-Tech zastępuje obecną ofertę modeli elektrycznych Z.E. i pozostaje skupiona na wsparciu klientów w tzw. pełnym wymiarze – o 360°.

Realizując tę strategię, Renault Trucks rozszerza także swoją w 100% elektryczną gamę i ogłasza do 2023 roku wprowadzenie na rynek dwóch nowych modeli zdolnych tworzyć zestawy o masie całkowitej do 44 000 kg: będą to T E-Tech przeznaczony do transportu regionalnego oraz C E-Tech dedykowany dla sektora budowlanego. Te nowe modele z ciężkiej gamy będą wyposażone w dwa lub trzy silniki elektryczne, które osiągną łączną moc do 490 kW (odpowiednik 666 KM). Będą też zaopatrzone w skrzynię biegów Optidriver oraz dostaną od 2 do 6 akumulatorów litowo-jonowych o pojemności od 180 do 540 kWh. Akumulatory te da się w pełni naładować w ciągu 9,5 godziny prądem zmiennym (AC) do 43 kW lub w ciągu 2,5 godziny prądem stałym (DC) do 250 kW. W efekcie auta te będą w stanie przejechać do 300 km na jednym ładowaniu i do 500 km przy trwającym godzinę szybkim ładowaniu pośrednim (250 kW). Jednak rzeczywisty zasięg może zależeć od wielu czynników, takich jak prędkość jazdy, korzystanie z tempomatu, specyfikacja i obciążenie danego pojazdu, rzeczywista topografia, doświadczenie kierowcy, wsparcie serwisowe i warunki pogodowe. Poza tym, aby łatwo dostosować T i C E-Tech do każdego rodzaju nadwozia, a tym samym do każdego zastosowania – rodzaju użytkowania, można je wyposażyć w 3 typy przystawek odbioru mocy (WOM): elektryczną, elektromechaniczną lub na skrzyni biegów. Do tego będą one dostępne w wersjach ciągników 4×2 i 6×2 oraz podwozi 4×2, 6×2 i 8×4 tridem.

Sprzedaż T i C E-Tech rozpocznie się w pierwszym kwartale 2023 roku. Będą one produkowane w fabryce Renault Trucks w Bourg-en-Bresse.

2.3. DAF – spojrzenie na teraźniejszość i w przyszłość³²

Odnosząc się do kwestii ekologizacji przewozów towarowych, specjaliści z DAF-a zwracają uwagę na kilka ciekawych tematów i faktów.

Po pierwsze na przestrzeni 12 lat – licząc dla okresu 2005-2017 – koncern uzyskał w swoich pojazdach największy w historii spadek zużycia paliwa w ujęciu nominalnym – bezwzględny: w 2005 roku przy normie Euro 4 standardowy 40-tono-

³² Jeśli nie wskazano inaczej, tekst oparto na materiałach wewnętrznych DAF Trucks.

wy zestaw naczepowy w ruchu dalekobieżnym notował średnie zużycie na poziomie 34 l/100 km. W 2008 roku, wraz z wejściem w życie normy Euro 5, wartość ta spadła do 33,5 l/100 km i taki umiarkowany liniowy spadek utrzymał się do 2011 roku, gdy notowano zużycie na poziomie 33 l/100 km. Od 2011 roku, wraz z wdrożeniem filozofii DAF Euro 5 Ate, zużycie obniżyło się szybko i dość znacznie, do poniżej 32 l/100 km. Potem – w latach 2012-2014 – ponownie wystąpiło pewne wyhamowanie tego procesu, gdyż wraz z wejściem w życie normy Euro 6 średnia wartość zużycia oscylowała na poziomie około 31,5 l/100 km. Od 2014 do 2015 roku ponownie zaszło jednak skokowe zejście „w dół”, do poziomu 30 l/100 km w roku 2015, a od 2016 do roku 2017, wraz z rynkowym debiutem samochodów następnej generacji, wystąpił jeszcze silniejszy spadek zużycia, ze wspomnianych 30 do zaledwie 28 l/100 km. W rezultacie, w ciągu tych 12 lat, średnie zużycie paliwa udało się zredukować aż o około 18% – z 34 do 28 l/100 km, i to pomimo wejścia w życie trzech kolejnych norm czystości spalin – Euro 4, Euro 5 i Euro 6 (tab. 3).

Po drugie, DAF dość wybiórczo podchodzi do zagadnienia stosowania na większą skalę paliw alternatywnych. Przykładowo, w odróżnieniu choćby od IVECO i Scanii, w ogóle nie stawia na gaz w jakiegokolwiek postaci – sprężonej CNG albo skroplonej LNG. Przygotował natomiast swoje jednostki napędowe do zasilania HVO, czyli hydratyzowanym olejem roślinnym. Paliwa te – jako olej roślinny i tłuszcz z odpadów czy węglowodory pochodzenia bio – stały się dozwolone w LF, CF i XF, a ich zawartość może być pełna – dochodzić do 100%. Kluczowe pozostają też inne zalety, takie jak: brak konieczności modyfikacji jednostek napędowych, brak negatywnego wpływu na interwały, brak konkurencji takich paliw dla produkcji żywności oraz możliwość redukcji emisji CO₂ aż o 80%. Tym samym o taką wartość maleje emisja tzw. śladu węglowego.

Tabela 3. Spadek zużycia paliwa w latach 2005-2017 przez ciągniki DAF XF eksploatowane w ramach 40-tonowych zestawów

| Rok/lata | Norma czystości spalin | Zużycie paliwa przez standardowy zestaw 40-tonowy |
|-----------|------------------------|---|
| 2005 | Euro 4 | 34 l/100 km |
| 2008 | Euro 5 | 33,5 l/100 km |
| 2011 | Euro 5 | poniżej 32 l/100 km |
| 2014-2015 | Euro 6 | 31,5-30 l/100 km |
| 2016-2017 | Euro 6 | 28 l/100 km |

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów wewnętrznych DAF Trucks Polska.

I po trzecie, w ciągu półtorej dekady zdecydowanie udało się podnieść dostępność – tzn. niezawodność i interwały obsługowe. W rozpatrywanym okresie indeks niezawodności, oznaczający średnią liczbę napraw na pojazd, zmalał z 1 do około 0,25, czyli o przeszło 70%. Jednocześnie stale rosły interwały obsługowe. Od 2002

do 2006 roku równały się one przeciętnie 120 000 km. Od 2007 roku – momentu wejścia odmian Euro 4 – do 2016 roku, czyli wraz komercjalizacją najpierw wersji Euro 5, potem Euro 6, ta wartość utrzymywała się na poziomie 150 000 km, zaś po 2016 roku, wraz z debiutem nowych CF i XF, wzrosła aż do 200 000 km. Co podkreśla DAF, w tej sferze najważniejsi rywale dalej pozostali na poziomie 150 000 km.

Osobne rozważania dotyczą przyszłych technologii i – w takim kontekście – elektryfikacji, w tym hybrydyzacji. W tym zakresie już na samym początku zwraca się uwagę na wiele powiązanych ze sobą elementów o fundamentalnym znaczeniu. Wdrażanie alternatywnych zespołów napędowych, analogicznie jak samych paliw alternatywnych, wymaga przede wszystkim niezwykle indywidualnego podejścia. Tę indywidualizację trzeba rozpatrywać na kilku połączonych płaszczyznach. Punkt wyjścia stanowi tu stwierdzenie, iż każdy klient/użytkownik jest inny – tzn. ma swoją własną strategię działania dzisiaj i w przyszłości, w tym co do samego podejścia do paliw alternatywnych czy/i alternatywnych zespołów napędowych, określoną taką a nie inną lokalizację, takie a nie inne (składowe miękkie i twarde) zasoby ludzkie i rzeczowe, w tym tabor określonego rodzaju i w określonej ilości, przekładający się na realną możliwość wykonywania takich a nie innych przewozów, określone relacje – w tym podpisane umowy – z takimi a nie innymi partnerami biznesowymi (dostawcami i odbiorcami) w określonych lokalizacjach oraz wykonuje na ich rzecz takie a nie inne zadania przewozowe co do rodzaju (typ ładunku i jego masa), środowiska i specyfiki samego przemieszczania (lokalizacja punktów nadania i odbioru, topografia pokonywanych tras, w tym konieczność jazdy w warunkach górzystych i górskich z ładunkiem o określonej masie i w zadanym czasie, częstotliwość i pora – dzień/noc – dokonywanych operacji, częstotliwość operacji start-stop, częstotliwość załadunku i rozładunku, panujące warunki klimatyczne itp.). Do tego dochodzą takie problemy, jak:

- ewentualna dostępność paliw alternatywnych (gaz, energia elektryczna) w określonych lokalizacjach, na określonych warunkach technicznych (przykładowo szybkość tankowania/ładowania) i po określonej cenie,
- możliwość uzyskania dopłat do zakupu bardziej ekologicznego taboru,
- możliwość uzyskania różnorakich ulg z tytułu eksploatacji bardziej proekologicznego taboru (niższe podatki czy/i opłaty za przejazd określonymi rodzajami dróg),
- w przypadku wariantów elektrycznych – przyszła dostępność akumulatorów o określonych parametrach na danych warunkach ekonomicznych oraz wyzwania związane z ostateczną utylizacją akumulatorów po zakończeniu ich rynkowego życia,
- dopuszczenie do ruchu w tzw. strefach ograniczonej emisji hałasu i spalin, jak centra miast,
- dodatkowe wymagania stawiane przez zleceniodawców usług przewozowych i ich zdolność do pokrycia ewentualnie wyższych kosztów z tym związanych. Wymogi te mogą dotyczyć przykładowo realizacji dostaw w ramach tzw. zielonej logistyki.

Na tej podstawie należy więc stwierdzić, że wdrażanie alternatywnych zespołów napędowych wymaga bardzo elastycznego i wybitnie zindywidualizowanego podejścia. Rozwiązania zaproponowane jednemu odbiorcy mogą kompletnie nie pasować drugiemu, mimo że działają oni w zbliżonym środowisku. Niemniej dopłaty, dostępność określonych paliw na określonych wyspecyfikowanych warunkach, ograniczenia prawne i w ruchu oraz inne zaznaczone składowe mogą powodować, że coś, co sprawdza się w jednym przypadku, w innym może się okazać kompletnie nietrafione. Zwraca się wręcz uwagę na odmienności wynikające nawet nie z rodzaju przewozów i miast, ale dzielnic i klientów. Przykładowo inne mogą być wymogi w stosunku do kompletacji 3-osiowej śmieciarki obsługującej klientów instytucjonalnych, rzadko się zatrzymującej i przeważnie jeżdżącej po głównych drogach, a inne w stosunku do takiej śmieciarki odbierającej nieczystości z prywatnych posesji i w związku z tym często stojącej, doładowywanej stopniowo oraz zazwyczaj pokonującej wąskie osiedlowe uliczki. W odniesieniu do pierwszej wciąż wiele zalet może wykazać tradycyjny układ w pełni spalinowy, w odniesieniu do drugiej należy przemyśleć celowość wdrożenia zespołu hybrydowego lub w pełni elektrycznego.

Na tym proekologicznym tle DAF wykazuje jednak dość ciekawe zapatrywania w kwestii gazu. Jeszcze nieco ponad dwie dekady temu proponował on silniki gazowe – co więcej, jeden z nich pod koniec lat 90. trafił nawet do naszego miejskiego Jelcza M120. Niemniej potem Holendrzy całkiem zarzucili temat gazu, przedstawiając następujące, ich zdaniem ważkie w tej dyskusji i rozważaniach, argumenty.

1. Gaz ziemny nadal jest kopaliną, owszem – powszechniej dostępną i tańszą niż ropa naftowa, przez co łatwiejszą do bezpośredniego użytkowego zsubsydiowania, oraz czystsza, ale wciąż jednak kopaliną. Tym samym jego zasoby pozostają ograniczone, chociaż nie tak jak zasoby ropy naftowej, a ze spalaniem nadal wiąże się emisja substancji szkodliwych, w tym CO₂, chociaż nie w takich ilościach, jak podczas spalania oleju napędowego – mniej powstaje m.in. sadzy. Ponadto silniki gazowe są cichsze niż wysokoprężne, co ma pewne znaczenie w dystrybucji i służbach komunalnych, w tym przede wszystkim przy nocnych i porannych dostawach albo przy odbiorze śmieci/odpadów.
2. Podaż biogazu, ze względu na naturalne ograniczenia, jest i pozostanie ograniczona co do miejsc dostępności i realnie dostępnej ilości. Do tego zupełnie nieopłacalny okazuje się transport nawet na średnie odległości. Generalnie biogaz jako paliwo do pojazdów użytkowych cechuje się silnym umiejscowieniem – ze względów kosztowych i dostępności powinien być tankowany *de facto* jedynie tam, gdzie jest produkowany/otrzymywany. W związku z tym nie może być traktowany jako poważna alternatywa w stosunku nawet nie do oleju napędowego, lecz gazu ziemnego w postaci skroplonej (LNG) bądź sprężonej (CNG) ewentualnie LPG. Tym samym można go co najwyżej uważać za paliwo uzupełniające – dodatkowe, a nie podstawowe, co więcej niezwykle niszowe, bo dostępne jedynie w ściśle określonych lokalizacjach, jak fermy,

hodowle czy oczyszczalnie ścieków albo wysypiska. Stanowi on mianowicie produkt fermentacji metanowej związków pochodzenia organicznego, takich jak np. ścieki, w tym ścieki cukrownicze, odpady komunalne, odchody zwierzęce, gnojowica, odpady przemysłu rolno-spożywczego, biomasa, a częściowo też ich rozpadu gnilnego.

3. Trzeba dokonać pewnych inwestycji w rozwój sieci dystrybucji oraz stacji tankowania gazu.
4. W dającej się przewidzieć perspektywie czasowej gaz nie zapewni takiego zasięgu jak olej napędowy. IVECO chwali się zasięgiem gazowych Stralisów NP dochodzącym – w sprzyjających warunkach – do 1500-1600 km. Przykładowo w październiku 2018 roku³³ zasilany skroplonym gazem ziemnym ciągnik siodłowy Stralis NP 460 KM 4×2 przejechał z Londynu do Madrytu bez tankowania, kończąc najprawdopodobniej najdłuższą jazdę drogową na jednym tankowaniu LNG, aby zademonstrować przydatność wersji zasilanych gazem ziemnym do krajowego i europejskiego transportu drogowego. Wyruszając z Londynu, ciągnął 3-osiową naczepę furgonową i pracował przy masie całkowitej zestawu 30 000 kg. Po krótkiej przeprawie promowej z Dover do Calais ukończył trasę o długości 1728 km bez konieczności tankowania, przekraczając oficjalny zasięg auta, równy 1600 km, aby ustalić tym samym nowy rekord odległości. Według IVECO oznacza to imponującą oszczędność kosztów paliwa LNG w wysokości około 200 GB na kurs lub 40% w porównaniu z olejem napędowym. Tymczasem jednak w takich warunkach 1500-litrowy zbiornik oleju na jednym tankowaniu może zapewniać zasięg do 6000 km. Do tego IVECO skrętnie omijało fakt, że masa całkowita zestawu w tej próbie nie przekraczała 30 000 kg, co sprzyjało uzyskiwaniu gazowych oszczędności. Niemniej, gdyby masa ładunku wzrosła o kolejne 5000-10 000 kg, ze względu na mniejszą gęstość energii w jednostce masy/objętości niż w przypadku oleju napędowego, zużycie gazu zapewne znacznie by wzrosło. Wydatnie spadłby zatem uzyskany zasięg, a koszty przewozu mogłyby przekroczyć koszty, jakie w analogicznych warunkach uzyskałby odpowiednik zasilany olejem napędowym.
5. Celowość ekonomiczna stosowania gazu silnie zależy od zachęt podatkowych, w tym obniżki akcyzy na samo paliwo i dotacji do zakupu gazowego taboru, oraz redukcji opłat za przejazdy po wybranych drogach, jak niemiecki Maut. Gdy takich zachęt i wsparcia brakuje, opłacalność stosowania gazu wyraźnie spada.
6. Modele gazowe mogą mieć wartość rezydualną znacznie niższą niż odpowiedniki z tradycyjną jednostką spalinową, co także trzeba uwzględnić w analizie TCO.
7. Osiągi czystych silników gazowych są niższe niż ich wysokoprężnych odpowiedników – gazowy IVECO Cursor 13 generuje maksymalnie 460 KM i 2000 Nm, podczas gdy wysokoprężny odpowiednio 570 KM i 2500 Nm.

Dlatego DAF stawia na:

³³ Materiały wewnętrzne IVECO na temat testu gazowego Stralisa NP460, 2018.

- paliwa na bazie olejów roślinnych jako bezpośrednie zamienniki oleju napędowego,
- systemy zelektryfikowane – hybrydowe i w pełni elektryczne.

Poza tym analizuje nowe technologie pozyskiwania proekologicznych paliw, jak e-paliwa.

W swoich rozważaniach, zgodnie z przyjętą strategią odpowiedzialności środowiskowej, w pierwszym rzędzie koncern bierze pod uwagę poniższe kluczowe czynniki i składowe:

- redukcja emisji CO₂ w ujęciach: zbiornik-koła oraz źródło energii-koła,
- jakość powietrza i szerszej jakości życia w miastach.

W sferze samych bliskich zamienników tradycyjnego oleju napędowego, powstałych na bazie olejów roślinnych, na pierwszym miejscu DAF wskazuje HVO (*Hydrogenated Vegetable Oil*) – hydratyzowany olej roślinny. To wysokiej jakości odnawialne paliwo do silników wysokoprężnych nie ma negatywnego wpływu na logistykę paliwową, silniki, układy oczyszczania spalin szkodliwych ani na emisję spalin oraz powstaje na biokomponentach – olejach roślinnych, tłuszczach z odpadków i węglowodorach bio. Można je bowiem otrzymywać z różnych źródeł, takich jak zużyty olej, olej rzepakowy, olej palmowy i tłuszcz zwierzęcy. Korzystanie z tych źródeł energii ma olbrzymi wpływ na łączną emisję gazów cieplarnianych. W optymalnych warunkach emisja CO₂ może być nawet o 90% niższa niż w przypadku standardowego oleju napędowego. Generalnie zatem jako zasadnicze zalety HVO wskazuje się:

- brak konieczności modyfikacji obecnych jednostek napędowych,
- brak negatywnego wpływu na częstotliwość obsługi – pozostają one na tym samym poziomie co dla tradycyjnego odpowiednika paliwowego – oleju napędowego,
- redukcję emisji CO₂ – liczoną od źródła do kół – na poziomie aż do 90%,
- brak konkurencji z produkcją spożywczą.

Obecnie (stan na rok 2022) HVO bez ograniczeń może być stosowany w nowych LF, CF i XF jako 100-procentowe paliwo (100% HVO).

Pewną alternatywę stanowi również biodiesel, znany jako ester metylowy kwasu tłuszczowego FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) lub estry etylowe kwasów tłuszczowych, tzw. FAEE (*Fatty Acid Ethylesters*). Stosowane są ponadto mieszanki paliwowe z olejem napędowym w celu otrzymania paliwa zapewniającego lepsze warunki pracy silnika: B100 – 100% FAME, B80 – 80% FAME i 20% ON oraz B20 – 20% FAME i 80% ON. Biodiesel da się wytwarzać na bazie wielu surowców, takich jak rzepak, inne rośliny i zużyty olej jadalny. Wykazuje też tę zaletę, że jest płynny i dostępny w relatywnie dużych ilościach. Przy tym proekologiczny biodiesel bywa zazwyczaj mieszany z innym paliwem w silniku wysokoprężnym lub używany w czystej, stuprocentowej postaci. Szacuje się, że w optymalnych warunkach jego użycia emisja CO₂ będzie nawet o 66% niższa niż w przypadku standardowego oleju napędowego. Dodatkowo biodiesel cechują o wiele lepsze własności smarne niż tra-

dycyjny olej napędowy oraz istotnie przedłuża on żywotność silnika, a przemawiają za nim kluczowe argumenty proekologiczne, takie jak:

- brak zanieczyszczeń powietrza związkami siarki,
- część wyemitowanego w trakcie spalania dwutlenku węgla jest wcześniej wchłaniana przez rośliny, a w przypadku ON pochodzi on z ropy naftowej; w związku z tym do atmosfery wprowadza się mniejsze ilości dodatkowego CO₂.

Jednak FAME powoduje emisję o około 20% więcej tlenków azotu (NO_x).

W zakresie elektryfikacji DAF rozpatruje model oparty na dwóch zasadniczych zmiennych – dopuszczalnej masie całkowitej pojazdu solo lub zestawu oraz udziale procentowym jazdy w mieście – w tzw. układzie odwróconym, czyli od 100% do 0%. Jednocześnie w analizie tej uwzględni trzy rodzaje źródeł napędu/systemów napędowych:

- BEV (*Battery Electric Vehicle*) – auta o zasilaniu bateryjnym – warianty z całkowicie elektrycznym układem napędowym;
- PHEV (*Plug-in Hybrid Engine/Vehicle*) – auta hybrydowe z możliwością doładowania (*plug-in*). Hybrydowy pojazd elektryczny typu *plug-in* – hybrydy typu *plug-in* można podłączyć do zewnętrznych źródeł energii, np. do stacji szybkiego ładowania. Zaopatruje się je w mniejsze akumulatory, bez uruchamiania silnika spalinowego, pozwalające na przejechanie odległości rzędu 10-20 km. W założeniu konstruktorów powyższe wystarczy bez zużycia paliwa bądź emitowania spalin do codziennych dostaw realizowanych w centrach miast, nocą czy w dzielnicach domów jednorodzinnych. Silnik spalinowy w tym założeniu uruchamia się tylko poza miastem, na dłuższych trasach;
- ICE (*Internal Combustion Engine*) – silnik o spalaniu wewnętrznym – tradycyjny silnik spalinowy.

Zgodnie z tym podejściem konkretne rozwiązania okazują się przynajmniej suboptymalne w konkretnych rodzajach pojazdów wykorzystywanych do konkretnych prac. Wersje bateryjne – w pełni elektryczne są to 2- i 3-osiowe solo oraz zestawy naczepowe, dziennie pokonujące niewielkie dystanse (do 100 km) i działające w promieniu kilku, maksymalnie kilkunastu kilometrów od bazy/stacji ładowania. Dopuszczalna masa całkowita 2-osiowego podwozia i ciągnika siodłowego równa jest 19 000 kg, 3-osiowego podwozia – 26 000 kg, zestawu naczepowego zaś bądź przyczepowego może dochodzić do 32 000-40 000 kg. W przypadku zestawów kwestia przeważnie dotyczy kombinacji złożonych z 2-osiowego ciągnika oraz 1- bądź 2-osiowej naczepy dystrybucyjnej, nierzadko z jedną osią skrętną, dla poprawy manewrowości. Generalnie pojazdy te operują głównie w miastach i ich najbliższych okolicach – stąd odsetek jazdy w mieście zawiera się w przedziale od 100 do niespełna 50%. Zagadnienie odnosi się zatem przede wszystkim do sprzętu wykorzystywanego w dystrybucji w miastach, w tym w tzw. ciężkiej miejskiej dystrybucji, oraz w służbach komunalnych, w tym jako baza pod śmieciarki lub wydania do selektywnej zbiórki odpadów. Inne możliwe zabudowy to przykładowo podnośniki, wywrotki dwu- i trójstronne oraz hybrydowe czy w pełni elektryczne betonmieszarki. Tym samym, jako użytkownicy, dojdą służ-

by drogowe i budownictwo do obsługi projektów prowadzonych w miastach, w tym w ich centrach albo w dzielnicach domów jednorodzinnych.

Wykonania spalinowo-elektryczne – hybrydy PHEV mogą dotyczyć zarówno taboru lżejszego, jak i wielotonowego, np. ponad 40-tonowych zestawów. Fakt zastosowania silnika spalinowego uzupełnionego przez silnik elektryczny wraz z modułem baterii o różnych pojemności i masie, zwiększających zasięg w trybie w pełni elektrycznym, ale równocześnie redukujących ładowność, wpływa na ich następujące kluczowe zalety eksploatacyjne:

- możliwość pokonania w trybie w pełni elektrycznym – tzn. cichym i bezemisyjnym – co najmniej kilku, kilkunastu kilometrów, co w zupełności wystarcza do dokonania dostaw w tzw. miejscach wrażliwych, jak centra miast czy miasta w ogóle, oraz realizacji zadań w porach wieczorowych, nocnych i porannych; mogą to być zadania związane zarówno z klasycznym zaopatrzeniem, jak i wywozem odpadów, co będzie jednak wymagało wprowadzenia w pełni elektrycznych śmieciarek charakteryzujących się cichą pracą,
- możliwość uzyskania znacznego zasięgu na jednym tankowaniu oleju napędowego, rzędu 500-1000 km,
- relatywnie niewielki spadek ładowności, możliwy do zaakceptowania, jeśli z jednej strony uwzględni się masę własną czystej wersji elektrycznej, z drugiej – tradycyjnego spalinowego odpowiednika.

W rezultacie hybrydy PHEV cechują się znaczną elastycznością, łącząc pewne zalety czystych hybryd, jak czasowe cichobieżność i bezemisyjność, z dość dużym zasięgiem i znaczną ładownością, co jest charakterystyczne dla odmian klasycznych. W związku z tym PHEV mogą służyć w przewozach krajowych między centrami logistycznymi czy do wykonania dostaw do centrów logistycznych, przykładowo sortowni paczek, albo dużych sklepów i galerii usytuowanych w miastach i ich okolicach. Pojazdy HEV lub hybrydowe pojazdy elektryczne obrazują więc połączenie najlepszych cech obu rozwiązań: w pełni elektryczny napęd w obszarach miejskich i technologię niskoemisyjnych silników wysokoprężnych w innych lokalizacjach. DAF testuje tę niezwykle obiecującą technologię, do której najważniejszych zalet należy możliwość dostosowania jej do niemal każdej sytuacji.

Inne ciekawe hybrydy to hybrydy klasy *mild-hybrid* (lekka hybryda). W zaproponowanym tu systemie w momentach znacznego zapotrzebowania na siłę napędową elektryczny zespół napędowy pełni funkcję wspomagającą dla klasycznego zespołu wysokoprężnego o bardzo dużej mocy. Pozwala zatem na uzyskanie bardzo wysokich maksymalnych – szczytowych mocy i momentów obrotowych, przy zachowaniu ceny oraz rozmiarów i masy układu na akceptowalnym – rozsądnym poziomie. Kwestia odnosi się do megawielotonowych – nawet 80-, 100-tonowych – zestawów wykorzystywanych w wywozie drewna z lasu, przewozach ponadgabarytowych czy w obsłudze kopalń odkrywkowych surowców skalnych. Takie pokaźnie zwiększone zapotrzebowanie na siłę napędową pojawia się w nich w trakcie ruszania, podjazdu na wzniesienia, w tym szczególnie strome i długie, oraz przyspieszania. Dotychczasowa praktyka wy-

kazała, że rozwiązanie to przynosi wymierne korzyści ekonomiczne i eksploatacyjne w postaci redukcji zużycia paliwa oraz skrócenia czasu i poprawy komfortu jazdy. Do tego dochodzi zmniejszone zużycie elementów układu hamulcowego, gdyż w czasie hamowania silnik elektryczny może wspomagać układ hamulcowy. Możliwe staje się więc też szersze wprowadzenie hybryd w budownictwie.

Ponadto do osobnych kwestii należy przejście na realizację operacji wieczorem, nocą i wcześniej rano. Ponieważ napęd elektryczny pozostaje cichy i zero-emisyjny, dostawy czy odbiór śmieci mogą się zacząć odbywać w tych porach, co dotychczas w większości sytuacji było zwyczajnie niemożliwe. Takie przesunięcie oznacza zaś:

- poruszanie się po mniej zatłoczonych ulicach, z mniejszą liczbą operacji start-stop, co mimo wszystko może się przekładać na zwiększenie zasięgu pojazdów,
- ograniczenie powstawania korków z tytułu poruszania się przez samochody ciężarowe w godzinach szczytu.

Poza samym zmniejszeniem liczby pojazdów istotną rolę odgrywa tu wyeliminowanie dwóch kluczowych czynników korkotwórczych, związanych z wersjami dystrybucyjnymi i komunalnymi, tj.:

- zabierania śmieci na wąskich ulicach jednokierunkowych czy jednopasmowych, co często automatycznie oznacza powstawanie na nich korka,
- wykonywania operacji manewrowych przy dojeździe do punktu docelowego (sklep, restauracja, miejsce odbioru śmieci) i opuszczaniu go, co często utrudnia lub wręcz na chwilę wstrzymuje ruch innych pojazdów.

Do tego dochodzą:

- wyższa średnia prędkość i bardziej płynna jazda, bez częstych hamowań, zatrzymań i przyspieszeń,
- krótszy czas przejazdu – dojazdu do punktu docelowego,
- mniejsze obciążenie – stres i zmęczenie – kierowcy,
- łatwość dojazdu do sklepu czy restauracji oraz łatwość znalezienia miejsca parkingowego przy obsługiwanych obiektach, ale z wyłączeniem odbioru śmieci z bloków. W odniesieniu do tych ostatnich łatwiej da się dojechać za dnia, w godzinach pracy mieszkańców, gdyż wówczas pod budynkami parkuje mniej aut osobowych.

Natomiast warianty klasyczne – jedynie z silnikiem spalinowym – w najbliższych latach nadal będą przeznaczone do wykonania całego spektrum prac, od lekkiej miejskiej dystrybucji po obsługę ruchu dalekodystansowego, w tym ponadgabarytowego.

Oprócz tego holenderski koncern stawia na nowe, przyszłościowe i obiecujące technologie, jak energia do cieczy – tzw. e-paliwa. Jego filozofia³⁴ polega bowiem na tym, że chce zbadać pełny zestaw technologii na drodze dekarbonizacji transpor-

³⁴ <https://www.daf.co.uk/en-gb/trucks/alternative-fuels-and-drivelines/hydrogen>

tu drogowego, obok rozwiązań akumulatorowych, które w 2022 roku oferuje, oraz wydań hybrydowych, nad którymi pracuje.

W tym kontekście technologia wodorowa może stać się bardzo ciekawą opcją na przyszłość. Z pewnością wodór stanowi opcję w perspektywie średnio- i długoterminowej do napędzania samochodów ciężarowych. W rzeczywistości istnieją dwie różne możliwości. W obu przypadkach można osiągnąć 100% redukcji emisji CO₂, jeśli zastosuje się ekologiczny wodór – są to ogniwo paliwowe, wykorzystujące wodór do wytwarzania energii elektrycznej do zasilania silnika elektrycznego, lub wykorzystanie wodoru bezpośrednio jako paliwa do silnika spalinowego. Próby z technologią ogniw paliwowych DAF prowadzi wraz z Toyotą i Shellem oraz spółką macierzystą Paccar. W ramach tych prac w porcie w Los Angeles rozpoczęto szeroko zakrojone testy egzemplarzy zasilanych wodorem z zaawansowaną technologią ogniw paliwowych. Natomiast w drugim przypadku – stosowania wodoru jako paliwa do bezpośredniego zasilania silnika spalinowego (ICE) – taka propozycja jest sprawdzana w demonstracyjnym egzemplarzu nowego typu XF, nazwanym New XF H₂ Innovation Truck – H₂-ICE³⁵. Silnik może tu być zasilany wodorem o mniejszym stopniu czystości, ale pomijając kwestie i problemy techniczne dotyczące samego dopracowania tej konstrukcji, pojawiają się dwa kluczowe wyzwania: cena wodoru oraz zasięg na jednym tankowaniu wciąż limitowany do około 500 km.

Tym samym w dziedzinie paliw alternatywnych i alternatywnych układów napędowych od lat DAF realnie stawia głównie na elektryfikację. W 2006 roku³⁶ na wrześniowych targach IAA w Hanowerze przedstawił swój prototypowy pojazd hybrydowy, zbudowany w oparciu o pochodzący z lekkiej rodziny model LF. Auto to nie jest pierwszą hybrydą w historii firmy, gdyż nad tego rodzaju wyrobami pracowała ona już prawie cztery dekady temu. W latach 80. przygotowała koncepcję hybrydowego autobusu, w latach 90. zaś prototyp hybrydowego CF m.in. do zastosowań w dystrybucji miejskiej i służbach komunalnych. Przy swoich niewątpliwych zaletach, wynikających z napędu spalinowo-elektrycznego, ten ostatni samochód obciążony był jednak bardzo poważną wadą – znaczną masą własną. Wynikała ona z ogromnej, równej aż 3000 kg, masy akumulatorów, co w zasadniczy sposób negatywnie rzutowało na ładowność. Dzisiaj, dzięki rozwojowi technologii, masę akumulatorów udało się zredukować aż o 90%!

Ujawniony w 2006 roku hybrydowy LF pod względem konstrukcyjnym bazował na wersji 7,5-tonowej. Zastosowano w nim 4,5-litrowy silnik diesla, spełniający normę Euro 4, osiągający maksymalnie 136 kW/185 KM i połączony ze zautomatyzowaną, 6-biegową skrzynią Eaton z systemem Autoshift. Z tym, że pomiędzy sprzęgłem a skrzynią zainstalowano 44-kilowatowy silnik elektryczny, mogący służyć zarówno do napędzania, jak i do zatrzymywania auta, w tym drugim przypadku funkcjonując jako generator. Energia powstająca podczas hamowania była gromadzona w akumu-

³⁵ DAF Trucks – prezentacja prasowa Malaga, sierpień/wrzesień 2021.

³⁶ DAF Trucks – zestaw materiałów prasowych na targi IAA, 2006.

latorach litowo-jonowych i wykorzystywana w trakcie przyspieszania. Opierając się na poziomie naładowania baterii, centralny komputer określał, kiedy silnik Diesla odpowiadał za napęd oraz kiedy i do jakiego stopnia był używany silnik elektryczny. W momencie pełnego naładowania akumulatorów auto mogło pokonać około 2 km bez uruchamiania silnika spalinowego, co wystarczało do wjazdu i opuszczenia tzw. zielonych stref w miastach. W efekcie zastosowania silnika elektrycznego, dającego dodatkowe 44 kW, w pojeździe można było zamontować mniejszy i lżejszy silnik Diesla – zamiast 6-cylindrowego, 4-cylindrowy, uzyskując podobne osiągi choćby podczas przyspieszania. A montaż ważącego o około 150-200 kg mniej silnika spalinowego z powodzeniem kompensował masę modułu hybrydowego, ważącego 200-250 kg, z czego około 100 kg przypadało na akumulatory.

Jak wskazywały pierwsze badania, w zależności od sposobu wykorzystania w dystrybucji hybrydowy LF zużywał o 25-30% mniej paliwa. Do tego dochodziły oszczędności w postaci niższego zużycia podzespołów układu hamulcowego. Redukcja kosztów eksploatacji należała więc do znacznych. W przygotowaniu hybrydowego LF z DAF-em współdziałały Eaton, TNO oraz inna spółka-córka koncernu Paccar – brytyjska Leyland Trucks. W 2010 roku DAF promował zaś hybrydowy, 12-tonowy LF, z 4,5-litrowym, 160-konnym (118 kW) silnikiem Paccar FR EEV oraz silnikiem elektrycznym.

Kolejne zelektryfikowane warianty holenderski wytwórca pokazał dopiero kilka lat później. Najpierw 16 maja 2018 roku³⁷ wraz z innym rodzimym podmiotem również z siedzibą w Eindhoven – VDL – ujawnił 2-osiowy ciągnik siodłowy CF Electric przeznaczony do realizacji miejskiej dystrybucji. VDL współpracował mianowicie z DAF Trucks, aby wypuścić pierwszą serię w pełni elektrycznych samochodów. Wyposażono je w technologię E-Power VDL, zapewniającą zerową emisję i bardzo niski poziom hałasu. Te testowe egzemplarze wyprodukował DAF, a pełną instalację elektryczną uzupełniał w nich VDL Groep. Powyższe świadczy o silnej współpracy obu partnerów w dziedzinie elektryfikacji pojazdów użytkowych i pozwala na uzyskanie wymiernych korzyści skali. W przypadku CF Electric DAF współpracuje z VDL Groep, gdyż dzięki temu w swoich autach może spożytkować autobusową technologię elektrycznych układów napędowych partnera, zaawansowaną szczególnie w dziedzinie autobusów komunikacji miejskiej. VDL ma bowiem doświadczenie z budowy w pełni elektrycznych autobusów do transportu publicznego, bo w całej Europie operatorom przewozów tego rodzaju dostarczył już setki takich pojazdów. Dlatego współpraca z DAF-em w przypadku tej wersji elektrycznej stanowi olbrzymią szansę dla obu tych firm technologicznych.

CF Electric to szosowy, 2-osiowy ciągnik siodłowy w układzie napędowym 4×2, opracowany do zastosowań w transporcie realizowanym na obszarach miejskich,

³⁷ <https://www.daf.com/en/news-and-media/news-articles/global/2018/q3/30-08-2018-daf-trucks-at-iaa-hanover-2018>; <https://www.daf.com/en/news-and-media/news-articles/global/2018/q4/18-12-2018-jumbo-takes-delivery-of-first-daf-cf-electric>

przy dopuszczalnej masie całkowitej zestawu do 37 000-40 000 kg. W takich przypadkach standardem są naczepy 1- lub 2-osiowe. Samochód bazuje na podstawowym typie CF i wykorzystuje zaawansowaną technologię E-Power VDL do całkowitego elektrycznego działania. Tak zwane centrum inteligentnego układu napędowego to silnik elektryczny o mocy 210 kW, pobierający energię z modułu akumulatorów litowo-jonowych o łącznej pojemności 144-170 kWh. W zależności od masy ładunku zasięg wynosi około 100 km, dzięki czemu model ten nadaje się do przemieszczania większych partii w klasycznej miejskiej dystrybucji. Czas szybkiego ładowania baterii określono na 30 minut, z kolei pełne naładowanie zajmuje tylko 1,5 godziny.

Jednocześnie w 2019 roku do sprzedaży trafiła druga generacja aut, wyposażona w nowe oprogramowanie i nową tablicę rozdzielczą. CF Electric stały się dostępne jako 2- i 3-osiowe solo oraz ciągniki siodłowe do zestawów naczepowych, dziennie pokonujące niewielkie dystanse, do 100 km, i działające w promieniu kilku, maksymalnie kilkunastu kilometrów od bazy/stacji ładowania. Dopuszczalna masa całkowita 2-osiowego podwozia i ciągnika siodłowego wynosi 19 000 kg, 3-osiowego podwozia – 28 000 kg, zestawu naczepowego bądź przyczepowego zaś może dochodzić do 32 000-40 000 kg. W przypadku zestawów kwestia przeważnie dotyczy kombinacji złożonych z 2-osiowego ciągnika oraz 1- bądź 2-osiowej naczepy dystrybucyjnej, nierzadko z jedną osią skrętną, dla poprawy manewrowości. Oczywiście możliwe jest podczepianie standardowych naczep 3-osiowych bądź 2-osiowych o długości 13 620 mm, co często praktykują operatorzy z segmentu kurierskiego – KEP. Tym bardziej, że u nich częściej dochodzi do spożytkowania dostępnej przestrzeni ładunkowej niż ładowności.

Od 2020 roku³⁸ holenderski koncern zaczął wprowadzać swoje pojazdy elektryczne następnej generacji. Bazowy dystrybucyjno-komunalny, w pełni elektryczny 2-osiowy LF Electric Innovation Truck cechuje się dopuszczalną masą całkowitą 19 000 kg. Zawiera tzw. technologię napędową Cummins w postaci silnika elektrycznego o mocy 195 kW/266 KM i mocy szczytowej 250 kW/340 KM. Do zasilania tej jednostki przeznaczono moduł baterii elektrycznych o pojemności 222 kWh, przekładających się na możliwość uzyskania zasięgu do 220 km w przypadku operowania autem w pełni załadowanym. Przy tym, ponieważ wprowadzono tzw. moduł baterijny, pojemność baterii w każdym konkretnym przypadku może być optymalnie dobrana – wyskalowana do zasięgu i zakresu prac wykonywanego przez konkretnego odbiorcę. W takim układzie DAF podkreśla, iż te 220 km w sytuacji obsługi klasycznego ruchu dystrybucyjno-komunalnego wydają się wartością w pełni wystarczającą.

We wrześniu 2020 roku w sferze odmian czysto elektrycznych podmiot wdrożył także inne wykonania – 2-osiowe ciągniki i 3-osiowe podwozia o tzw. zwiększonym zasięgu, tzn. cechujące się znacznie większym zasięgiem efektywnym, niż odmiany dotychczas eksploatowane. Ciągniki CF Electric FT wyróżniają: układ napędowy

³⁸ Materiały prasowe na temat nowych modeli zelektryfikowanych, 2020-2021.

4×2, rozstaw osi 3800 mm oraz masa własna 9000 kg. Natomiast zasadnicze wyznaczniki 3-osiowych podwozi CF Electric FAN to: układ napędowy 6×2, rozstawy osi 3800/4200/4600/4800 mm, kierowana tylna oś wleczone dla maksymalnej zwrotności oraz masa własna: 10 200 kg. Zarówno ciągniki, jak i podwozia ze względów czysto ekonomiczno-eksploatacyjnych otrzymują ten sam układ napędowy VDL – VDL e-power, tworzony przez silnik elektryczny o mocy 210 kW/286 KM i mocy szczytowej 240 kW/326 KM oraz maksymalnym momencie obrotowym 2000 Nm.

Istnieją dwa zasadnicze wyróżniki obu tych odmian, wynikające głównie z zastosowania akumulatorów nowej generacji, nie tylko lepszych, ale i przy niższej masie zachowujących wyższą pojemność. Te wyróżniki to: do 220 km zwiększony zasięg w pełni naładowanego pojazdu oraz jego zredukowana masa własna. Powyższe ma zatem istotny wymiar użytkowy oraz kosztowo-przychodowy. Ponieważ na jednym ładowaniu, w dodatku lepszemu modułu akumulatorów, da się pokonywać większy dystans, ogranicza się liczbę przestojów niezbędnych na ładowanie oraz zabiera cięższy ładunek, co oznacza, iż zadaną pracę przewozową można zrealizować szybciej i relatywnie taniej.

Stanowiący *novum* moduł akumulatorów litowo-jonowych o pojemności 350 kWh i pojemności efektywnej 315 kWh ma nie tylko większą pojemność i większą moc, ale jest również znacznie lepszy – waży mniej o 700 kg. Ta redukcja bezpośrednio przekłada się na większą ładowność pojazdów. Do tego system klimatyzacji – tzw. system kondycjonowania akumulatora – utrzymuje niemal stałą jego temperaturę, co oznacza, że temperatura zawsze utrzymuje się w przedziale od 25 do 45°C, niezależnie od pogody. Powyższe sprzyja trwałości i stałemu poziomowi wydajności zestawu akumulatorów.

Tym samym w pełni elektryczne 2-osiowy ciągnik siodłowy i 3-osiowe podwozie świadczą o dalszym rozwoju w dziedzinie elektrycznych układów napędowych. Dzięki zwiększonej pojemności akumulatora, w przybliżeniu zachowującego te same wymiary, CF Electric ma obecnie (stan na rok 2022) zasięg ponad 200 km, co stanowi dwukrotny wzrost w porównaniu z poprzednimi generacjami. Pełne szybkie ładowanie akumulatora odbywa się zwykle w bazie i trwa około 75 minut przy użyciu stacji ładującej o mocy 250 kW. W sytuacji doładowania akumulatora podczas operacji załadunku/rozładunku lub przerw w pracy kierowcy CF Electric może w pełni elektrycznie przejechać dziennie do 500 km, co jest bardzo korzystne pod względem produktywności i wydajności taboru.

CF Electric o zwiększonym zasięgu trafił do sprzedaży we wrześniu 2020 roku, a dostawy rozpoczęły się na początku 2021 roku.

Poza tym w styczniu 2021 roku³⁹ DAF Trucks N.V. rozszerzył swoją gamę wariantów elektrycznych – przedstawił LF Electric, czyli 19-tonowy, w pełni elektryczny typ dystrybucyjny do zastosowań miejskich, bazujący na odpowiednikach

³⁹ <https://www.daf.com/en/news-and-media/news-articles/global/2021/q1/27-01-2021-daf-lf-electric-for-zero-emission-urban-distribution>

z silnikiem spalinowym. Wariant ten oferuje zasięg do 280 km – 175 mil, pokonanych cicho i zeroemisyjnych. Zasięg ten okazuje się bardziej niż wystarczający dla potrzeb miejskich przewoźników dystrybucyjnych. Silnik elektryczny zapewnia 250 kW mocy znamionowej (370 kW moc szczytowa) i znamionowy moment obrotowy 1200 Nm (moment szczytowy 3700 Nm). Energia pochodzi z akumulatora litowo-żelazowo-fosforanowego (LFP) o pojemności brutto 282 kWh (efektywnie 254 kWh). W zamyśle auto to ma też obsługiwać tzw. regularne trasy – powtarzalne – wahadłowe trasy, głównie w ruchu miejskim.

We wszystkich typach w pełni elektrycznych DAF stosuje tak zwane akumulatory LFP (litowo-żelazowo-fosforanowe). Są to baterie najnowszej generacji, ze względu na zrównoważony rozwój niezawierające kobaltu ani magnezu. Dodatkowo są lepiej zapakowane, co skutkuje wyższą gęstością energii na litr, a skład chemiczny akumulatora zabezpiecza najwyższe bezpieczeństwo termiczne. Akumulatory LFP są objęte 6-letnią gwarancją, co ilustruje zaufanie DAF-a w zakresie wydajności, niezawodności i trwałości.

Szczególną cechą nowego LF Electric jest „Combined Charging System”, pozwalający na tzw. wolne i szybkie ładowanie. Umożliwia to ładowanie auta za pośrednictwem zwykłej sieci elektrycznej i okazuje się idealne, gdy pod koniec dnia auto wraca do bazy. Dzięki wolnemu ładowaniu (400 V AC, 22 kW, 3 fazy) akumulator można naładować od 20 do 80% w ciągu 6,5 godziny. Pełne ładowanie (od 0 do 100%) zajmuje do 12 godzin. Jeśli dostępny jest dedykowany sprzęt, szybkie ładowanie akumulatorów (650 V DC, 150 kW) od 20 do 80% ich pojemności zajmie tylko 60 minut lub 2 godziny w przypadku pełnego naładowania (szybkie ładowanie akumulatorów o mocy 150 kW: od 20 do >80% 1 godz., od 0 do >100% 2 godz., powolne ładowanie przez noc przy 22 kW – od 20 do >80% 6,5 godz., od 0 do >100% 12 godz.).

Opcjonalnie premierowy CF Electric występuje z elektroniczną przystawką odbioru mocy e-PTO 400 V do zasilania urządzeń pomocniczych, takich jak elektryczna instalacja chłodzenia lub żuraw elektrohydrauliczny. Eliminuje to potrzebę montażu oddzielnego generatora i skutkuje w pełni bezemisyjną wersją dystrybucyjną.

Początkowo LF Electric wystąpił jako podwozie pod zabudowę, z możliwością wyboru dwóch rozstawów osi: 5,3 lub 5,85 m. Dopuszczalna masa całkowita wynosi 19 000 kg, masa własna samego podwozia to 7300 kg, a ładowność – 11 700 kg, co okazuje się wystarczające dla większości zastosowań w dystrybucji w miastach.

LF Electric, opracowany w ścisłej współpracy z Dana Inc., wszedł do produkcji w Leyland Trucks w Wielkiej Brytanii w maju 2021 roku. Tym samym DAF należy do grupy liderów w dziedzinie elektrycznych układów napędowych do pojazdów użytkowych. Był bowiem pierwszym europejskim wytwórcą samochodów ciężarowych, który skomercjalizował w pełni elektryczny ciągnik siodłowy – CF Electric, tworzący zestawy o dopuszczalnej masie całkowitej do 37 000 kg i dedykowany głównie do dystrybucji dla sieci supermarketów oraz transportu międzymiastowego. Co więcej, wprowadził taki ciągnik jako jeden z pierwszych w branży, gdyż na tym

etapie większość konkurentów, zaangażowanych w elektryfikowanie transportu, oferuje – analogicznie jak DAF – jedynie w pełni elektryczne 2- i 3-osiowe podwozia, pomijając trakcyjne ciągniki Scania i Volvo. Fakt zaproponowania testowego ciągnika oznacza, że firma poszerza zasięg potencjalnego zastosowania. Przede wszystkim w państwach takich jak Holandia czy Niemcy właśnie tzw. lekkie, 2-osiowe, dystrybucyjne ciągniki, sprzęgane z 1- lub 2-osiowymi specjalnymi naczepami dostawczymi, są często wykorzystywane do zaopatrywania sklepów, w tym supermarketów, czy restauracji, położonych w miastach, w tym w ich centrach. Wdrożenie takich ciągników podnosi oczywiście elastyczność realizowanych operacji, gdyż z definicji ciągnik zawsze pozostanie bardziej uniwersalny co do spektrum możliwych do wykonywania zadań niż podwozie, szczególnie gdy ma ono na stałe przymocowane nadwozie. Inna sfera wykorzystania takich ciągników to dostawy paczek i przesyłek między hubami głównymi a subhubami miejskimi, co coraz częściej, usprawniając logistykę na etapie tzw. ostatniej mili, wykonują operatorzy z segmentu KEP. Ponadto CF Electric u znanych klientów pokonały już kilkaset tysięcy kilometrów, wzmacniając doświadczenie firmy w zakresie technologii elektrycznych układów napędowych.

Zakładając zatem, że korzystanie z pojazdów elektrycznych wymaga od eksploatujących określonego podejścia, koncern udziela szczegółowych i zindywidualizowanych porad dotyczących ich nabycia i stosowania. Takie wsparcie odbywa się za pośrednictwem zaawansowanych modeli symulacji tras, aby pomóc w opracowaniu najbardziej efektywnego planowania wdrożenia pojazdu, w tym przydatnych porad dotyczących inteligentnego i wydajnego ładowania modułu akumulatorów. Wspólnie z wybranymi dostawcami, takimi jak VDL, DAF oferuje też porady dotyczące optymalnej infrastruktury ładowania. Przy tym baczna uwagę zwraca się na wysoką indywidualizację w podejściu – po prostu przypadek każdego odbiorcy bywa inny. Jeden może bowiem operować po terenie górzystym i w ramach kursu zaopatrywać jeden, dwa markety, drugi zaś jeździć w aglomeracji pozbawionej wzniesień i dowozić ładunki do kilku sklepów bądź restauracji. Jeszcze inne są wymagania w przypadku służb komunalnych, w tym przykładowo odnoszące się do odbioru śmieci z biurów, hoteli, obiektów przemysłowych, dzielnic bloków, ścisłych centrów albo dzielnic peryferyjnych z zabudową jednorodzinną.

Generalnie takie doradztwo wydatnie skraca czas niezbędny na zaopatrzenie czy odbiór odpadów oraz przyczynia się do zmniejszenia zapotrzebowania pojazdu na energię. Tym samym dochodzi do wzrostu efektywności wykonywanych operacji – ich produktywności i wydajności, co ma oczywisty wymiar ekonomiczny (kosztowo-przychodowy). Innymi słowy, daną pracę przewozową wykona się szybciej i przy niższych nakładach/wydatkach energii, robocizny i kapitału.

Poza tym DAF intensywnie pracuje nad wariantami eksperymentalnymi, zawierającymi zelektryfikowane technologie napędowe. W kategorii hybrydowych układów napędowych koncern przygotował dalekodystansowy, eksperymentalno-prototypowy model CF Hybrid Innovation. Napędzają go silnik wysokoprężny

Paccar MX-11 o pojemności 10,8 l i mocy maksymalnej 330 kW/450 KM oraz silnik elektryczny ZF o mocy 75 kW/100 KM i mocy szczytowej 130 kW/175 KM, zintegrowany ze specjalną dedykowaną przekładnią ZF TraXon przeznaczoną do hybrydowych układów napędowych. Silnik elektryczny zasila akumulatory o pojemności 85 kWh, zabezpieczające w pełni elektryczny, zeroemisyjny zasięg, równy od 30 do 50 km, w zależności od masy całkowitej zespołu drogowego, topografii tras, natężenia ruchu i innych czynników. Akumulatory mogą być ładowane przez silnik wysokoprężny podczas jazdy po drogach oraz za pomocą ładowarki prądu stałego w miejscu ładowania. Pojazd został zaprojektowany z myślą o szybkim ładowaniu, zajmującym 30 minut w przypadku pełnego naładowania i tylko 20 minut w przypadku ładowania do 80%. W trasie, poza obszarami miejskimi CF Hybrid napędza niskoemisyjny i wydajny silnik wysokoprężny Paccar MX-11, przekładający się na uzyskanie dużego zasięgu operacyjnego. Hamulec wydechowy i układ kontroli prędkości podczas zjazdu ze wzniesienia wytwarzają energię wykorzystywaną przez silnik elektryczny do wspomaganie silnika wysokoprężnego. Powyższe okazuje się bardzo korzystne zarówno pod względem zużycia paliwa, jak i emisji CO₂ przy pracy silnika wysokoprężnego.

CF Hybrid powstał głównie z myślą o jeździe z napędem elektrycznym przy zerowej emisji w obszarach miejskich, zarazem poza miastami oferując znacznie większy zasięg dzięki nowoczesnej technologii diesla. Połączenie mocy elektrycznej i diesla zapewnia wyższą efektywność logistyczną. Tym samym CF Hybrid jest generalnie napędzany silnikiem wysokoprężnym, a dzięki inteligentnemu zarządzaniu energią technologia hybrydowa oznacza dodatkowe oszczędności paliwa. Rekupe-racja energii zachodzi w trakcie hamowania i w czasie korzystania z elementów sterujących związanych z prędkością, takich jak kontrola prędkości zjazdowej i przewidujący tempomat. Energia ta może zostać spożytkowana przez silnik elektryczny do pracy w połączeniu z silnikiem wysokoprężnym w celu dalszego zmniejszenia zużycia paliwa. Ponadto akumulator systemu hybrydowego zasila elektryczny układ napędowy, elektryczną sprężarkę powietrza oraz opcjonalny inteligentny e-WOM (wałek odbioru mocy). e-PTO może być używana do napędzania urządzeń chłodniczych w naczepach do transportu w kontrolowanej temperaturze, co dodatkowo zwiększa niski poziom hałasu.

Co jednak ciekawe, DAF nie wyklucza również elektryfikacji polegającej na wprowadzeniu układów hybrydowych w odmianach przeznaczonych do obsługi klasycznego szosowego ruchu dalekodystansowego⁴⁰. Testuje więc technologie hybrydowe także w takich odmianach, gdyż cel polega tu na redukcji emisji CO₂ oraz poprawie jakości powietrza w miastach. Jako najważniejsze czynniki przemawiające za takim wdrożeniem wymieniane są: potencjał do zmniejszenia zużycia paliwa o 4-6% oraz motywatory takie jak poprawa wyniku biznesowego, limity emisji CO₂ i regulacje miejskie, stawiające na tzw. napęd zeroemisyjny.

⁴⁰ Materiały wewnętrzne DAF Trucks na temat obu projektów, 2018.

Technologie te zawierają ciekawe pod względem koncepcyjnym egzemplarze z serii Innovation, pozwalające spojrzeć w przyszłość elektrycznych układów napędowych. Samochody takie powstały w ramach unijnych projektów badawczych, takich jak Convenient⁴¹ i Ecochamps, torując drogę do rozwoju i eksploatacji wariantów zelektryfikowanych.auta te po raz pierwszy publicznie zademonstrowano na odbywających się we wrześniu 2016 roku w Hanowerze targach IAA. Dzięki temu w ostatnich latach koncern zapewnił sobie dogłębną znajomość hybrydowych i elektrycznych układów napędowych. Wychodzi tu z założenia, że wszelkie innowacje nie powinny powstawać tylko dla samego faktu powstawania, lecz nadrzędnym priorytetem dla każdego programu rozwojowego musi pozostawać zapewnienie wartości nabywcom. W efekcie właściwe podejście polega na dokładnym sprawdzeniu nowych rozwiązań przed wprowadzeniem na rynek i przedstawieniu ich dopiero wtedy, gdy rynek jest na nie gotowy – tzn. rozwiązania te okazują się na tyle opłacalne, że odbiorcy w nie zainwestują. Ta zorientowana na klienta strategia jest nadal stosowana w przypadku typów elektrycznych i hybrydowych, przewidzianych jako alternatywa dla operatorów transportowych w obszarach miejskich, gdzie zerowy poziom emisji i niski poziom hałasu będą wymogiem – wiele miast już w najbliższej przyszłości planuje swoje strefy pozbawione emisji, co stworzy potrzebę dysponowania odpowiednimi rozwiązaniami dla przewoźników.

Podczas gdy program Convenient koncentruje się przede wszystkim na maksymalnej redukcji zużycia paliwa i emisji CO₂, program Ecochamps ma na celu zbadanie, w jaki sposób przypadek biznesowy technologii hybrydowej może stać się również atrakcyjny, co możliwe dla operatorów.

Pierwszy z tych projektów – DAF Convenient – stanowi rezultat badania zakończonego w 2016 roku i realizowanego we współpracy z Komisją Europejską⁴². Miało ono na celu opracowywanie rozwiązań transportowych o potencjale pozwalającym zapewnić istotne zmniejszenie zużycia paliwa – nastąpiła koncentracja na minimalizacji zużycia paliwa w połączeniu z opcją zastosowania wyłącznie napędu elektrycznego. Użyta tu nazwa Convenient wywodzi się od określenia *Complete Vehicle Energy-saving Technologies for Heavy-Trucks* (ConVENient), co w tłumaczeniu oznacza kompletne pojazdowe technologie oszczędności energii dla samochodów ciężarowych klasy tonażowej ciężkiej.

W układzie konstrukcyjnym DAF Convenient Innovation to wariant z równoległym układem hybrydowym, zawierającym silnik elektryczny/generator o mocy 120 kW w połączeniu z silnikiem spalinowym Paccar MX-11 Euro 6 o pojemności 10,8 l, w nastawie o mocy maksymalnej 320 kW/434 KM. System ten zapewnia zerowe emisje w obszarach zurbanizowanych. Na terenach miejskich auta DAF Convenient są mianowicie zasilane silnikiem elektrycznym, pobierającym energię z akumulatora litowo-jonowego o łącznej pojemności 9 kWh. Powyższe przekłada

⁴¹ <https://www.daf.com/en/about-daf/sustainability/intelligent-logistics>

⁴² <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/DAF-nowe-technologie-Cz-1,33563,1>

się na zasięg – w trybie wyłącznie elektrycznym – od 3 do 6 km, w zależności od warunków oraz całkowitej masy pojazdu, co w codziennej praktyce wystarcza na wjazd i wyjazd z centrów miast dla przeprowadzenia dostaw. Pojemność akumulatora i zasięg są oczywiście skalowalne. Kiedy samochód opuszcza tereny miejskie, napędza go silnik Paccar MX-11. Akumulator jest ponownie doładowywany przez energię hamowania lub przez silnik/generator pracujący w trybie ładowania.

W DAF Convenient Innovation koncern wprowadził wiele ważnych innowacji. Jedną z unikatowych cech stanowi zaawansowany system analizujący sytuację na drodze i optymalizujący wydajność układu napędowego w celu zminimalizowania poziomu emisji spalin z silnika wysokoprężnego. Pozostałe innowacje obejmują napędzany elektrycznie układ klimatyzacji i tylną oś, która zarządza poziomem oleju w obudowie dla osiągnięcia najwyższej ogólnej wydajności.

Kolejnym wyróżnikiem jest pasywna i aktywna aerodynamika. Convenient Innovation wyposażono bowiem w wiele pasywnych i aktywnych funkcji minimalizujących opór aerodynamiczny. Kraty wlotu powietrza zamykają się automatycznie w oparciu o przewidywane obciążenie pojazdu i jego pozycję GPS, w celu zagwarantowania najlepszego rozwiązania aerodynamicznego. Najbardziej widoczną cechą jest wysunięty przód, tworzący przestrzeń dla przyszłych technologii zapewniających oszczędność paliwa, co zademonstrowano w Innovation. Tego rodzaju usprawniona aerodynamika oraz rozszerzone pola widzenia zostały dozwolone na mocy nowych przepisów europejskich w zakresie wymiarów. Biorąc pod uwagę duży wpływ nowych regulacji na dalsze obniżanie poziomu emisji CO₂, DAF wprowadził te wytyczne w pokazanej w czerwcu 2021 roku premierowej serii XF, XG i XG+. Ponadto wdrożono system odzysku ciepła przekładający się na potencjał redukcji zużycia paliwa o 3-4%. Wśród wyróżników tego rozwiązania znalazł się montaż modułu na silniku lub na ramie. Do tego doszedł sprzęg dokonywany mechanicznie albo elektrycznie.

Drugi z programów związanych z elektryfikacją – Ecochamps – jest inicjatywą wspieraną przez Komisję Europejską, w ramach której 26 wiodących firm i instytucji z sektora motoryzacyjnego, z DAF Trucks na czele, współpracowało nad opracowaniem hybrydowych i elektrycznych układów napędowych. Układy te miały być wydajne, kompaktowe, lekkie, wytrzymałe, a przede wszystkim rentowne dla użytkowników. Aby zrealizować cele tego projektu dotyczące kosztów, hybrydowy model XF Ecochamps Innovation wyposażono w podzespoły stosowane w sektorze hybrydowych aut osobowych. Przykłady stanowią: silnik elektryczny o mocy 90 kW, zasadniczo będący rodzajem silnika montowanego w tych samochodach i pozwalający wykorzystać oszczędność skali, oraz ogniwa akumulatora i konwerter DC/DC. Ten ostatni zastępuje konwencjonalny alternator, umożliwiając zmianę napięcia znamionowego 300 V akumulatora wysokiego napięcia do standardowych 24 V. Pojazd ten zaopatrzono też w napędzane elektrycznie oraz bardzo wydajne i ciche sprężarkę powietrza i pompę wspomagania układu kierowniczego. Dynamiczny rozwój tych rozwiązań umożliwia odłączenie napędu tych komponentów od silnika wysokoprężnego podczas jazdy na autostradzie. Następną zaletą polega

na tym, że Ecochamps wykorzystuje energię z regeneracji i ciepła resztkowego spalin – energię z hamowania hamulcem silnikowym i energię wygenerowaną z ciepła gazów wydechowych do zwiększenia energii w akumulatorach. System ten bazuje na energii oczyszczonych spalin – w układzie zamkniętym – do napędzania turbiny, która z kolei generuje energię do ładowania akumulatora. Do tego dochodzą istotne usprawnienia w zakresie wydajności. Ecochamps opracowano mianowicie głównie z myślą o zmniejszeniu zużycia paliwa i emisji CO₂ w przejazdach długodystansowych, gdyż wykorzystuje się tutaj zwiększony poziom elektryfikacji pojazdu do redukcji zapotrzebowania na energię silnika wysokoprężnego w szerokim zakresie warunków roboczych, co skutkuje wzrostem oszczędności paliwa o 4 do 5%.

W takim układzie pojazd Ecochamps otrzymał następujące funkcje:

- zaawansowane opcje wyłączania silnika *Engine off* oraz swobodnego toczenia się *EcoRoll*,
- pełny napęd elektryczny przy obciążeniu częściowym,
- odzysk energii hamowania,
- program start-stop,
- ładowanie zewnętrzne,
- funkcjonalność tzw. hotelu.

Ogólnie zatem za wyróżniki Ecochamps trzeba uznać: koncentrację na optymalizacji kosztowej modeli klasy tonażowej ciężkiej z napędem hybrydowym, montaż komponentów z aut osobowych oraz układ włącznie z systemem odzysku traconego ciepła. Podstawowe założenia prezentują się następująco:

- redukcja kosztów napędów hybrydowych,
- standaryzacja elektrycznych komponentów hybryd do ciężkich zastosowań,
- wykorzystanie technologii i *know-how* aut osobowych w ciężkich zastosowaniach transportowych.

Szczegółowe cele zaś to:

- 20-procentowa poprawa efektywności zespołu napędowego w porównaniu z najlepszym pojazdem w 2014 roku,
- maksymalny poziom wzrostu kosztów nieprzekraczający 10% w porównaniu z wariantem konwencjonalnym,
- 5-procentowa redukcja masy hybrydy w stosunku z hybrydą Convenient.

Dzięki typom Convenient i Ecochamps DAF opracował rozwiązania odpowiadające potrzebom zmniejszania emisji CO₂ w transporcie dalekodystansowym oraz poprawy lokalnej jakości powietrza, w szczególności na obszarach miejskich. Technologia hybrydowa będzie w przyszłości jedną z wybranych przez koncern dróg do zaspokojenia obu tych potrzeb. Co więcej, firma liczy na możliwość przedstawienia jeszcze większej liczby rozwiązań w tym dynamicznym obszarze rozwoju technologii.

2.4. Volvo Trucks

W badaniach nad zastosowaniem paliw alternatywnych zastępujących paliwa kopalne w Europie przewodzą dwa koncerny szwedzkie – Scania i Volvo. Taka ich postawa wynika z kilku przyczyn. Przede wszystkim Skandynawów cechuje znaczna, przekładająca się na dbałość o środowisko naturalne, świadomość ekologiczna. Bazując na tym oraz analizując kierunki zmian politycznych i ekonomicznych zachodzących w świecie, rząd Królestwa dąży zatem do tego, by ostatecznie kraj ten strategicznie uniezależnić od ropy naftowej. Co ważne, to uniezależnienie ma polegać na maksymalnym wykorzystaniu paliw odnawialnych i proekologicznych. Odnawialne oznacza, że paliwa powstają z surowców odnawialnych, czyli takich, których ziemski zasób nie jest ograniczony. Proekologiczność należy zaś rozumieć jako redukcję negatywnego wpływu na środowisko. Za tym kryje się tzw. idea pojazdów wolnych od CO₂. By było to jednak możliwe, potrzebne są właśnie paliwa z surowców odnawialnych. W odróżnieniu od paliw kopalnych paliwa z takich surowców nie powodują bowiem w wyniku spalania naruszenia bilansu dwutlenku węgla w atmosferze. Pojazd „wolny” od CO₂ emituje więc CO₂, lecz ilość CO₂ wytworzonego w procesie spalania odpowiada w przybliżeniu ilości CO₂ zaabsorbowanej w procesie vegetacji przez rośliny, z których następnie robi się paliwo. Czyli tak długo, jak odnawianie zasobów równoważy ich zużycie, ogólny poziom dwutlenku węgla w atmosferze się nie zwiększa – netto pozostaje taki sam.

Jednocześnie paliwa odnawialne muszą nadawać się do wykorzystania w silnikach wysokoprężnych, gdyż są one rozpowszechnione w transporcie towarowym i uznawane za jeden z najbardziej wydajnych przemienników energii spośród wszystkich, jakie człowiek ma obecnie do dyspozycji. Istotną zaletą diesla jest też możliwość ich modyfikacji na wiele sposobów, w wyniku czego da się je zasilać nie tylko olejem napędowym czy innymi paliwami kopalnymi. Przy czym często wystarczą niewielkie modyfikacje połączone z zastosowaniem skomplikowanych technologii, by jednostki diesla pracowały aż na kilku rodzajach paliw alternatywnych.

Oprócz względów ekologicznych i technicznych wprowadzanie paliw alternatywnych powinno być rozpatrywane pod kątem opłacalności ekonomicznej. Dlatego promocja jej zamienników wymaga zaangażowania ze strony rządów, polegającego na wdrażaniu proekologicznej polityki fiskalnej, opartej na ograniczeniu czy w ogóle zniesieniu podatków nałożonych na paliwa alternatywne.

Bazując na tych założeniach, we wrześniu 2006 roku Volvo Truck Corporation zorganizowało konferencję poświęconą promocji transportu „wolnego” od CO₂, bazującego na paliwach alternatywnych. Według Szwedów takich paliw dało się wówczas wyróżnić co najmniej siedem. Były nimi:

- biodiesel – może być mieszany z tradycyjnym olejem napędowym i powstaje w wyniku procesu estryfikacji olejów roślinnych. W Europie od lat wytwarza go się w oparciu o oleje słonecznikowy i rzepakowy. Do obiecujących technologii zalicza się również metodę uwodorniania olejów roślinnych;

- syntetyczny olej napędowy – może być bez problemu mieszany z tradycyjnym olejem napędowym i stanowi mieszaninę syntetycznych węglowodorów wytworzonych na drodze zgazowania biomasy;
- DME – dimetyloeter – jest otrzymywany w procesie zgazowania biomasy i wykorzystywany w postaci płynnej pod niskim ciśnieniem;
- metanol i etanol – metanol powstaje na drodze zgazowania biomasy, etanol w wyniku fermentacji zbóż z dużą zawartością cukru bądź skrobi. Ponieważ oba w postaci czystej nie nadają się do zasilania jednostek napędowych, paliwo etanolowe/metanolowe stanowi mieszaninę złożoną w 95% z tych alkoholi, w 5% ze specjalnych dodatków poprawiających własności zapłonowe. Obecnie prowadzone są też badania nad produkcją etanolu z celulozy;
- biogaz – paliwo gazowe, którego główny składnik stanowi metan, a które może być uzyskane w wielu miejscach, w tym w oczyszczalniach ścieków, na wysypiskach czy wszędzie tam, gdzie występuje materiał ulegający biodegradacji. Możliwe jest także wytwarzanie biogazu w procesie zgazowania biomasy. Niestety, na niekorzyść tego paliwa przemawia niska wydajność energetyczna, powodująca konieczność zastosowania silnika zaopatrzonego w świece zapłonowe;
- biogaz i biodiesel – paliwa te znajdują się w oddzielnych zbiornikach (biogaz jest tu schłodzony i występuje w postaci płynnej) i podawane są przez oddzielne układy wtryskowe. Niewielka, równa zaledwie 10%, zawartość biodiesla wynika z faktu, że służy on do uzyskiwania samoczynnego zapłonu wywołanego ciśnieniem sprężania w cylindrze;
- wodór w postaci gazowej i biogaz – wodór w postaci gazowej może być wytworzony w wyniku zgazowania biomasy lub elektrolizy wody przy wykorzystaniu energii, celem zachowania proekologicznego charakteru paliwa, wyprodukowanej wyłącznie z odnawialnych źródeł. Do zasilania używa się mieszaniny złożonej objętościowo z 8% wodoru, choć dopuszczalne są wyższe stężenia, i 92% biogazu. Przy takim paliwie, analogicznie jak przy biogazie, silnik musi jednak zostać zaopatrzony w świece zapłonowe.

Celowość i atrakcyjność zastosowania każdego z wymienionych wyżej paliw Szwedzi rozpatrywali przez pryzmat siedmiu kryteriów: wpływu na klimat, wydajności energetycznej, efektywności wykorzystania gruntów, potencjału paliwa, przystosowania pojazdu, kosztów paliwa oraz niezbędnej infrastruktury paliwowej. Wszystkie paliwa są oceniane w skali od jeden do pięciu, gdzie jeden oznacza wynik najgorszy, pięć – najlepszy.

Kryterium wpływu na klimat dotyczy emisji dwutlenku węgla w całym łańcuchu zgodnie z zasadą *well to wheel*, czyli od otworu wiertniczego do koła pojazdu. Pod uwagę brane są wszelkie istotne etapy: wyhodowanie surowca włącznie z udziałem nawozów, zbiór surowca i przewiezienie go do miejsc wytwarzania paliwa, produkcja paliwa, jego dystrybucja do stacji paliw i na koniec zastosowanie w pojazdach. Obliczenia zostały przeprowadzone w oparciu o całkowicie odnawialne surowce, choć trzeba pamiętać, że w uprawach i produkcji stosuje się dzisiaj paliwa kopalne.

W przyszłości możliwe będzie jednak zastąpienie energii z paliw kopalnych energią odnawialną, co nie powinno negatywnie wpłynąć na wydajność energetyczną. Ponadto emisja gazów cieplarnianych przy tych pomiarach wyrażona jest jako ekwiwalent emisji CO₂, w wyniku czego emisja gazów cieplarnianych innych niż CO₂ zostaje przeliczona na wartości równoważne emisji CO₂.

W omawianym kryterium, gdzie jedyńka w skali ocen oznacza 0-25% redukcji emisji, dwójka – 26-50%, trójka – 51-75%, czwórka – 76-90%, piątka – 91-100%, za najlepsze paliwa uznano syntetyczny olej napędowy i DME (ocena 5) oraz metanol, biogaz i wodór w postaci gazowej plus biogaz (ocena 4-5). Słabiej wypadły biogaz i biodiesel (ocena 4), etanol (ocena 1-3 w zależności od metody wytwarzania) i biodiesel (ocena zaledwie 2).

Drugie kryterium – wydajność energetyczna – wyraża całkowite zużycie energii ponownie zgodnie z zasadą *well to wheel*. Ponieważ obecnie używany, stanowiący odnośnik, olej napędowy pozwala uzyskać całkowitą wydajność energetyczną na poziomie 35% (wartość określa ilość energii docierającej do kół napędzających pojazd), w pięciostopniowej skali oparto się na następujących stopniach wydajności: 1 – poniżej 14%, 2 – 14-16%, 3 – 17-19%, 4 – 20-22%, 5 – powyżej 22%. W tej kategorii najlepiej wypadły DME (ocena 4-5), metanol (ocena 3-5), biogaz i biodiesel (ocena 4) i syntetyczny olej napędowy (ocena 3-4), ale pod warunkiem wytwarzania (gazyfikacja) z czarnego ługu, stanowiącego produkt uboczny w przemyśle papierniczym. Niewiele gorzej prezentują się też biodiesel, biogaz i wodór w postaci gazowej plus biogaz (ocena 3). Przy czym ocenę biogazu, biogazu plus biodiesla oraz wodoru i biogazu dokonano na bazie procesu produkcji opartego na zastosowaniu gazyfikacji i beztlenowego trawienia. Najsłabszy wynik (ocena 1-3) uzyskał zaś etanol ze względu na energochłonność upraw i samego procesu wytwarzania paliwa.

Kolejne kryterium – efektywność wykorzystania gruntów – odnosi się do wartości biopaliw mierzonej rocznym przebiegiem w przeliczeniu na hektar, przy uwzględnieniu ograniczonego zasobu gruntów ornych, rosnącego zapotrzebowania w obszarze produkcji przeznaczony na żywność oraz warunków upraw odpowiadających warunkom w Szwecji. Do tego wydajność z hektara dla każdego surowca roślinnego jest wyliczana na podstawie danych o przeciętnych plonach na dobrych glebach, ilość wytworzonego paliwa została pomniejszona o ilość paliwa/energii wydatkowaną przy żniwach, w transporcie czy procesie produkcji, z kolei skala ocen wskazuje, jaki dystans w przeliczeniu na hektar może rocznie pokonać ciężarówka klasy ciężkiej. Gdy dystans ten wynosi poniżej 2500 km stawiana jest jedyńka, 2500-5000 km – dwójka, 5001-7500 km – trójka, 7501-10 000 km – czwórka i powyżej 10 000 km – piątka. Tu najlepiej prezentują się DME i metanol (ocena 4-5, ale pod warunkiem gazyfikacji czarnego ługu) oraz biogaz, biogaz i biodiesel jak również wodór w postaci gazowej plus biogaz (ocena 4). Syntetyczny olej napędowy oceniono na 3, biodiesel – 2, etanol na zaledwie 1-2. Tak niska ocena stanowi pochodną niskiej przeciętnej wydajności przy zbiorach oraz dużych potrzeb w zakresie zużycia energii pochodzącej z paliw kopalnych.

Następne kryterium – potencjał paliwa – wynika z wielu czynników, w tym rzutuujących na ilość paliwa, jaką można otrzymać, dostępności i rodzaju surowca (całe rośliny czy tylko ich części, gatunki roślin) oraz wyboru procesu produkcyjnego. Poza tym zwraca się uwagę na konkurencję z produkcją żywności, stawiając na jak najmniej konkurencyjne surowce.

Z rozpatrywanych przez Volvo paliw alternatywnych najwyższy potencjał (ocena 5) mają DME, metanol, biogaz, biogaz i biodiesel oraz wodór w postaci gazowej plus biogaz. Syntetyczny olej napędowy i etanol zostały ocenione na 3, biodiesel zaś na zaledwie 1, co wynika z faktu, że do jego wytworzenia potrzebne są oleje roślinne, jak rzepakowy czy słonecznikowy.

Zastosowanie paliw alternatywnych, niezależnie od ich rodzaju, przeważnie wiąże się jednak z koniecznością odpowiedniego przygotowania pojazdu. Czasami zmiany są niewielkie, czasami zaś bardzo kosztowne i dość poważne pod względem konstrukcyjnym. Poziom technicznego skomplikowania uwzględnia więc m.in. konieczność zapewnienia większej przestrzeni na paliwo czy montaż nowych, drogich komponentów i niekiedy wykorzystanie skomplikowanych rozwiązań technicznych, by sprostać przyszłym wymaganiom dotyczącym poziomu emisji spalin (niektóre paliwa wymagają bardziej zaawansowanej kontroli niż inne). Do tego w omawianym kryterium uwzględniono wpływ paliwa na pojazd w następujących aspektach: maksymalne osiągi silnika, zasięg pomiędzy kolejnymi tankowaniami i rzutuujący na zmniejszenie ładowności wzrost masy.

Zgodnie z przyjętą skalą ocen 1 oznacza ograniczoną liczbę zastosowań i konieczność wprowadzenia wielu drogich, daleko posuniętych zmian, podczas gdy przy ocenie 5 paliwo nadaje się do wszelkich ciężkich zastosowań i nie wymaga specjalnego przygotowania pojazdu (skale pośrednie oznaczają spadek stopnia skomplikowania budowy pojazdu i jednocześnie wzrost możliwości zastosowania paliwa). Przy takich kryteriach najlepiej wypadają biodiesel i syntetyczny olej napędowy (ocena 5) oraz DME, metanol i etanol (ocena 4). Na 3 oceniono biogaz i biodiesel, a na zaledwie 1 biogaz oraz wodór w postaci gazowej plus biogaz. Te dwa ostatnie rodzaje paliw wymagają bowiem użycia silnika Otta, co powoduje redukcję mocy. Poza tym sprężony gaz ma mniejszą wartość energetyczną, co przekłada się na spadek zasięgu nawet o 20%, z kolei skomplikowane układy tankowania i przechowywania paliwa gazowego przyczyniają się do podwyższenia kosztów i wzrostu masy pojazdu.

Koszt paliwa – przedostatnie z rozpatrywanych kryteriów – bierze pod uwagę koszty produkcji według zasady *well to tank*, czyli zawiera koszty surowców, stałe i zmienne koszty ponoszone w obiektach produkcyjnych, koszty transportu, infrastruktury oraz zużycie energii w łańcuchu dystrybucji. Takie liczenie nie należy jednak do prostych ze względu na wahania cen surowców i paliw, wysokość podatków, zmiany kursów walut oraz szybki rozwój techniki. Dla celów badawczych przyjęto zatem, że baryłka ropy kosztuje 70 USD i porównano cenę litra ekwiwalentu oleju napędowego, gdyż w przypadku większości paliw potrzeba więcej niż litr, by uzy-

skać tę samą wartość energetyczną, jaką da się uzyskać z litra ropy. Jednocześnie wyniki mogą się wahać dla tego samego rodzaju paliwa w zależności od użytego surowca. W swej skali ocen Volvo przyjęło więc, że 1 oznacza koszty wyższe niż koszty ropy od 100 do 140%, 2 – od 60 do 99%, 3 – od 20 do 59%, 4 – od 0 do 19%, natomiast 5, że koszty są niższe niż dla oleju napędowego wytworzonego na bazie oleju surowego. Zgodnie z takim podziałem, za najlepsze paliwa uznano DME i metanol (oceny 2-5, gdy produkcja odbywa się na bazie czarnego ługu). Inne paliwa wypadły już znacznie gorzej: biodiesel – 3, biogaz i wodór w postaci gazowej plus biogaz – 2-3, a syntetyczny olej napędowy, etanol, biogaz i biodiesel – 1-3.

Ostatnie kryterium – infrastruktura paliwowa – oznacza nakłady potrzebne na wzniesienie i utrzymanie niezbędnej infrastruktury. Wielu specjalistów uważa, że właśnie te nakłady stanowią barierę dla rozpowszechniania się paliw alternatywnych. Ponieważ największe wymagania stawia gaz, stąd w prezentowanym badaniu przyznaje mu się noty najniższe: biogaz, biogaz i biodiesel, wodór w postaci gazowej plus biogaz – 1, DME – 2. Na 3 oceniane są nakłady związane z metanolem i etanolem (3 oznacza duże zmiany przy paliwach płynnych), 4 – z biodieslem (niewielkie zmiany przy paliwach płynnych), 5 – z syntetycznym olejem napędowym (brak koniecznych zmian).

Podczas konferencji istniała również możliwość zapoznania się z zasilanymi wszystkimi omówionymi wyżej paliwami ciężarówkami z linii FM. Pokazano je w odmianie 3-osiowej, przystosowanej do tzw. ciężkiej dystrybucji i zaopatrzonej w trzecią oś sterowaną przeciwbieżnie do przednich kół kierowanych. Ze względu na prototypowy charakter prezentowanych rozwiązań gospodarze uchylali się niestety od przekazania szczegółów co do parametrów technicznych (osiągi, masy itd.) danych aut. Udało się jedynie uzyskać informację, że w przypadku 100-procentowego biodiesla o 5-10% zmniejszeniu ulegają moc oraz moment obrotowy i równocześnie o te wartości wzrasta zużycie paliwa. Jeszcze gorzej wygląda sytuacja w jednostce wodorowej, której moc wynosiła zaledwie około 300 KM, a maksymalny moment obrotowy 1400 Nm, podczas gdy diesel dysponował wtedy 380 KM. Poza tym skróceniu ulegają przebiegi między przeglądami wskutek m.in. szybszego zużywania się wielu podzespołów w efekcie przyspieszonej korozji czy rozpuszczania się (części gumowe, jak uszczelki). Sumaryczne koszty eksploatacji taboru zasilanego paliwami alternatywnymi są w takim razie bardzo wysokie.

Podsumowując przedstawione przez Volvo wyniki badań, trzeba stwierdzić, że nie istnieje jeszcze idealny zamiennik ropy naftowej, a wybór każdej z jej potencjalnych, ekologicznie czystych alternatyw w każdym przypadku zależy od wielu czynników, do których w różnych krajach przywiązuje się różne wagi. Czynnikiemami tymi są:

- polityka rządów w kwestii podatków, aktywizacji ludności na terenach wiejskich oraz zachęt do upraw nieużytków;
- nowe metody uprawy roli pozwalające na dalszą intensyfikację produkcji;
- wsparcie dla przemysłu motoryzacyjnego ze strony branż z nim współpracujących, jak chemiczna, petrochemiczna czy spożywcza, pozwalające na wdrożenie

technologii umożliwiających tańszą produkcję lepszych paliw oraz ich późniejszą sprawną, powszechnie dostępną i taną dystrybucję. Obecnie szczególnie duży potencjał jest dostrzegany w biopaliwach drugiej generacji, wytwarzanych na drodze zgazowania biomasy, co zapewnia znaczną elastyczność, gdyż pozwala na wykorzystanie kilku surowców do produkcji różnych paliw;

- dostępność pojazdów konkurencyjnych pod względem parametrów (ładowność, moc, zużycie paliwa) wobec pojazdów z silnikami Diesla;
- wzrost świadomości proekologicznej społeczeństw;
- wzrost cen ropy naftowej;
- podejście użytkowników do kwestii zakupu i używania taboru zasilanego paliwami alternatywnymi. Jako potencjalnie najbardziej zainteresowanych wymienia się jeżdżących w dystrybucji i sektorze komunalnym, najmniej – transport dalekodystansowy.

Trzeba również pamiętać, że niektóre z dziś używanych paliw alternatywnych w niewielkich stężeniach mogą być mieszane z olejem napędowym. Nie wiąże się to z jakimikolwiek nakładami i nie wymaga wprowadzenia zmian w silnikach, a ma już pewien wymiar ekologiczny.

Obecna strategia szwedzkiego koncernu w kwestii wdrażania paliw alternatywnych oraz alternatywnych zespołów napędowych bazuje na trzech zasadniczych filarach. Pierwszym jest elektryczność. Jednak ze względu na znane dzisiaj wszelkie bazowe ograniczenia dotyczące jej komercjalizacji w pierwszym rzędzie da się ją implementować w pojazdach wykorzystywanych w dystrybucji i służbach komunalnych, czyli w klasycznych zastosowaniach miejskich i co najwyżej lokalnych. Niemniej trwają też próby z wdrożeniem technologii w pełni elektrycznej w wariantach stosowanych w przewozach na średnich dystansach – przewozach regionalnych. Co więcej, w tego rodzaju przewozach Volvo, jako jedno z pierwszych, w rzeczywistych warunkach eksploatacji sprawdza ciężkie warianty w ramach zestawów klasy LHV. Realnie zdając sobie jednak sprawę z wszelkich obecnych ograniczeń dotyczących elektryfikacji, nadal inwestuje w wersje gazowe. Dlatego przede wszystkim – jako swoisty czasowy substytut – przedsiębiorstwo oferuje gazowe auta miejskie. Mają one stanowić uzasadnioną pod względem kosztowym i użytkowym opcję tak długo, jak długo warianty elektryczne wciąż będą relatywnie drogie oraz uciążliwe operacyjnie ze względu na konieczność doładowań. Natomiast w odniesieniu do obsługi ruchu regionalnego, krajowego oraz dalekodystansowego na tym etapie podmiot stawia na gaz, a *de facto* na bardzo ciekawą technologię dwupaliwową – dieslowsko-gazową. Tym samym dochodzi do zazębiania się – komplementarności w sferze ekologizacji taboru, czyli tam, gdzie dzisiaj kończą się możliwości zasięgu i kosztowe wersji elektrycznych, przewozy przejmują odmiany gazowe.

Decyzja Volvo Trucks⁴³ o dalszym inwestowaniu w odmiany gazowe wynika, zdaniem firmy, ze zwiększonego zainteresowania tym paliwem w Europie jako al-

⁴³ <https://www.volvotrucks.pl/pl-pl/news/press-releases/2020/sep/pr-200922.html>

ternatywy dla oleju napędowego do samochodów o średniej i dużej ładowności. Przewoźnicy i ich klienci są mianowicie coraz bardziej zainteresowani redukcją emisji CO₂ oraz kosztów poprzez stosowanie jako paliwa sprężonego czy głównie schłodzonego skroplonego gazu. Z tego powodu, podobnie jak przy poprzedniej generacji, nowe FH i FM są też proponowane z silnikami zasilanymi skroplonym gazem ziemnym i biogazem, oferującymi takie same osiągi jak wysokoprężne odpowiedniki. Wykorzystanie biogazu umożliwia osiągnięcie transportu neutralnego pod względem emisji dwutlenku węgla. To niezwykle ważny argument, szczególnie w kontekście programu UE „Zielony Ład”, wyraźnie wskazującego, w jakim kierunku musi zmierzać sektor transportowy, aby zapewnić bardziej ekologiczną przyszłość. Wynika z tego konieczność określenia terminu zakończenia korzystania z paliw kopalnych. W rezultacie przewoźnicy i ich klienci coraz częściej szukają alternatywy dla oleju napędowego. W przypadku przewozów długodystansowych pojazdy zasilane LNG są obecnie (stan na rok 2022) najbardziej opłacalną alternatywą dla odpowiedników z silnikami wysokoprężnymi. Paliwo to jest dostępne w wystarczająco dużych ilościach i po konkurencyjnej cenie. Zwiększanie liczby taboru zasilanego gazem stwarza więc dogodne warunki do stopniowego zwiększania wykorzystania skroplonego biogazu.

Układ napędowy Volvo Trucks zasilany skroplonym biogazem i gazem ziemnym ma sprawność energetyczną porównywalną ze sprawnością jego odpowiedników zasilanych olejem napędowym, ale emituje znacznie mniej CO₂. Zastosowanie skroplonego biogazu, znanego m.in. jako bio-LNG, w tzw. ujęciu od zbiornika do koła (TTW – *tank to the wheel*) w porównaniu ze zwykłym europejskim olejem napędowym redukuje emisję netto nawet o 100%, natomiast gazu ziemnego – o około 20%.

Ważną rolę odgrywa także oczywiście czynnik kosztowy, w powiązaniu z redukcją zależności od oleju napędowego jako takiego – tzw. problem zmniejszenia zależności od oleju napędowego i ponoszonych kosztów. Przede wszystkim, zdaniem Volvo, produkcja biogazu wymaga większej liczby zakładów wytwórczych do beztlenowego rozkładu odpadów z możliwością schłodzenia gazu do postaci płynnej. Z obliczeń dokonanych w różnych badaniach wynika, że w Europie do 2030 roku ponad 20% oleju napędowego można zastąpić gazem odnawialnym w postaci bio-LNG. Stale rośnie również liczba stacji paliw sprzedających skroplony gaz – już teraz (stan na rok 2022) na wielu trasach stacje gazowe mogą być alternatywą dla tych proponujących olej napędowy. Jednak liczba stacji paliw nadal musi rosnąć w tempie odpowiadającym wzrostowi liczby aut zasilanych gazem. Dlatego, inwestując w auta zasilane LNG, Volvo pokazuje, że bio-LNG jest ważną opcją pozwalającą zmniejszyć zależność od paliw kopalnych. Niemniej, aby przyspieszyć przejście do transportu neutralnego dla klimatu, konieczne okazuje się dalsze inwestowanie w stacje paliw oferujące skroplony gaz i podejmowanie działań ułatwiających przewoźnikom inwestowanie w tabor zasilany gazem. Ponieważ żaden pojedynczy nośnik energii nie jest w stanie sprostać wszelkim wyzwaniom związanym ze zmianami klimatu, w dającej się przewidzieć przyszłości wciąż będą współistnieć różne

rodzaje paliw i układów napędowych. Zastosowanie nowej technologii będzie więc kluczem do osiągnięcia neutralności klimatycznej. W Europie udział samochodów ciężarowych zasilanych LNG ma stopniowo wzrastać. Ale nie będą one w stanie sprostać wszystkim wyzwaniom transportowym. Elektromobilność odegra ważną rolę na szczeblu lokalnym oraz regionalnym, a rozwój akumulatorów i infrastruktury ładowania będzie istotnym czynnikiem zwiększania jej zasięgu. Jednocześnie rozwiązania elektromobilne wykorzystujące wodorowe ogniwa paliwowe w dalszej perspektywie mogą zmniejszyć zapotrzebowanie na akumulatory w transporcie długodystansowym. Niemniej, chociaż dokonano obiecujących zmian w technologii wodorowych ogniw paliwowych, nadal istnieją praktyczne i finansowe przeszkody do pokonania, zanim w transporcie ciężkim ogniwa te przyniosą znaczne korzyści klimatyczne.

Dlatego, mimo całego postępu technicznego w dziedzinie elektromobilności, ciągle poprawa wydajności silników spalinowych jeszcze przez wiele lat odegra kluczową rolę w zmniejszeniu wpływu na klimat. Tym bardziej, że współczesne silniki już teraz (stan na rok 2022) przyczyniają się do ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko. Na przykład zarówno nowe, jak i starsze modele Volvo z silnikami wysokoprężnymi mogą być zasilane HVO – biopaliwem wytwarzającym bardzo niski poziom emisji CO₂ netto. Problem polega na tym, że dostępność biopaliw nadal należy do bardzo ograniczonych.

Wychodząc z tych założeń, w 2020 roku Volvo Trucks wprowadziło do sprzedaży wersje gazowe pochodzące ze średniego rzędu FE, pod względem masowym należącego do kategorii ciężkiej⁴⁴. Pojazdy te, reklamowane jako mocne, wydajne i ekologiczne, są w pierwszym rzędzie przeznaczone do prac w środowisku miejskim oraz w jego okolicach, przede wszystkim do wywozu odpadów i transportu dystrybucyjnego. Z zewnątrz gazowe FE CNG wygląda jak zwykłe FE, tzn. z jednostką wysokoprężną. Jednak napędza go silnik Euro 6 – zasilany wyłącznie sprężonym gazem ziemnym lub sprężonym biogazem. Wykorzystuje on technologię świec zapłonowych oraz wytwarza moc maksymalną 320 KM i maksymalny moment obrotowy 1356 Nm. W standardzie w układzie przeniesienia napędu występuje automatyczna skrzynia biegów. Można więc oczekiwać wydajności, osiągów oraz właściwości jezdnych identycznych jak w przypadku konwencjonalnego FE. Przy czym ten konkretny model został specjalnie opracowany pod kątem jazdy na krótkich dystansach z częstymi postojami – są to warunki typowe dla miejskiego transportu dystrybucyjnego i wywozu odpadów.

W tym kontekście koncern zwraca uwagę, że wiele miast na świecie poszukuje alternatywy dla odmian zasilanych olejem napędowym, a zarazem zdecydowanie tańszych niż propozycje ze sfery elektryfikacji. Możliwość korzystania z paliwa alternatywnego dość często staje się więc warunkiem zdobycia kontraktu – głównie w sektorze zagospodarowania odpadów. Dzięki FE CNG firma może w takim razie

⁴⁴ <https://www.volvotrucks.pl/pl-pl/trucks/trucks/volvo-fe/volvo-fe-cng.html>

zapropozować podmiotom operującym w warunkach miejskich samochód charakteryzujący się znacznie zmniejszonym negatywnym oddziaływaniem na środowisko naturalne. Tym bardziej, że obecnie metan jest paliwem, które w dłuższej perspektywie stanie się realną proekologiczną alternatywą dla oleju napędowego, szczególnie jeśli kwestia odnosi się do biometanu. Najpierw jednak różne podmioty społeczne muszą wypracować zasady i warunki umożliwiające jego upowszechnienie się. Tym bardziej, że spalanie metanu powoduje powstawanie mniejszej ilości zanieczyszczeń, sam proces spalania należy do całkowicie bezwonnego, a sama gazowa technologia silnikowa stanowi niezawodne i wydajne rozwiązanie. Ponadto dochodzi do emisji bardzo małej ilości szkodliwych cząstek. Kiedy metan powstaje zaś z biogazu – tj. z materiału organicznego – emisje dwutlenku węgla są zmniejszone nawet o 100% (dotyczy emisji podczas użytkowania pojazdu w cyklu „od zbiornika do koła”) w porównaniu sytuacją, gdy dochodzi do spalania przez auto oleju napędowego. Z kolei emisja cząstek stałych (PM) okazuje się na tyle mała, że wystarczy zastosowanie samego katalizatora trójdrożnego – pionowego lub poziomego. Nie ma potrzeby stosowania filtra cząstek stałych, nie ma czynnika AdBlue, a silnik ma zapłon iskrowy. Do tego FE CNG występuje ze zbiornikami gazu 2×4 lub 2×3. Butle ze sprężonym gazem są zamontowane po obu stronach podwozia. W optymalnych warunkach jazdy zasięg roboczy dochodzi do 400 km w przypadku lekkiego transportu dystrybucyjnego oraz do 250 km w przypadku wywozu odpadów. Ponadto Volvo proponuje gazowe FE CNG jako szosowe 2- i 3-osiowe podwozia o dopuszczalnych masach całkowitych odpowiednio 18 000 i 26 000 kg oraz da się tę konfigurację napędową połączyć z łatwo dostępną kabiną niskowejściową, która zwiększa bezpieczeństwo w mieście i ułatwia pracę kierowcom.

Poza tym obecnie (stan na rok 2022) koncern jest jednym z trzech – oprócz IVECO i Scanii – zachodnioeuropejskich wytwórców samochodów ciężarowych proponujących również auta gazowe do obsługi ruchu na średnich i dalekich dystansach. W czerwcu 2018 roku⁴⁵ wprowadził bowiem do produkcji wersje klasy tonażowej ciężkiej, spełniające normę emisji spalin Euro 6 i przy tym napędzane silnikiem zasilanym skroplonym gazem ziemnym lub biogazem. Pojazdy te pochodzą z typoszeregów FM i FH i są oznaczone jako FM LNG i FH LNG. W praktycznie wszystkich rozpatrywanych przez przewoźników aspektach, takich jak czynniki techniczne, eksploatacyjne, kompletacyjne, ekonomiczne, związane z bezpieczeństwem oraz ekologiczne, odznaczają się osiągnięciami, właściwościami jezdnyimi i nakładami na użytkowanie relatywnie porównywalnymi z tradycyjnymi odpowiednikami zasilanymi olejem napędowym.

Przede wszystkim zamiast obiegu termodynamicznego Otto, stanowiącego konwencjonalne rozwiązanie wykorzystywane w jednostkach gazowych i proponowane przez konkurentów, silnik montowany w FH LNG i FM LNG pracuje według obiegu diesla. Ta 6-cylindrowa, rzędowa jednostka o pojemności 13 l, nosząca symbol Volvo

⁴⁵ Materiały prasowe i techniczne Volvo Trucks na temat modeli gazowych, 2018.

G13C Euro 6, ma mianowicie układ wtryskowy *common rail* i specjalne wtryskiwacze. Te ostatnie cechują się osobnymi rozpylaczami dla gazu i oleju napędowego. Rozwiązanie szwedzkiej firmy wyróżnia zatem to, że zintegrowane wtryskiwacze jednocześnie podają do komory spalania gaz i olej napędowy w średniej proporcji 95% gazu i 5% oleju napędowego. Podczas jazdy ciekłe paliwo gazowe jest podgrzewane, sprężane i przekształcane w gaz, który następnie jest podawany do cylindrów. Olej napędowy służy tu z kolei do zainicjowania zapłonu mieszanki paliwowej, gdyż dla zainicjowania zapłonu gazu do cylindra następuje ten wcześniejszy wtrysk niewielkiej dawki tego oleju. Bazowe paliwa gazowe stanowią skroplony gaz ziemny LNG lub skroplony biogaz, znany jako bio-LNG. Obydwa składają się głównie z metanu. Jeżeli przewoźnik stosuje gaz ziemny, negatywne oddziaływanie na klimat da się zredukować o 20%, podczas gdy w przypadku biogazu wartość ta wynosi 100%. Powyższe wynika z tego, że FH LNG i FM LNG emitują od 20 do 100% mniej CO₂, w zależności od używanego paliwa. Co zarazem ekologicznie niezwykle ważne, już nawet ta o około 20% niższa emisja dwutlenku węgla dotyczy porównania z bliźniaczą odmianą zasilaną olejem. Natomiast całkowite zmniejszenie oznacza duży sukces, ponieważ zasadniczy cel Volvo polega na kompletnej eliminacji emisji CO₂, co stanie się możliwe jedynie w sytuacji, gdy LNG zastąpi właśnie skroplony bio-LNG. W związku z tym już dzisiaj podmiot wykazuje przygotowanie na jego efektywne wdrożenie, gdyż wprost przekłada się ono na obniżkę emisji substancji szkodliwych w trakcie użytkowania taboru, określaną mianem emisji „od zbiornika do koła”. Co więcej, osiągnięcie pełnej 100-procentowej redukcji emisji CO₂ staje się możliwe nie tylko po zastosowaniu bio-LNG zamiast LNG, ale i po zastąpieniu kopalnego oleju napędowego przez HVO, czyli uwodornione oleje roślinne.

Ponadto duży atut stanowi możliwość awaryjnego poruszania się pojazdem w przypadku wyczerpania gazu ze zbiornika. Chociaż podawany w większej ilości olej napędowy pozwala na dalszą jazdę, to moc silnika ulega wówczas wydatnej redukcji. Jednocześnie wprowadzenie układu zasilania dwupaliwowego nie wpływa na dopuszczenie auta do ruchu oraz – co niezwykle ważne – zgodnie z przepisami bywa ono dalej traktowane jako wariant gazowy.

Kolejna kluczowa zaleta silnika Volvo G13C Euro 6 stanowi bezpośrednio następstwo tego, że pracuje on analogicznie jak tradycyjne wysokoprężne odpowiedniki. W rezultacie generuje osiągi znacznie lepsze niż porównywalne konfiguracje z pełnym zasilaniem LNG. Można go bowiem zamówić z dwoma poziomami maksymalnych mocy i momentów obrotowych – odpowiednio 420 KM/2100 Nm oraz 460 KM/2300 Nm. Są to parametry identyczne jak w podobnych typach spalających olej napędowy i zdecydowanie lepsze niż dla wersji czysto gazowych, proponowanych przez konkurentów i wyróżniających się zbliżoną mocą maksymalną – 410/460 KM, ale znacznie niższym maksymalnym momentem obrotowym – 2000 Nm. W zakresie maksymalnego momentu obrotowego G13C Euro 6 uzyskuje więc poziomy wyższe o 5 i 15%, czyli o wartości realnie odczuwalne w trakcie jazdy, szczególnie w trudnym, górzystym terenie czy/i z cięższym ładunkiem. Za

przeniesienie napędu, niezależnie od nastawu silnika, odpowiada zaś jedynie zautomatyzowana skrzynia przekładniowa Volvo I-Shift.

W efekcie FH LNG i FM LNG są jednymi z pierwszych seryjnych modeli z zasilaniem LNG, bez problemu radzących sobie z 40-tonowym, a nawet znacznie cięższym zestawem, w dodatku na długich dystansach. Walory użytkowe odmian LNG da się więc w pełni porównywać z analogami z silnikiem diesla, a w wielu sytuacjach, przykładowo w czasie ruszania pod górę, wersja na gaz charakteryzuje się nawet większą dynamiką niż analogiczny egzemplarz zasilany olejem napędowym. Także zużycie paliwa pozostaje porównywalne z konwencjonalnymi wysokoprężnymi ekwiwalentami Volvo. Przy tym kształtuje się ono na poziomie niższym niż w standardowych silnikach gazowych. Dla użytkownika typu gazowego powyższe oznacza brak kompromisów pod względem właściwości jezdnych, ekonomiki paliwowej i niezawodności.

Następny ważny atut FH LNG i FM LNG stanowi liczba dostępnych odmian docelowych. Obecnie (stan na rok 2022) samochody te występują jako ciągniki siodłowe w układach napędowych 4×2, 6×2, 6×4 oraz podwozia w układach napędowych 4×2, 6×2, 6×4, z kolei maksymalna dopuszczalna masa całkowita zestawu drogowego może dojść do 64 000 kg. Tym samym samochody te w pierwszym rzędzie są przeznaczone do obsługi ruchu regionalnego i długodystansowego. Są to więc segmenty, w których na razie jazda elektryczna nie wydaje się opłacalna. Na tym etapie przewozy realizowane w oparciu o tabor elektryczny na dalekich trasach wciąż nie są możliwe. Infrastruktura ładowania nie jest gotowa, zasięg pojazdu elektrycznego zalicza się do zbyt ograniczonych, a akumulatory wciąż ważą zbyt dużo, aby można było przemieścić ładunek wystarczający do uzyskania rentowności. Elektryczne typy idealnie nadają się za to do użytku w miastach i na krótkich odległościach. W takim przypadku emisja CO₂ nie stanowi tak dużego problemu, jak lokalne emisje i hałas. Tymczasem, by w segmencie długodystansowym odbiorcy uważali LNG za konkurencyjną propozycję, takie auta muszą się cechować odpowiednio wysoką autonomicznością – zasięgiem na jednym tankowaniu. I ten zasadniczy warunek spełniają. Dla zwiększenia zasięgu do zbiornika tankuje się paliwo LNG, przechowywane pod ciśnieniem 4-10 barów i w temperaturze od -140 do -125°C. Dostępne są zbiorniki paliwa – LNG o pojemnościach 115 kg/275 l, 155 kg/375 l lub 205 kg/495 l. Największy z tych zbiorników zapewnia zasięg do 1000 km. Do tego dochodzą dodatkowe, niewielki zbiornik oleju napędowego oraz układ oczyszczania spalin, zawierający katalizator SCR i filtr cząstek stałych. Co równie ważne z czysto eksploatacyjnego punktu widzenia, tankowanie LNG zajmuje niemal tyle samo czasu, ile tankowanie oleju napędowego.

Jednocześnie koncern zwraca uwagę na bardzo wysokie gwarantowane bezpieczeństwo wdrożonej technologii, zarówno dla nabywców, jak i dla samych kierowców, pozostające jednym z najważniejszych aspektów przy wyborze gazowego taboru. W tej sferze Volvo Trucks, zgodnie ze swoją filozofią marki, też zadbało o najwyższe standardy.auta zostały poddane niezwykle rygorystycznym testom.

Przeprowadzono wiele prób zderzeniowych, sprawdzono, jak zbiornik ze skroplonym gazem zachowa się w bardzo wysokiej temperaturze i jaką wykazuje odporność na wstrząsy. Zgodnie z oczekiwaniami konstrukcja zdała egzamin – FH LNG i FM LNG otrzymały homologację dla pojazdu kompletnego i spełniają regulamin R110 EKG ONZ. Wydają się więc w 100% bezpieczne, a firma może się skupić na dalszym doskonaleniu ich parametrów technicznych oraz pracować nad dalszym ograniczaniem emisji.

Oprócz przedstawionych czynników o wymiarze eksploatacyjnym, technicznym, kompletnym, ekologicznym i w obszarze bezpieczeństwa, dla przewoźników przy podejmowaniu decyzji o zakupie wciąż niezwykle ważną rolę odgrywają kwestie ekonomiczne. Zakup taki musi mianowicie wykazywać pełną opłacalność finansową wyliczoną dla długiego okresu, gdyż w przeciwnym razie raczej niewielka grupa odbiorców podejmie decyzję o zainwestowaniu w sprzęt tego rodzaju. Zagadnienie jest niezwykle złożone, gdyż konieczne staje się uwzględnienie wielu zmiennych, takich jak:

- cena – koszt wejścia w użytkowanie pojazdu,
- koszty serwisowe,
- współczynnik gotowości technicznej,
- zużycie paliwa oraz koszty tego paliwa w kraju i za granicą – jeśli jazdy są wykonywane w ruchu międzynarodowym,
- podatki od środków transportu,
- opłaty drogowe w kraju i za granicą – jeśli jazdy są realizowane w ruchu międzynarodowym.

Niemniej, wprowadzając na rynek wersje zasilane skroplonym gazem ziemnym lub biogazem, Volvo Trucks proponuje korzystniejszą pod względem oddziaływania na klimat opcję, zarazem spełniającą wysokie wymagania pod względem osiąągów, ekonomiki paliwowej i zasięgu eksploatacyjnego. To kombinacja cech, jakich wymagają klienci w segmencie przewozów regionalnych i długodystansowych. Tym bardziej, że gaz ziemny wykazuje wyraźną przewagę pod względem klimatycznym, ma konkurencyjną cenę w licznych krajach, a jego rezerwy są na tyle duże, by uzasadniać szerokie wykorzystanie tego surowca – ogólnie łatwa jego dostępność uzasadnia stosowanie go na dużą skalę. W takim układzie zwrot w kierunku taboru zasilanego LNG tworzy nowe ramy prowadzenia energooszczędnej i opłacalnej ekonomicznie działalności transportowej przez odbiorców. Jednocześnie daje użytkownikom wariantów o dużej ładowności – klasy tonażowej ciężkiej szansę znacznego ograniczenia swojego oddziaływania na klimat. Tym bardziej, że w innych krajach rządy proponują odpowiednie programy wsparcia finansowego. W Holandii program motywacyjny dla LNG i Bio-LNG został ostatecznie przyjęty przez Ministerstwo Finansów 11 grudnia 2019 roku⁴⁶. W latach 2020 i 2021 firmy transportowe

⁴⁶ Na podstawie materiałów Volvo Trucks Nederland oraz <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/trucks/trucks/volvo-fh/volvo-fh-lng/business-case-aanvragen-lng-truck.htmlz>

otrzymywały 18,7 eurocentów za kilogram LNG, ładowanego bezpośrednio przy pompie. W Niemczech z kolei zostało przedłużone zwolnienie z Maut⁴⁷ dla samochodów ciężarowych zasilanych gazem – LNG i CNG. Do końca 2023 roku samochody takie nie będą musiały wносить tej opłaty za niemieckie drogi. Oszczędności dla firm transportowych mogą wynieść, w zależności od klasy masowej, 18,7 eurocenta za kilometr.

Ogólnie na wysoką relatywną proekologiczność gazowych FH LNG zwrócono uwagę w Raporcie TNO, w którym wskazano, że dzięki tym autom możliwa okazuje się redukcja emisji CO₂ nawet o maksymalnie 23%⁴⁸. Testy TNO z 2019 roku dla transportu na duże odległości w Holandii oraz ich reprezentatywne warunki pokazują, że emisja CO₂ ze spalin z FH LNG jest o prawie 20% niższa niż w przypadku testowanych przez TNO odpowiedników z silnikiem Diesla Euro 6.

W kontekście „Programu kontroli prób samochodów ciężarowych i autobusów” dla holenderskiego Ministerstwa Infrastruktury i Gospodarki Wodnej TNO przeprowadziła praktyczne testy emisji różnych wariantów z silnikiem wysokoprężnym Euro 6 i alternatywnymi rozwiązaniami, w tym FH LNG, wykorzystywanych w przewozach na duże odległości. Cel prób polegał na określeniu poziomu emisji substancji szkodliwych i gazów cieplarnianych. Podczas jazdy po autostradzie w porównaniu do analogów z silnikiem Diesla sprawdzanych w podobnych warunkach FH LNG zapewniło redukcję emisji CO₂ o 23%. Tym samym proponowane przez Volvo rozwiązanie LNG działa dobrze na trasach długodystansowych. Tabor na LNG nie tylko spełnia wysokie wymogi pod względem wydajności, zużycia paliwa i zasięgu, ale też występuje jako opcja zapewniająca niższą emisję gazów cieplarnianych, co potwierdziło również TNO. Co więcej, takiego właśnie połączenia potrzebują klienci do wykonywania transportu regionalnego i międzynarodowego.

Stopniowe przejście na paliwa alternatywne o pochodzeniu niekopalnym

Pojazdy elektryczne do wymagających operacji i długodystansowych przewozów ciężkich ładunków pojawiają się w najbliższych latach. Cechować je będą większy zasięg oraz wyposażenie w akumulatory i ogniwa paliwowe. W drugiej połowie bieżącej dekady Volvo Trucks zamierza rozpocząć sprzedaż elektrycznych aut z wodorowymi ogniwami paliwowymi. Jego cel bowiem polega na zaproponowaniu do 2040 roku całej palety produktów niekorzystających z paliw kopalnych. Intensywne działania koncernu prowadzące do elektryfikacji stanowią ważny krok naprzód na drodze do transportu korzystającego wyłącznie z paliw niekopalnych. Aby zmniejszyć wpływ transportu na klimat, trzeba bowiem szybko przejść od paliw kopalnych

⁴⁷ https://www.toll-collect.de/pl/toll_collect/rund_um_die_maut/mautbefreiung/mautbefreiung.html

⁴⁸ <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2019/jun/tno-rapport-toont-aan-tot-23-procent-co2-besparing-met-volvo-lng-trucks.html>; <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid:1a455af-b-ac09-477e-a851-112904eb3384>

do innych opcji, takich jak energia elektryczna. Jednak warunki wprowadzania tej zmiany i w rezultacie jej tempo znacznie się różnią w zależności od przewoźników i rynków oraz od wielu zmiennych, takich jak zachęty finansowe, dostęp do infrastruktury ładowania i rodzaj realizowanych operacji przewozowych. Z tego powodu większość firm transportowych będzie wprowadzać tabor elektryczny stopniowo. W praktyce w okresie przejściowym wiele z nich będzie miało mieszaną flotę – tabor zasilany różnymi paliwami. Przy tym podwozia są zaprojektowane tak, aby były niezależne od zastosowanego układu napędowego. Klienci mogą zakupić kilka samochodów Volvo z tego samego modelu, z tą różnicą, że niektóre są elektryczne, a inne zasilane gazem lub olejem napędowym. W kwestii takich cech produktu, jak kabina kierowcy, niezawodność i bezpieczeństwo, wszystkie auta spełniają te same wysokie standardy. Niezależnie mianowicie od stosowanego paliwa kierowcy powinni czuć się dobrze w swoich pojazdach i móc obsługiwać je bezpiecznie oraz efektywnie.

Z punktu widzenia Volvo Trucks przejście na bardziej zrównoważony transport powinno być dla przewoźników maksymalnie płynne, tak aby mogli stopniowo dostosowywać się do tej zmiany. Oferowane rozwiązania muszą wykorzystywać paliwa niekopalne i umożliwiać przewoźnikom osiągnięcie niezbędnego poziomu rentowności i produktywności. Dlatego główne zadanie koncernu polega na ułatwieniu przejścia na pojazdy zelektryfikowane. Robi to, oferując całościowe rozwiązania, obejmujące planowanie tras, pojazdy o prawidłowej specyfikacji, wyposażenie do ładowania, finansowanie i serwis. Przy tym długoterminowe bezpieczeństwo, które wraz z globalną siecią dealerów i warsztatów serwisowych zapewnia swoim klientom, stanie się ważniejsze niż kiedykolwiek wcześniej.

Poza tym podmiot zwraca uwagę na wysoką efektywność energetyczną odmian w pełni elektrycznych⁴⁹. Pod koniec 2021 roku w Niemczech przeprowadzono pierwszy niezależny test efektywności energetycznej w pełni obciążonym samochodem Volvo o dużej ładowności. Testowano FH Electric, wyróżniający się zerową emisją spalin, z silnikiem o mocy ciągłej 490 kW i akumulatorami o pojemności 540 kWh, zdolne do tworzenia zestawów o masie całkowitej 40 000 kg. Próby odbyły się na 343-kilometrowej trasie testów prasowych Green Truck, obejmującej autostrady, pagórkowate tereny i ciaśniejsze drogi wykorzystywane do prób sprzętu od różnych producentów w zmiennych warunkach. W teście Green Truck FH Electric zużył o 50% mniej energii niż FH z porównywalnym silnikiem wysokoprężnym. Na całej trasie FH Electric utrzymywał średnią prędkość 80 km/h, co odpowiadało standardowemu FH zaopatrzonemu w silnik wysokoprężny i pakiet oszczędności paliwa I-Save. Przy zużyciu energii wynoszącym zaledwie 1,1 kWh/km model elektryczny na jednym ładowaniu uzyskał całkowity zasięg na poziomie 345 km. Te wyniki pokazują, że w zwykły dzień pracy można przejechać do 500 km, z krótkim postojem

⁴⁹ <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2022/jan/volvos-heavy-duty-electric-truck-is-put-to-the-test-excels-in-both-range-and-energy-efficiency.html>

na ładowanie, np. w porze obiadu. Elektryczny układ napędowy jest bowiem bardzo wydajny, dzięki czemu w pełni elektryczny samochód ciężarowy okazuje się bardzo istotnym narzędziem do redukcji emisji CO₂.

W takich realiach Volvo Trucks wzmacnia swoją gamę w pełni elektrycznego taboru, rezygnując przy tym kompletnie z hybryd. Produkcję FL Electric i FE Electric rozpoczęło w 2019 roku. Są to elektryczne warianty dedykowane do miejskiej dystrybucji i wywozu odpadów, głównie w Europie. W Ameryce Północnej sprzedaż VNR Electric – modelu do przewozów regionalnych – rozpoczęła się 3 grudnia 2020 roku. W 2021 roku zaś Volvo wprowadziło w Europie całkowicie elektryczne wersje o dużej ładowności⁵⁰. Oznacza to, że począwszy od 2021 roku, w naszej części kontynentu oferuje pełną paletę odmian o dużej ładowności z elektrycznym układem napędowym.

Obecnie (stan na rok 2022) firma przeprowadza testy elektrycznych przedstawicieli serii o dużej ładowności – FH, FM i FMX. Będą one używane w transporcie regionalnym i podczas prac budowlanych w miastach Europy. Maksymalna masa zestawu drogowego w przypadku tych aut dojdzie do 44 000 kg. W zależności od konfiguracji akumulatorów możliwy zasięg wyniesie z kolei nawet 300 km. Sprzedaż rozpoczęła się w 2021 roku, a produkcja seryjna w roku 2022. Powyższe oznacza, że począwszy od 2021 roku, w Europie stała się dostępna pełna oferta elektrycznych (akumulatorowych) samochodów Volvo przeznaczonych do transportu dystrybucyjnego, regionalnego, wywozu odpadów i prac budowlanych w miastach. W ten sposób, szybko zwiększając liczbę samochodów o dużej ładowności z napędem elektrycznym, firma chce pomóc klientom i nabywcom usług transportowych osiągnąć ambitne cele w zakresie zrównoważonego rozwoju i zrównoważonej przyszłości.

Na przyszłość Volvo inwestuje z kolei w rozwiązania związane z wodorem i ogniwami paliwowymi. Co więcej, w tej sferze, w celu redukcji kosztów i ryzyka, poprzez alians strategiczny podjęło nawet współpracę z jednym ze swoich najważniejszych konkurentów – koncernem Daimler.

Rozpoczęcie produkcji własnych akumulatorów⁵¹

17 maja 2022 roku Volvo Trucks ogłosiło, że otwiera swój pierwszy zakład montażu akumulatorów. Fabryka ta, zlokalizowana w Gandawie (Belgia), będzie dostarczała gotowe do montażu akumulatory do w pełni elektrycznych ciężarówek Volvo. Ta inwestycja dowodzi więc silnego zaangażowania koncernu w elektryfikację transportu ciężarowego.

⁵⁰ <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2020/nov/volvo-trucks-launches-a-complete-range-of-electric-trucks-starting-in-europe-in-2021.html>

⁵¹ <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2022/may/volvo-trucks-opens-battery-plant-in-belgium.html>

W nowej fabryce akumulatorów ogniwa i moduły firmy Samsung SDI będą montowane w zestawy akumulatorów, dostosowane do gamy ciężkich modeli aut Volvo Trucks z napędem elektrycznym: FH, FM i FMX. Produkcja seryjna rozpocznie się w trzecim kwartale 2022 roku. Ważne pozostają przy tym krótszy czas realizacji i gospodarka cyrkularna. Każdy pakiet akumulatorów ma pojemność 90 kWh, a w e-ciężarówce klient może wybrać maksymalnie sześć pakietów akumulatorów (540 kWh). Liczba akumulatorów zależy od specyficznych wymagań użytkownika dotyczących zasięgu i ładowności. Dzięki takiemu zintegrowaniu procesu montażu akumulatorów z programem produkcyjnym podmiot może też skrócić czas realizacji zamówień dla klientów i zapewnić im wydajne akumulatory, a jednocześnie wspierać gospodarkę obiegu zamkniętego. Do tego akumulatory Volvo Trucks są projektowane w taki sposób, aby można je było później regenerować, odnawiać i ponownie wykorzystywać. Sam zakład jest zasilany w 100% energią odnawialną.

Rozważania na temat ekologizacji samochodów ciężarowych⁵²

Na tym etapie elektryczne samochody ciężarowe są zazwyczaj przeznaczone do użytku miejskiego, w którym cykle transportowe są przewidywalne – dotyczy to np. dostaw, wywozu śmieci i lekkiego transportu budowlanego. Założenia wdrażania elektryfikacji tego taboru są następujące:

1. Wszystko zależy od tego, jak się to robi. Istnieje kilka sposobów ograniczenia emisji z transportu. Przykładowo pojazdy o niższej emisji CO₂, bardziej ekonomiczne, będą zwykle droższe w zakupie. Powstaje zatem pytanie: jak ważne są te przyszłe oszczędności paliwa? Zazwyczaj odpowiedź brzmi: nie ceni się oszczędności paliwa w przyszłości. Wolałoby się bowiem wykorzystać te środki finansowe na coś innego. W tym miejscu pojawia się stopa dyskontowa. Jeśli użyje się modelu zakładającego, że kupujący będzie reagować tylko na sygnały cenowe i nic więcej, konieczne okaże się zwrócenie większej uwagi na inne kwestie, np. przez wyższą cenę emisji dwutlenku węgla, zanim zainwestuje się nawet w wariant hybrydowy. Będzie to więc wyglądać na trudny i drogi sposób zmniejszenia emisji CO₂. Ta i inne bariery znajdują odzwierciedlenie w stopie dyskontowej. Jeśli porówna się to do kosztu redukcji emisji, da się łatwo stwierdzić, że znacznie lepiej skupić się na innych cięciach emisji gazów cieplarnianych.

W wyraźnym przykładzie podzielonych zachęt producenci, którzy bezpośrednio nie korzystają z oszczędności, mają bardzo niskie zachęty do rozwijania tych technologii. Gdy teraz, na początku lat 20. XXI wieku, ustali się standardy oszczędności paliwa, zobowiązujące wszystkich wytwórców samochodów do sprzedawania bardziej oszczędnych pojazdów, to dla klienta pojawi się wybór. Będzie on nawet musiał kupić bardziej ekonomiczny model. A ponieważ wszyscy dostawcy aut muszą sprzedawać czystsze warianty, ich liczba wzrośnie,

⁵² Materiały wewnętrzne Volvo Trucks.

a producenci zaczną oferować swoje oszczędne modele w bardziej atrakcyjnych cenach, uzyskując większe oszczędności paliwa za mniejsze pieniądze. Tym samym, patrząc na to zagadnienie z tej perspektywy, uzna się, że redukcja emisji gazów cieplarnianych w transporcie będzie bardzo opłacalna.

- 2. Koszty są zwykle przeszacowane, a efektywność kosztowa z czasem się poprawia.** Wiele opcji ograniczenia emisji z transportu wymaga inwestycji w nowe technologie. Na początku technologie te mogą być bardzo drogie, ale z czasem ich potencjał rośnie, a koszty maleją. Tak już dzieje się z kosztami baterii. Wzrost skali produkcji, innowacje i efekty uczenia się są zwykle niedoceniane, a rozwiązania transportowe wydają się droższe, niż są w rzeczywistości. Fakt, że technologia w transporcie wymaga czasu, aby w pełni się rozwinąć, stanowi tylko kolejny powód do zainwestowania w te projekty tak szybko, jak to możliwe. Wczesne wprowadzenie na rynek ma kluczowe znaczenie dla osiągnięcia redukcji emisji w przyszłości.
- 3. Niższe emisje z transportu są korzystne dla gospodarki.** Zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych w sektorze transportu oznacza spalanie mniejszej ilości produktów przerobu ropy. Bezpośrednio wpływa to na ilość pieniędzy wydawanych przez kierowców na paliwo. Te pieniądze można następnie wydać na inne dobra i pobudzić gospodarkę. Rzeczywiście pieniądze wydane na import ropy z Rosji lub Bliskiego Wschodu tworzą znacznie mniej miejsc pracy lub mniejszą wartość dodaną w UE niż pieniądze wydane na technologię lub w sklepach. Mniejsze zużycie paliwa wpływa również na jakość powietrza w miastach. Model uwzględniający jedynie koszty redukcji emisji przez transport ignoruje to wszystko.
- 4. Problem: „Nie można jednocześnie mieć ciastka i zjeść ciastka”.** Z punktu widzenia budżetu państwa minusem większej efektywności paliwowej i niższego zużycia paliwa są niższe przychody z podatków paliwowych. To trochę jak zniechęcanie do palenia. To oczywiście świetny pomysł, ale jeśli się powiedzie, ostatecznie wpływy z podatków spadną. Jeśli użyje się modelu postrzegającego powyższe jako stratę pieniężną, spowoduje to, że ograniczenie emisji z transportu będzie mniej atrakcyjne. Decydenci nadal powinni porównywać opcje redukcji z punktu widzenia dobrobytu, ale powinni także poprawnie interpretować wyniki. Odzwierciedla to tylko zmieniający się sektor, wymagający alternatywnych źródeł dochodów w celu uzupełnienia opodatkowania paliw. Opłaty drogowe oparte na odległości wydają się najlepszym rozwiązaniem. Oprócz zastąpienia wpływów z podatku od paliw zachęcałoby to jeszcze do zwiększenia wydajności transportu jako takiego, a nie tylko wydajności samych pojazdów. Co więcej, ma to też sens z punktu widzenia klimatu. Rzeczywiście, im bardziej skuteczna jest polityka klimatyczna, tym mniejsze będzie zapotrzebowanie na ropę. To obniży ceny i doprowadzi do sytuacji, kiedy ropa będzie tania. Jeśli chce się uniknąć taniego oleju napędowego utrudniającego korzystanie z czystszych rozwiązań, pobieranie opłat drogowych stanowi rozwiązanie.

Inwestycje i polityka odnoszące się do emisji z transportu muszą być realizowane już dzisiaj – od początku tej dekady, aby zapewnić opłacalne cięcia emisji w przyszłości. Redukcja emisji z transportu nie jest drogą. Przeciwnie, jeśli użyje się odpowiednich instrumentów, będzie nie tylko opłacalna, ale i ekonomicznie korzystna. Według badań koszty w wyniku globalnego ocieplenia, spowodowane przez samochody ciężarowe, odpowiadające za około jedną czwartą emisji z transportu drogowego, wynoszą 17 mld EUR. Na auta te przypada ponad 40% emisji NOx z transportu w Europie. Oceniane są następstwa zanieczyszczenia powietrza przez nie, głównie ze względu na skutki zdrowotne. Ich największy koszt, wynikły ze szkód drogowych w całej Europie, to 58 mld EUR rocznie.

2.5. Daimler – Mercedes-Benz Trucks⁵³

Niemiecki koncern od dawna chce uchodzić za branżowego lidera w wielu obszarach, w tym w wymiarze ekologicznym. W związku z tym prace nad wariantami bardziej proekologicznymi prowadzi od lat, w swojej historii w celach testowych sprawdzając wiele różnych alternatywnych paliw i technologii. Od kilku lat skupia się jednak głównie na rozwoju pojazdów elektrycznych oraz dosyć mocno wchodzi w rozwiązania związane z wodorem. Natomiast nieco niszowy wymiar mają propozycje w sferze gazyfikacji.

Dla Daimlera – Mercedesa zagadnienie pojazdów z hybrydowymi układami napędowymi, czy szerzej alternatywnymi układami napędowymi i układami napędowymi na paliwa alternatywne, nie należy do tematów nowych. W 1969 roku powstał OE302 – testowy autobus miejski z hybrydowym zespołem napędowym. 10 lat później, w 1979 roku, zbudowano pierwszy autobus z kombinowanym układem hybrydowym z silnikami spalinowym i elektrycznym oraz akumulatorami. Autobus ten nosił symbol OE305. Także w 1979 roku rozpoczął się pilotażowy, 5-letni projekt wykorzystania 13 elektrycznych, hybrydowych autobusów w normalnym ruchu miejskim. W 1997 roku, w oparciu o miejski model O405, skonstruowano NEBUS – pierwszy autobus z układem napędowym z ogniwami paliwowymi. System napędowy wykorzystujący ogniwa paliwowe był dalej rozwijany w miejskim, niskopodłogowym autobusie kolejnej generacji, nazwanym Citaro. W 2003 roku 36 sztuk Citaro z ogniwami paliwowymi trafiło do normalnej eksploatacji w wybranych miastach na trzech kontynentach. W 2009 roku rozpoczęło się natomiast małoseryjne wytwarzanie hybrydowego Citaro BlueTec Hybrid. Jednocześnie Daimler realizował różnorodne przedsięwzięcia na rynkach amerykańskim i japońskim. Dotyczyły one zarówno autobusów, jak i samochodów, tych ostatnich przeznaczonych głównie do typowej dystrybucji, gdyż w tej sferze oszczędności są największe, z kolei tro-

⁵³ O ile nie wskazano inaczej, tekst oparto na materiałach wewnętrznych, w tym promocyjnych, Daimler – Mercedes-Benz na temat paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych, lata 1998-2022.

ska o stan zanieczyszczenia środowiska w miastach – znaczna. Takie auta koncern rozwijał również w Europie i praktycznie wszystkie one należały do linii Atego. W 2000 roku wystartował program Elcidis, w ramach którego sześć egzemplarzy sprawdzano w Sztokholmie. W 2007 roku na konferencji „Shaping Future Transportation” został pokazany pierwszy tzw. techniczny prototyp. We wrześniu 2008 roku⁵⁴ na targach IAA w Hanowerze ujawniono natomiast już tzw. prototyp komercyjny, czyli powoli nadający się do wprowadzenia na rynek. Tym prototypem był typowo dystrybucyjny, od początku 2008 roku jeżdżący po europejskich drogach, Atego BlueTec Hybrid. Do jego najważniejszych cech należały: dopuszczalna masa całkowita 11 990 kg, 4-cylindrowy, 218-konny silnik OM924LA Euro 5 (810 Nm) oraz 44-kilowatowy (420 Nm) silnik elektryczny, zamontowany między sprzęgłem a zautomatyzowaną skrzynią Mercedes G85. Silnik ten wykorzystywano podczas ruszania, a w trakcie jazdy przy niskich i średnich prędkościach obrotowych oraz gdy występowało większe zapotrzebowanie na moc, np. przy przyspieszaniu albo jeździe pod górę, stale lub na moment, w zależności od stopnia naładowania, wspomagał silnik Diesla. Energię do silnika elektrycznego gromadziły wysoko wydajne akumulatory litowo-jonowe, a redukcja zużycia paliwa wynosiła do 20%.

Poza tym w 2008 roku na targach IAA podmiot przedstawił dwa niezwykle ciekawe hybrydowe wydania specjalistycznego modelu Econic. Pierwsze, o nazwie Econic BlueTec Hybrid, bazowało na 3-osiowej odmianie Econic 2629NLA i miało 6-cylindrowy, 6,4-litrowy, 286-konny silnik Diesla Euro 5, oraz zamontowany przed zautomatyzowaną skrzynią elektryczny silnik o maksymalnych 44 kW i 420 Nm. Układ hybrydowy dopełniał zespół akumulatorów litowo-jonowych, a w miejscach, gdzie wymagana była zerowa emisja zanieczyszczeń, do napędu mógł służyć jedynie silnik elektryczny. Drugi z hybrydowych Econiców – HGT Hybrid to pojazd, w którym Mercedes zastosował proste i jednocześnie nowatorskie pod względem koncepcyjnym rozwiązanie, polegające na połączeniu silnika gazowego z silnikiem elektrycznym. Bazę stanowi 3-osiowy, gazowy Econic NGT 2628NLA z 6,9-litrowym, 6-cylindrowym, 279-konnym silnikiem M906LAG, a system elektryczny był identyczny jak w BlueTec Hybrid. W efekcie, jak zapewniali przedstawiciele firmy, perspektywy takiego układu napędowego miały być niezwykle obiecujące. Koszty paliwa w porównaniu z wariantem dieslowskim miały ulec obniżeniu do nawet 60%, z kolei silnik gazowy mógł także pracować na biogazie, tym samym czyniąc NGT 2628NLA środkiem przewozu całkowicie neutralnym pod względem emisji CO₂. Do tego gaz ziemny przechowywano w postaci ciekłej i sprężonej (gaz skroplony) jako LNG w temperaturze -161,5°C. Dzięki temu cały gazowy system zasilania mógł być lżejszy i mniejszy, a dodatkowa masa własna, spowodowana montażem hybrydowego zespołu napędowego, ulegała redukcji o połowę – z około 1000 do 500 kg.

Ponadto w 2008 roku na targach IAA Mercedes sprawił niemałą sensację, pokazując typ Axor BlueTec Hybrid – prototypowy, praktycznie pierwszy na świecie

⁵⁴ Materiały prasowe Mercedesa na targi IAA, 2008.

hybrydowy 2-osiowy ciągnik siodłowy przeznaczony do przewozów na dalekich dystansach. Napędzał go równoległy układ hybrydowy, składający się z zaledwie 7,2-litrowego, 326-konnego (1300 Nm) silnika OM926LA, silnika elektrycznego o mocy 44 kW i momencie 420 Nm oraz „spinającej” oba źródła napędu 12-biegowej, w pełni automatycznej przekładni Mercedes-Benz PowerShift. Zasada działania układu była niezwykle prosta. Energię elektryczną gromadziły akumulatory litowo-jonowe. Do ruszania służył wyłącznie silnik elektryczny. Przystawki odbioru mocy na biegu jałowym napędzał silnik spalinowy. System start-stop wyłączał część dieslowską, gdy pojazd miał się zatrzymać. Silnik elektryczny napędzał auto do uzyskania przez nie określonej prędkości. Gdy zapotrzebowanie na moc rosło, silnik elektryczny wspomagał silnik Diesla.

Badania wykazały, że w zależności od warunków eksploatacji Axor BlueTec Hybrid zużywał od 4 do nawet 10% (przeciętnie 6%) mniej paliwa. To jednak okazało się za mało, wobec tego właśnie z powodu relatywnie niewielkich możliwych do uzyskania oszczędności w zużyciu paliwa model ten nie odniósł sukcesu. Specjaliści z koncernu wskazywali potem, iż takie oszczędności czyniły to przedsięwzięcie kompletnie nieopłacalnym w układzie ekonomicznym, jeśli uwzględniono się o wiele wyższą cenę nabycia teoretycznie seryjnego egzemplarza hybrydowego w porównaniu z tradycyjnym czysto spalinowym odpowiednikiem. Do tego na niekorzyść hybrydy działała jej zdecydowanie wyższa masa własna, skutecznie redukująca efektywną ładowność wskutek montażu zespołu silnika elektrycznego oraz modułu baterii litowo-jonowych. Tego wzrostu niestety nie była w stanie skompensować niższa masa mniejszego silnika spalinowego OM926LA zamiast większego i cięższego OM457.

Natomiast w sferze samych odmian gazowych od lat jako produkty wybitnie niszowe i z realnie małym wsparciem marketingowym proponowane są gazowe Econic NGT i Actros NGT (technologia gazu ziemnego – Natural Gas Technology)⁵⁵.

Econic to typowy wariant przystosowany do pracy w mieście, ze względu na zastosowanie w nim mocno wysuniętej do przodu tzw. kabiny niskowejściowej. Dlatego w pierwszym rzędzie znajduje zastosowanie w klasycznej dystrybucji i w służbach komunalnych, głównie przy zbieraniu i wywozie odpadów stałych. Niemniej istnieje także wersja dla sektora budowlanego.

W konfiguracji gazowej Econic NGT napęd pochodzi od – opracowanego na bazie nowoczesnej wysokoprężnej jednostki z typoszeregu 936 – 6-cylindrowego silnika rzędowego o pojemności skokowej 7,7 litra. Osiąga on maksymalne – moc 222 kW/302 KM i moment obrotowy 1200 Nm. Ten zasilany gazem silnik Euro 6 okazuje się niezwykle ekologiczny, gdyż wyróżnia go wyjątkowo niski poziom hałasu i emisji spalin. Dzięki właściwemu spalaniu gazu ziemnego emituje jedynie minimalne ilości drobnego pyłu i cząstek sadzy. Podczas spalania gazu ziemnego powstaje także o około 20% mniej CO₂. Przy wykorzystaniu biogazu zaś bilans

⁵⁵ Materiały koncernu na temat gazowych Econic NGT i Actros NGT, 2019-2021.

dwutlenku węgla wypada wręcz neutralnie. Również poziom hałasu leży znacznie poniżej prawnie dozwolonej granicy – widać tu duży potencjał do uzyskania znaków jakości dla szczególnie cichych pojazdów. Proponowane konfiguracje napędu Econica NGT to 4×2 i 6×2/4, a dopuszczalna masa całkowita może wynosić 18 000 bądź 26 000 kg.

Oprócz tego jest dostępny szosowy gazowy Actros ostatniej generacji, znany jako Nowy Actros NGT. Po raz pierwszy został on przedstawiony publicznie na początku maja 2019 roku w trakcie pokazów w Barcelonie. Obecnie (stan na rok 2022) występuje w dwóch wydaniach: 2-osiowym o dopuszczalnej masie całkowitej 18 000 kg – Actros 1830 L NGT i 3-osiowym o dopuszczalnej masie całkowitej 26 000 kg – Actros 2630 L NGT. Niezależnie od wydania napęd zapewnia gazowy wariant 6-cylindrowego, rzędowego, 7,7-litrowego silnika OM 936, przygotowany do wykorzystania w roli paliwa 100% CNG. Cechują go moc maksymalna 222 kW/302 KM i maksymalny moment obrotowy 1200 Nm. Za przeniesienie napędu odpowiada w pełni automatyczna skrzynia przekładniowa Allison. Umieszczony po bokach system zbiorników gazu o pojemności do 580 l gwarantuje zasięg do 650 km. Mercedes podkreśla, że CNG – przechowywany w stanie gazowym w temperaturze otoczenia w solidnych zbiornikach pod ciśnieniem około 200 barów – nie powinien być mylony ze skroplonym gazem ziemnym LNG (*Liquefied Natural Gas*). W przypadku LNG gaz ziemny jest bowiem magazynowany w postaci ciekłej w temperaturze około -160°C .

W sytuacji zastosowań, kiedy nie trzeba dziennie pokonywać dużego dystansu, zazwyczaj wybierana będzie kabina niższa i węższa, krótka, dzienna M Classic-Space o szerokości 2,3 m, z tunelem silnika wnikającym do wewnątrz na wysokość 320 mm.

Pomimo pewnych zarzutów gaz wciąż uchodzi za uzasadniony ekonomicznie, ekologicznie i eksploatacyjnie zamiennik oleju napędowego. Jest ekologiczny, bo spośród wszystkich paliw kopalnych gaz ziemny ma najlepszy stosunek wyprodukowanej energii do ilości emitowanych zanieczyszczeń. Może to się przyczynić do zmniejszenia smogu i efektu cieplarnianego. Natomiast w sytuacji zastosowania biometanu do 95% niższa emisja CO_2 powinna przełożyć się na poprawę jakości powietrza. Dochodzi do tego jeszcze niższa emisja hałasu, mniejsza niż w przypadku silnika wysokoprężnego. Ekonomiczność stanowi zaś pochodną tego, iż dzięki niskim kosztom CNG w całej Europie i wsparciu rządowemu w wielu krajach koszty operacyjne są niższe niż w przypadku silników wysokoprężnych. Kolejną kluczową zaletę stanowi wygodne i szybkie tankowanie. Przy tym w Europie sieć stacji tankowania CNG należy do dość gęstych, a pojazdy zasilane sprężonym gazem ziemnym – ze względu na swoją większą cichobieżność – są często zwolnione z ograniczeń w ruchu w godzinach wieczornych oraz nocnych czy/i wjazdu do ścisłych centrów. W związku z tym stają się niemal idealne właśnie do dostaw w nocy i w miejscach o ograniczonym dostępie. W dodatku do ważnych kwestii zalicza się bezpieczeństwo użytkowania. Wynika ono z faktu, że tankowanie jest tak samo ła-

twe jak w przypadku innych paliw tradycyjnych. Poza tym gaz ziemny jest lżejszy od powietrza i dlatego ulatnia się podczas emisji.

Mercedes zwraca także uwagę, że CNG (*Compressed Natural Gas*) to paliwo kopalne otrzymywane poprzez sprężanie gazu ziemnego. Składa się głównie z metanu i innych lekkich węglowodorów, takich jak propan i butan. Może być również otrzymywany poprzez fermentację pozostałości organicznych przy użyciu w 100% ekologicznego procesu (biometan).

Jako grupę docelową – potencjalnych nabywców Actrosa NGT i Econica NGT niemiecki koncern wymienia:

- świadome ekologicznie firmy transportowe wdrażające „zieloną filozofię”,
- podmioty z branży komunalnej – ekologii i transportu odpadów,
- wyspecjalizowane firmy zajmujące się przewozem ładunków na potrzeby dostaw na małą i średnią odległość.

W efekcie w pierwszym rzędzie wśród odbiorców trzeba wymienić sektory: ciężkiej dystrybucji miejskiej, komunalny, selektywnej zbiórki odpadów oraz budownictwa miejskiego – realizowanego w miastach. Możliwe są też dostawy dla jeżdżących w ruchu lokalnym i regionalnym – na odległość w promieniu do 150-250 km zestawami o dopuszczalnej masie całkowitej do 32 000-36 000 kg.

Niemniej, jak większość liczących się konkurentów, Mercedes traktuje technologie gazowe jako wyjście przejściowe – czasowe, suboptymalne, wdrażane, gdyż nie istnieje inna komercyjnie łatwo dostępna i relatywnie tania technologia napędów, alternatywna czy w układzie paliwowym, czy/i silnikowym w stosunku do powszechnych układów z jednostką wysokoprężną. Dlatego w połowie 2022 roku postanowił zakończyć proponowanie odmian gazowych. Stały za tym – poza ekonomicznymi i rynkowymi – głównie względy polityczno-strategiczne oraz wynikające z korporacyjnej poprawności politycznej. Ta rezygnacja z gazu, w warunkach niemieckich głównie rosyjskiego, oznacza skupienie się w sferze paliwowo-napędowych alternatyw wyłącznie na prądzie. Tym bardziej, że koncern już od lat wchodzi w elektryczność, ale wejście to ewidentnie odbywało się dotąd (połowa 2022 roku) w sposób stopniowy – ewolucyjny. Najpierw zawsze następowała faza niszowej komercjalizacji, pozwalająca na zebranie koniecznego doświadczenia.

Zarazem firma doskonale zdaje sobie sprawę z tego, iż układy w pełni elektryczne jeszcze przez wiele lat będą nacechowane immanentnymi wadami, będącymi bezpośrednią pochodną wad stosowanych akumulatorów. W rezultacie co najwyżej efektywnie nadawać się będą do napędu pojazdów wykorzystywanych w przewozach na krótkich dystansach, w pierwszym rzędzie w klasycznej dystrybucji oraz w służbach komunalnych. Możliwe są też pewne zastosowania w obsłudze ruchu lokalnego i regionalnego. Natomiast ze względu na ograniczoną pojemność i wciąż wysokie cenę oraz masę układy elektryczne przez co najmniej kolejne półtorej dekady – do 2030-2035 roku – nie osiągną stopnia rozwoju pozwalającego na ich bezproblemowe wdrożenie w pojazdach wykorzystywanych do obsługi ruchu na dalekich trasach. Rozwiązanie mają stanowić powiązane wo-

dór oraz technologia ogniwi paliwowych. W związku z tym podmiot także zaczyna w nie inwestować, co ciekawe, poszukując partnerów zewnętrznych zarówno co do z jednej strony pokładowych technologii napędu wodorowego, z drugiej – sieci stacji tankowania wodoru.

W takiej sytuacji, chcąc zaproponować neutralne pod względem emisji CO₂ rozwiązania dla użytkowników samochodów ciężarowych⁵⁶, koncern konsekwentnie realizuje swoją wizję transportu neutralnego pod względem emisji CO₂, koncentrując się na technologiach prawdziwie lokalnie neutralnych pod względem emisji CO₂. Są nimi zasilanie akumulatorowe i wodorowe ogniwa paliwowe, które w perspektywie długoterminowej wykazują potencjał odniesienia sukcesu na rynku. To połączenie umożliwia oferowanie klientom właściwych opcji pojazdów, w zależności od zastosowania. Pojemność akumulatora będzie raczej używana w przypadku mniejszych mas i na krótszych dystansach. Zasilanie ogniwami paliwowymi będzie preferowaną opcją w przypadku cięższych ładunków i na dłuższych trasach. Klienci podejmują racjonalne decyzje zakupowe i nie chcą iść na kompromis w kwestii przydatności ich taboru do codziennego użytku, tonażu i zasięgu.

Wstępny prototypowy eActros⁵⁷ dedykowany do obsługi ruchu miejskiego i regionalnego w układzie konstrukcyjnym w zakresie swojej architektury opiera się na ramie tradycyjnego Actrosa. Poza tym w całości bazuje na napędzie elektrycznym – wykorzystuje schemat wyłącznie z napędem elektrycznym z dużą ilością określonych części. Do napędu służą dwa zintegrowane silniki elektryczne o wysokiej sprawności, zapewniające równomierny przyrost mocy z wysokim początkowym momentem obrotowym. Są one rozlokowane w pobliżu piast kół tylnej osi. Moc każdego z nich wynosi 126 kW, a maksymalny moment obrotowy to 485 Nm. Moc wyjściowa kształtuje się zatem na poziomie mocy analogów z silnikiem wysokoprężnym. Jednocześnie maksymalny moment obrotowy przekazywany na koła równa się 11 000 Nm. Maksymalne dopuszczalne obciążenie osi to z kolei zwykle 11 500 kg. Energię przechowują akumulatory litowo-jonowe o pojemności 240 kWh. W zależności od dostępnej wydajności ładowania pełne ładowanie trwa od 2 do 11 godzin – odpowiednio przy 150 lub 20 kW.

Ogólnie w eActrosie bezzwłoczna dostępność momentu obrotowego z silników elektrycznych połączonych z dwustopniową skrzynią biegów oznacza dobre przyspieszenia oraz wysoki komfort i dynamikę jazdy, które w porównaniu z konwencjonalnym odpowiednikiem napędzanym silnikiem wysokoprężnym umożliwiają bardziej relaksujące i mniej stresujące prowadzenie. Nisko położony środek ciężkości sprzyja zaś lepszej charakterystyce pokonywania zakrętów. Przy pełnym obciążeniu silnika praca kierowcy staje się przyjemniejsza także dzięki obniżeniu hałasu wewnątrz kabiny o 10 dB, co w przybliżeniu odpowiada zmniejszeniu odczuwalnego poziomu hałasu aż o połowę. Niski poziom hałasu umożliwia też realizowanie do-

⁵⁶ Materiały prasowe Daimler Trucks na temat odmian alternatywnych, 2021.

⁵⁷ Materiały prasowe Daimler – Mercedes na temat modelu eActros z lat 2018-2021.

staw w godzinach nocnych. Kolejną różnicą w stosunku do odpowiedników z silnikiem wysokoprężnym jest znacznie mniejszy poziom drgań.

Model eActros został wprowadzony na rynek jako 2- i 3-osiowe podwozie. Daimler Trucks osadził ten wariant w całościowym ekosystemie, obejmującym usługi doradcze w zakresie mobilności elektrycznej, takie jak analiza tras, sprawdzanie ewentualnych dotacji, wspieranie integracji operacyjnej floty i opracowywanie odpowiednich rozwiązań w zakresie infrastruktury ładowania. Za seryjną produkcję eActrosa odpowiada fabryka Mercedes-Benz w Wörth am Rhein. Pierwszy seryjny egzemplarz zjechał z linii montażowej w tym zakładzie na początku października 2021 roku. Centralnym punktem produkcji seryjnej jest tu Future Truck Center – jego oficjalne uruchomienie nastąpiło wraz z rozpoczęciem produkcji seryjnej pojazdu. Zanim eActros trafi do Future Truck Center w celu elektryfikacji, zostanie elastycznie włączony w produkcję na istniejącej już linii składania, obok typów z napędem konwencjonalnym. Zasadniczo budowa różnych rodzajów pojazdów w fabryce w Wörth ma być jak najbardziej zintegrowana, a podstawowa konstrukcja ma powstawać na jednej linii – niezależnie od tego, czy buduje się konwencjonalny silnik spalinowy, czy elektryczny układ napędowy. W przyszłości w Future Truck Center ma się też odbywać elektryfikacja innych samochodów Mercedes-Benz o neutralnej emisji CO₂. W drugiej połowie 2022 roku ma ruszyć produkcja seryjna eEconica do zastosowań komunalnych. Na rok 2024 przewiduje się gotowość do produkcji seryjnej eActrosa LongHaul – pojazdu do transportu dalekobieżnego.

W styczniu 2020 roku⁵⁸ Daimler Trucks ogłosił, że robi kolejny logiczny krok w sferze elektryfikacji samochodów ciężarowych poprzez wprowadzenie akumulatorowo-elektrycznego modelu Mercedes-Benz eEconic do użytku komunalnego. Ma on nisko umieszczoną „kabinę DirectVision” z panoramiczną szybą przednią i przeszklonymi drzwiami pasażera, co gwarantuje kierowcy bezpośredni kontakt wzrokowy z niechronionymi użytkownikami dróg, takimi jak rowerzyści i piesi, jawiący się jako kluczowe kryterium bezpieczeństwa w ruchu drogowym. Poza tym kierowca i załoga wsiadają i wysiadają, wykonując tylko dwa kroki po stronie przeciwnej do ruchu. W efekcie wychodzenie z kabiny staje się bezpieczne i pomaga uniknąć wypadków. Następną kluczową zaletą to znaczna wysokość we wnętrzu, pozwalająca na swobodne stanięcie i ułatwiająca też dostęp. Ogólnie pojazd ten powstał pod kątem potrzeb zrównoważonej organizacji logistyki w miastach i opiera się na w pełni elektrycznym oraz dedykowanym do ciężkiej dystrybucji eActrosie. Będzie początkowo oferowany w konfiguracji 3-osiowej 6×2/N NLA, poszukiwanej głównie do zbiórki odpadów w zastosowaniach związanych z gospodarką śmiecia-

⁵⁸ https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=45406267&ls=L3NIYXJJaHJlc3VsdC9zZWYyY2hyZXN1bHQeGh0bWw_c2VhcmNoU3RyaW5nPWVfY29uaWMmc2Vhc mNoSWQ9MCZzZWYyY2hUeXBIPWRldGFpbGVkMmJvcmlcnM9dHJ1ZSZyZXN1bHRJbmc2VzV HlwZUIkPTQwNjI2JnZpZXduXBIPWxc3Qmc29ydERlZmluaXRpb249UFVCTEITSEVEX0FUL TImdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTAmcm93Q291bnRzSW5kZXg9NQ!!&rs=0

mi. Stanowi więc dobre rozwiązanie dla klientów poszukujących taboru do użytku miejskiego: w gospodarce komunalnej – do zbiórki odpadów/nieczystości oraz w tzw. ciężkiej dystrybucji miejskiej. Nadaje się do elektryfikacji, stanowiąc dobry wybór dla typów zasilanych bateriami, gdyż sprawdzi się w tych aplikacjach ze względu na swój profil zastosowania, charakteryzowany przez stosunkowo krótkie i dające się zaplanować codzienne trasy o długości do 100 km oraz bardzo duży udział operacji zatrzymywania się i ruszania – tzn. wysoką częstotliwość postojów, hamowań i ruszań (*stop-and-go*). Ponadto, w następstwie przewidywalnego stylu jazdy, podczas hamowania da się odzyskać energię elektryczną, aby naładować akumulator, co dodatkowo poprawia zasięg i wydajność. Do tego dochodzą zapewniane w ruchu miejskim wysoki poziom ergonomii i bezpieczeństwa oraz dwie następne kluczowe cechy, szczególnie ważne do zastosowań na obszarach zurbanizowanych – tzn. lokalna bezemisyjność i bardzo niski poziom emitowanego hałasu. Co więcej, kierowcę wspiera wiele zaawansowanych systemów wspomagających bezpieczeństwo, takich jak Sideguard Assist.

Praktyczne wykorzystanie – test eEconica – rozpoczęło się w 2021 roku. Wybrani klienci sprawdzali te auta pod kątem ich codziennej praktyczności w rzeczywistych zastosowaniach. Doświadczenia zdobyte podczas tych prób u użytkowników bezpośrednio wpłynęły na podjęcie decyzji o rozpoczęciu produkcji seryjnej. Zgodnie z bazowo przyjętym planem powinna się ona zacząć w 2022 roku.

W dniu 16 września 2021 roku⁵⁹ podmiot zaprezentował swoją strategię technologiczną w zakresie elektryfikacji pojazdów, od dystrybucji miejskiej po międzynarodowy transport dalekobieżny, tym samym potwierdzając swoje zaangażowanie w realizację celów Konwencji paryskiej w sprawie ochrony klimatu. Kwestia dotyczy technologii samochodów dla segmentu transportu dalekobieżnego, zasilanych wodorem z ogniwami paliwowymi, w tym wdrożenia globalnej architektury platformy ePowertrain. Na tym pokazie ujawniono także dwa zupełnie nowe i przygotowane pod kątem pewnej rewolucji w drogowym transporcie towarowym dalekiego zasięgu warianty studyjne. Stylistycznie bazują one na innym koncepcyjnym wydaniu – pokazanym na targach IAA 2014 w Hanowerze i powstałym pod kątem jazdy automatyzowanej oraz autonomicznej typie Mercedes-Benz Future Truck 2025⁶⁰.

GenH2 Truck to model koncepcyjny, wyznaczający początek drogi do komercjalizacji napędu z ogniwami paliwowymi. Tym samym firma po raz pierwszy demonstrowa, jakie konkretne technologie i jak szybko rozwija, tak aby na jednym

⁵⁹ Daimler Trucks – materiał prasowy, 16 września 2021.

⁶⁰ https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=48289226&ls=L3N1YXJjaHJlc3VsdC9zZWYyY2hyZXN1bHQueGh0bWw_c2VhcmNoU3RyaW5nPUdlbkgyK1RydWNrJnN1YXJjaElkPTAmc2VhcmNoVHlwZT1kZXRhaWxlZCZib3JkZXJzPXRydWUmcVzdWx0SW5mb1R5cGVJZD00MDYyNiZ2aWV3VHlwZT1saXN0JnNvcnREZWZpbml0aW9uPVBVQkxJU0hFRF9BVC0yJnRodW1iU2NhbGVJbmRleD0wJnJvd0NvdW50c0luZGV4PTU!&rs=0; <https://www.media.daimler.pl/daimler-trucks-prezentuje-techniczna-strategie-elektryfikacji-swiatowa-premiera-koncepcyjnej-ciezarowki-mercedes-benz-z-napedem-na-ogniwa-paliwowe/>

zbiorniku wodoru modele klasy tonażowej ciężkiej z ogniwami paliwowymi mogły wykonywać elastyczne i wymagające przewozy długodystansowe o zasięgu do 1000 km i więcej. Ta koncepcyjna odmiana została więc przeznaczona do bardziej elastycznego i wymagającego transportu na dalekich trasach. Próby u klientów zaczną się w 2023 roku, z kolei produkcja seryjna ma ruszyć w drugiej połowie obecnej dekady. Przewiduje się, że dzięki zastosowaniu cieczy o większej gęstości energii zamiast wodoru w stanie gazowym osiągi tego auta będą porównywalne z konwencjonalnymi analogami z silnikiem Diesla. Natomiast eActros LongHaul – akumulatorowo-elektryczny typ o zasięgu około 500 km przeznaczony do energooszczędnego transportu na planowanych trasach długodystansowych – ma być gotowy do produkcji seryjnej w 2024 roku.

Inżynierowie ds. rozwoju w Daimler Trucks oparli wersję GenH2 na możliwościach konwencjonalnego odpowiednika do transportu długodystansowego Actros w zakresie siły pociągowej, zasięgu i osiągow. Na przykład seryjny GenH2 ma tworzyć zestawy o dopuszczalnej masie całkowitej 40 000 kg i ładowności 25 000 kg. Dwa specjalne zbiorniki na ciekły wodór i wyjątkowo mocny system ogniw paliwowych umożliwią osiągnięcie tak dużej ładowności i dużego zasięgu, tym samym tworząc podstawę koncepcji GenH2. Jednocześnie przy opracowywaniu zbiorników na ciekły wodór eksperci Daimlera mogą korzystać z istniejącej wiedzy oraz ściśle współpracują z partnerem zewnętrznym. W kwestii ogniw paliwowych podmiot korzysta z wieloletniego doświadczenia swoich ekspertów w zakresie technologii oraz metod i procesów wytwórczych. To ogromna zaleta. Tym bardziej, że w kwietniu 2020 roku Daimler Truck AG zawarł wstępną, niewiążącą umowę z Volvo Group w celu ustanowienia nowego *joint venture* w sferze przygotowania, produkcji seryjnej i komercjalizacji systemów ogniw paliwowych do użytku w ciężkich pojazdach użytkowych i innych aplikacjach. Połączenie sił partnerów obniży koszty rozwoju dla obu stron i przyspieszy wprowadzanie na rynek systemów ogniw paliwowych. *Joint venture* ma skorzystać z wiedzy Daimler Truck AG i Volvo Group. Aby ułatwić współpracę z Volvo Group, Daimler Truck AG połączył wszystkie działania związane z ogniwami paliwowymi w całej swojej Grupie w spółce zależnej Daimler Truck Fuel Cell GmbH&Co. KG.

Ponadto, ponieważ ciekły wodór umożliwia zastosowania wymagające dużej wydajności energetycznej, Daimler Trucks woli używać takiego wodoru (LH2). W tym stanie nośnik energii ma bowiem znacznie większą gęstość energii w stosunku do objętości niż wodór w stanie gazowym. W rezultacie zbiorniki typu z ogniwami paliwowymi wykorzystującego ciekły wodór są znacznie mniejsze, a ze względu na niższe ciśnienie też znacznie lżejsze. Daje to tym autom większe przestrzeń ładunkową i ładowność. Jednocześnie można zatankować więcej wodoru, co znacznie zwiększa zasięg. Powyższe sprawia, że seria GenH2, podobnie jak konwencjonalne wersje z silnikiem wysokoprężnym, nadaje się do wielodniowego, trudnego do zaplanowania transportu długodystansowego i tam, gdzie dzienna wydajność energetyczna pozostaje wysoka.

Obecnie (stan na rok 2022) Daimler Trucks pracuje nad rozwojem niezbędnych technologii układów zbiorników, aby ciekły wodór mógł być używany także w zastosowaniach mobilnych jako źródło energii w produkowanych seryjnie typach z ogniwami paliwowymi. Przechowywanie kriogenicznego ciekłego wodoru w temperaturze -253 stopni Celsjusza jest już powszechną praktyką w zastosowaniach stacjonarnych, np. w przemyśle lub na stacjach tankowania wodoru. Dotyczy to również transportu ciekłego wodoru jako ładunku. Dwa zbiorniki na ciekły wodór ze stali nierdzewnej, przeznaczone do seryjnej wersji GenH2, będą miały szczególnie dużą pojemność 80 kg (40 kg każdy), niezbędną do pokonywania długich dystansów. W seryjnym wydaniu GenH2 system ogniw paliwowych ma dostarczać 2×150 kW, a akumulator tymczasowo zabezpieczać dodatkowe 400 kW. Przy 70 kWh pojemność akumulatora jest stosunkowo niska, bo nie przeznaczono go do zaspokajania potrzeb energetycznych, ale głównie do włączania się w celu zapewniania sytuacyjnego wspomagania mocy ogniwa paliwowego, np. podczas szczytowych obciążeń w trakcie przyspieszania lub jazdy pod górę w stanie w pełni załadowanym. Zarazem stosunkowo lekki akumulator pozwala na większą ładowność. W egzemplarzach seryjnych akumulator ten ma być doładowywany energią hamowania i nadmiarem energii pochodzącej z ogniwa paliwowego. Podstawowy element wyrafinowanej strategii działania systemu ogniw paliwowych i akumulatorów stanowi układ chłodzenia i ogrzewania, utrzymujący wszystkie komponenty w idealnej temperaturze roboczej i w rezultacie gwarantujący maksymalną trwałość. W wykonaniu przedseryjnym oba silniki elektryczne są zaprojektowane na łączną moc ciągłą 2×230 kW i moc maksymalną 2×330 kW. Moment obrotowy wynosi odpowiednio 2×1577 Nm i 2×2071 Nm.

Prezentując GenH2 Truck, producent po raz pierwszy pokazuje swoje pełne zaangażowanie w rozwój konkretnych rozwiązań technicznych. Rozwiązania te mają umożliwić realizację różnorodnych i wymagających zadań w transporcie dalekobieżnym autom klasy tonażowej ciężkiej z napędem na ogniwa paliwowe, na jednym tankowaniu o zasięgu przekraczającym nawet 1000 km. Dzięki zastosowaniu wodoru ciekłego osiągi takiego auta powinny dorównywać osiągom porównywalnej konwencjonalnej opcji z silnikiem wysokoprężnym. Nowa metoda tankowania ma zostać wdrożona w seryjnej wersji GenH2 Truck, a przedtem zostanie poddana walidacji w kolejnych prototypach.

Natomiast eActros LongHaul z akumulatorem oferuje korzyści w zależności od zastosowania. Wersja do transportu dalekobieżnego będzie należała do tej samej klasy pojazdów co GenH2. Powstaje z myślą o energooszczędnym przewozie na planowanych trasach długodystansowych. Jej funkcje w dużej mierze pozostaną identyczne z cechami produkowanego seryjnie typu GenH2 lub konwencjonalnego odpowiednika z silnikiem Diesla, a zasięg na jednym ładowaniu akumulatora wyniesie około 500 km. Ten stosunkowo krótki zasięg na jednym ładowaniu akumulatora eActros LongHaul równoważy wysoką wydajnością energetyczną, gdyż aktualnie (stan na rok 2022) zdaniem Daimlera to właśnie napęd akumulatorowy wykazuje

najwyższą wydajność spośród alternatywnych układów napędowych. Ze względu na niskie koszty energii daje to przedsiębiorstwom transportowym znaczne korzyści w scenariuszach zastosowania przewidzianych dla eActros LongHaul. Wiele zastosowań długodystansowych w praktycznych operacjach firm przewozowych nie wymaga bowiem zasięgu większego niż około 500 km, które eActros LongHaul będzie w stanie pokonać na jednym ładowaniu. Ponadto wymogi prawne dotyczące czasu jazdy kierowców samochodów ciężarowych ograniczają potrzebę stosowania rozwiązań pod kątem pokonywania większych odległości, w zależności od przypadku. Na przykład w UE kierowcy takich aut muszą zrobić przynajmniej 45-minutową przerwę po 4,5 godziny prowadzenia. W tym czasie, dzięki najnowszej technologii ładowania, akumulator można ładować dużą częścią energii potrzebnej do trwającej jazdy. Dlatego eActros LongHaul będzie właściwym wyborem dla firm transportowych pod kątem regularnego użytkowania na planowanych trasach, przy odpowiednich odległościach i możliwościach ładowania – tzn. realizacji regularnych jazd po zaplanowanych trasach w sposób energooszczędny.

W momencie wprowadzenia na rynek w połowie dekady eActros LongHaul będzie dostępny na jakiś czas przed wodorowym modelem GenH2. Wymagana infrastruktura też może być przygotowana wcześniej, i po stosunkowo niskim koszcie, przez same firmy transportowe w celu ładowania w ich bazach. To tak zwane ładowanie przy magazynie stanowi najważniejszy krok w korzystaniu z eActros LongHaul i oznacza, że pierwsze obszary zastosowań mogą być już pokryte. Innym kluczowym elementem jest możliwość ładowania w celu zwiększenia zasięgu, np. podczas rozładunku lub załadunku, gdy samochód elektryczny i tak pozostaje nieruchomy. W przyszłości coraz większe znaczenie będzie jeszcze miało publiczne ładowanie na ogólnodostępnych stacjach wzdłuż głównych tras – szlaków transportowych. Tym samym ogólnokrajowa infrastruktura ładowania zmaksymalizuje zasięg działania wersji akumulatorowych. Poza tym nowe, trwalsze akumulatory przyczynią się do podniesienia konkurencyjności wariantów elektrycznych na baterie, zmniejszając całkowity koszt posiadania w całym cyklu życia tych aut. Ogólnie, dzięki alternatywnym koncepcjom napędu – GenH2 Truck, eActros LongHaul i eActros – podmiot wyraźnie skupia się na wymaganiach przewoźników i daje autentyczne, lokalnie neutralne pod względem emisji CO₂ alternatywy dla nich. Firma określi kluczowe specyfikacje technologiczne swoich typów elektrycznych, tak aby na wczesnym etapie wymagania były znane wszystkim zaangażowanym. Zadaniem decydentów, innych graczy oraz całego społeczeństwa staje się zatem zapewnienie odpowiednich warunków ramowych. Aby modele całkowicie elektryczne neutralne pod względem emisji CO₂ stały się konkurencyjne, potrzebne są działania regulacyjne i rządowe, w tym niezbędna infrastruktura do ładowania zielonej energii elektrycznej oraz do produkcji, przechowywania i transportu zielonego ciekłego wodoru.

Andreas Scheuer, federalny minister transportu i infrastruktury cyfrowej w Niemczech, wskazał: „Na naszych drogach potrzebujemy bezemisyjnych pojazdów ciężarowych. Należą do nich samochody ciężarowe z wodorowymi ogniwami

paliwowymi. Wodór ma ogromny potencjał w zakresie ochrony naszego środowiska i silnej gospodarki. Dlatego od ponad dziesięciu lat finansujemy wodór jako paliwo w transporcie – jednym z aktualnych przykładów jest zaprezentowany dzisiaj koncepcyjny samochód ciężarowy. Będziemy nadal wspierać rozwój przyjaznych dla klimatu układów napędowych oraz innowacji w Niemczech i dla nich. Obejmuje to między innymi znaczne zwiększenie finansowania pojazdów”⁶¹.

Generalnie Daimler Trucks realizuje zrównoważoną strategię korporacyjną w zakresie elektryfikacji gamy wyrobów dzięki akumulatorom i układom napędowym z ogniwami paliwowymi. Przy tym podobny schemat działań jak w Europie – tzw. zrównoważoną strategię korporacyjną – realizuje na rynkach Ameryki Północnej i Japonii. Dzięki globalnej strategii modularyzacji – wdrażania modułowych platform komponentowych – dotyczących komponentów na całym świecie, koncentruje się na jednolitych technologiach i architekturze pojazdów również w wersjach elektrycznych oraz jest w stanie je wdrożyć, a wskutek synergii może bardzo przyspieszyć rozwój. Już w 2022 roku przedsiębiorstwo chce, aby w głównych regionach sprzedaży w Europie, Stanach Zjednoczonych i Japonii jego portfolio pojazdów obejmowało powstające seryjnie odmiany z napędem akumulatorowo-elektrycznym. Powyższe ma na celu do 2039 roku oferowanie w Europie, Japonii i Ameryce Północnej wyłącznie nowych pojazdów, które podczas eksploatacji – jazdy (*tank-to-wheel* – tzw. podejście „od zbiornika do koła”) są neutralne pod względem emisji CO₂. W drugiej połowie dekady zaś firma zamierza uzupełnić swoją paletę wyrobów o seryjnie wytwarzane pojazdy napędzane wodorowymi ogniwami paliwowymi. Ostatecznym celem jest osiągnięcie do 2050 roku neutralności transportu drogowego pod względem emisji CO₂.

W kontekście swojej globalnej strategii Daimler Trucks też stosuje globalnie jednolitą, nową, ogólnosiwiatową architekturę dla całkowicie elektrycznych samochodów ciężarowych – jest nią modułowa platforma ePowertrain, będąca podstawą technologiczną wszystkich produkowanych seryjnie przez przedsiębiorstwo średnich i ciężkich, neutralnych pod względem emisji CO₂, całkowicie elektrycznych samochodów, niezależnie od tego, czy są zasilane wyłącznie akumulatorami, czy wodorem i oparte na ogniwach paliwowych. Ten modułowy układ będzie się charakteryzował wysokim poziomem wydajności, efektywności i trwałości. Dzięki ePowertrain Daimler Trucks planuje w takim razie osiągnąć synergii i ekonomię skali dla wszystkich odpowiednich pojazdów i rynków.

Technologiczne serce ePowertrain w pierwszej kolejności stanowi zintegrowany napęd elektryczny, tak zwany eDrive. Stosuje go się w postaci koncepcji e-carrier, tj. e-osi – elektrycznie napędzanej osi z jednym lub dwoma zintegrowanymi silnikami elektrycznymi wraz z przekładnią. eDrive jest wewnętrznym opracowaniem ekspertów Daimlera i w porównaniu z koncepcjami z jednym centralnym silnikiem oferuje wiele zalet. Na przykład bardziej kompaktowa konstrukcja pozwala na większą

⁶¹ Tamże.

przestrzeń do zainstalowania większej baterii o wyższej pojemności, co pozytywnie wpływa na zasięg. Duża pojemność akumulatora zapewnia także dostarczanie dużej ilości energii do e-osi, w ten sposób umożliwiając ciągle dostarczanie energii. Dzięki połączeniu dużej baterii z bardzo mocnymi silnikami elektrycznymi wzrasta również potencjał rekuperacji. eDrive ma być stosowany na całym świecie w różnych pojazdach Daimler Trucks w segmencie typów średnich i ciężkich, czy to z napędem czysto akumulatorowym, czy wodorowym. eDrive został mianowicie zaprojektowany jako rodzina napędów składająca się z różnych wariantów, z których pierwszy będzie miał swoją premierę w seryjnym wydaniu eActrosa. W ramach systemu modułowego eDrive można dostosować do rynku, segmentu i typu pojazdu.

Globalna koncepcja modułowego ePowertrain tworzy zatem synergię w zakresie rozwoju technologii dla różnych rynków i segmentów oraz oznacza korzyści skali w następstwie stosowania większej liczby jednolitych komponentów. To z kolei skutkuje konkurencyjnymi kosztami, których nie trzeba przerzucać na klientów. Ponadto planuje się, że duża część komponentów przejętych z konwencjonalnych układów napędowych przyczyni się do konkurencyjnego rozwoju i konkurencyjnych kosztów produkcji.

2.5.1. Spożytkowanie obszernej praktycznej wiedzy na temat napędu elektrycznego

Dzięki setkom pojazdów ZEV, takich jak eCascadia i eM2 marki Freightliner, Mercedes-Benz eActros i eCitaro oraz autobusy Thomas Built Buses Jouley, już używanych przez klientów, koncern zdobył dotąd wszechstronną, zorientowaną na praktykę wiedzę z zakresu funkcjonowania pojazdów elektrycznych. Tym bardziej, że do początku 2022 roku u użytkowników na całym świecie te pojazdy przejechały łącznie ponad 10 mln kilometrów. Pokonały je testowe egzemplarze akumulatorowo-elektryczne oraz seryjnie produkowane samochody i autobusy. Ogólnie, rozpoczynając w 2017 roku od w pełni elektrycznego FUSO eCanter, koncern przygotował najszerszą spośród wszystkich światowych wytwórców samochodów ciężarowych ofertę pojazdów użytkowych typu ZEV, przez co dysponuje niezwykle bogatym portfolio elektrycznym. Jego najnowsze komercyjne doświadczenie w sferze elektrycznych samochodów ciężarowych datuje się na 2010 rok, a pierwszy w pełni elektryczny typ seryjny – lekki model dystrybucyjny FUSO eCanter – pojawił się na rynku w 2017 roku. Wtedy też został przekazany użytkownikom i trafił do eksploatacji w normalnym ruchu drogowym. Pod koniec 2018 roku firma przekazała z kolei odbiorcy pierwszy model o średniej ładowności – średnio-ciężki Freightliner eM2. Tym samym rozpoczęła praktyczne testy w USA średnich i ciężkich wariantów elektrycznych. Aktualnie (stan na rok 2022) w Stanach Zjednoczonych odbywają się praktyczne testy u klientów Freightlinera eM2 i ciężkiego Freightlinera eCascadia. Rozpoczęcie seryjnej produkcji eCascadii zaplanowano na połowę 2022 roku, a Freightlinera eM2 pod koniec 2022 roku. Kolejne produkty, takie jak eActros LongHaul o zasięgu 500 km, wejdą

na rynek w nadchodzących latach. Co więcej, dzięki planowanej w niedalekiej przyszłości dedykowanej wersji BEV nowej generacji Daimler Truck dąży do uzyskania zasięgu do 800 km. Aby przyspieszyć rozwój BEV, koncern znacznie zwiększa zatem swoją wiedzę oraz dynamizuje działania prorozwojowe w zakresie technologii elektrycznych zespołów napędowych eDrive. Do tego na początku 2022 roku przeszło 300 lekkich FUSO eCanter było eksploatowanych przez wielu klientów w Japonii, Stanach Zjednoczonych, Europie i Australii.

Podejście konsultingowe Daimler Trucks odzwierciedla natomiast nową złożoność układu napędowego. W kolejnych latach użytkownicy samochodów ciężarowych staną przed wyzwaniem wyboru najlepszej dla nich technologii napędu – w zależności od branży, segmentu i konkretnego zastosowania. Cel konsultantów firmy polega na sprostaniu tej stopniowo rosnącej złożoności dzięki dopasowanym ofertom we właściwym czasie. Ci specjaliści mają towarzyszyć klientom na każdym kroku i wspólnie pracować nad przygotowaniem odpowiednich rozwiązań umożliwiających wejście do elektrycznej mobilności. Podstawą podejścia konsultingowego podmiotu do elektryfikacji flot jest traktowanie aspektów zasięgu pojazdów i infrastruktury ładowania jako jednej całości. Dlatego eksperci koncernu szczegółowo analizują, w jaki sposób można zoptymalizować infrastrukturę oraz same procesy ładowania.

Poza tym, podchodząc do ekosystemu elektromobilności, Daimler Trucks stosuje holistyczną i globalną metodę skoncentrowaną na indywidualnych potrzebach klientów. Współpracuje więc z wyspecjalizowanymi partnerami we wszystkich odpowiednich sektorach, aby zaoferować klientom dostęp do wymaganych komponentów. Na początku 2022 roku wykonał także dodatkowy krok, rozpoczynając ogólnosiwiatową inicjatywę w sprawie stworzenia infrastruktury do ładowania aut z napędem akumulatorowym. W ramach projektu eTruck Charging Initiative zebrani są główni gracze – użytkownicy elektrycznych samochodów ciężarowych, operatorzy sieci elektroenergetycznych i dostawcy energii oraz wytwórcy sprzętu i dostawcy oprogramowania do ładowania. W ten sposób strony dążą do znalezienia wspólnych rozwiązań infrastrukturalnych w sieci dla użytkowników elektrycznego taboru.

Zarazem bardzo ważną rolę w implementacji e-taboru odgrywają specjalne konsultacje⁶². Ta nowo opracowana usługa eConsulting to trójfazowa usługa konsultacyjna, zapewniająca wszystkie niezbędne rozwiązania dla pojazdów zelektryfikowanych – od wstępnej konsultacji do uruchomienia. Zespół krajowych specjalistów i międzynarodowych ekspertów oferuje wszechstronną pomoc na drodze do eMobility i stopniowego postępu w kierunku przyszłości bez CO₂. Powstaje koncepcja zindywidualizowana, dopasowana dokładnie do konkretnych wymagań konkretnego użytkownika. Środki zidentyfikowane w ramach tego procesu są wykorzystywane do analizy wszystkich powiązanych kosztów. Następnie dokonywane jest wdrożenie w postaci integracji z procesami operacyjnymi.

⁶² https://www.mercedes-benz-trucks.com/en_GB/emobility/world/our-offer/econsulting.html

W pierwszym kroku zachodzi **analiza tras i infrastruktury ładowania**. W tym etapie koncepcja elektryfikacji bazy zaczyna się od analizy trasy danej floty. Stanowi podstawę wszystkich dalszych decyzji i środków w procesie konsultacji eMobility. Przygotowując się do tego, można sprawdzić, jak bardzo dany klient jest gotowy na e-ciężarówkę za pomocą aplikacji eTruck Ready. Używa się jej do nieskomplikowanego porównania tras przejechanych przez konwencjonalne odpowiedniki z danymi zebranymi dla pojazdów Mercedes-Benz z napędem elektrycznym. Dla każdej trasy można indywidualnie ustawić ważne parametry, takie jak zabudowa, czas załadunku i rozładunku, ładowność czy temperatura otoczenia. Klient dowiadyuje się, czy i jak eTruck może być używany w jego aplikacjach. Jeśli ma już ogólne pojęcie o możliwych zastosowaniach eTrucka lub chciałby zaplanować nowe trasy dla eTrucka, to e-konsultanci posłużą dalszą pomocą. Dzięki specjalnie opracowanemu narzędziu mogą ocenić analizowane trasy i potencjał elektryfikacji nowych tras.

W sferze infrastruktury ładowania dochodzi do określenia optymalnych – w oparciu o określony zakres użytkowania danego auta – wymogów podczas ładowania oraz zdefiniowania niezbędnej infrastruktury ładowania wraz z rozwiązaniami programowymi i sprzętowymi. Podczas całego procesu Mercedes-Benz Trucks wspiera klienta swoją wiedzą i niezbędnymi narzędziami – od podłączenia do sieci energetycznej po planowanie i zarządzanie ładowaniem. Ładowanie we własnej bazie operatora najlepiej nadaje się do ciężkich przewozów dystrybucyjnych na obszarach miejskich. W takim przypadku pojazdy są optymalnie wykorzystywane podczas zmiany, a następnie powoli w pełni ładowane przez noc w bazie, gdy nie są już eksploatowane. Jeśli zaś dany samochód działa przez całą dobę, trzeba użyć innych metod ładowania. Dzięki możliwości ładowania można ładować tabor w różnych lokalizacjach, gdy jest tymczasowo zaparkowany, np. podczas rozładunku. Czas ładowania trwa od 30 do 90 minut. W przypadku tej metody niezbędna infrastruktura ładowania musi być dostępna w kilku bazach lub miejscach załadunku/rozładunku.

Krok drugi to **opracowanie koncepcji i analiza kosztów**. Wykorzystując zidentyfikowane środki, wszystkie związane z tym koszty i ewentualne dotacje rozbija się dla przejrzystości, analizuje i optymalizuje wspólnie z ekspertami eConsulting. Za pomocą własnego oprogramowania Daimlera można zidentyfikować potencjalne zachęty lub korzyści wynikające z przejścia na pojazdy z napędem elektrycznym w całej Europie. W przypadku pojazdów elektrycznych i związanej z nimi infrastruktury ładowania są to konkretne korzyści wynikające z dotacji, ulg i zwolnień podatkowych oraz pożyczek. Inne zalety to niższe opłaty drogowe, niższe koszty rejestracji pojazdów czy zwolnienia z zakazów jazdy w centrach miast. Specjaliści koncernu pomogą również w ocenie stosunku kosztów do korzyści oraz złożeniu szczegółowego wniosku.

Krok trzeci to **integracja z operacjami** – faza wdrożenia. Wszelkie niezbędne procesy są tu zintegrowane z operacjami biznesowymi. Aby ta faza zakończyła się sukcesem, konieczne są doradztwo i szkolenie zaangażowanego personelu w zakresie zintegrowanych rozwiązań programowych, takich jak tzw. inteligentny system

zarządzania ładowaniem i energooszczędna jazda oraz aktywna pomoc w razie potrzeby. Kompleksowe portfolio szkoleniowe skierowane jest zarówno do kierowców, jak i do menedżerów flot. Kierowcy poznają wszystkie istotne informacje operacyjne. Obejmuje to ładowanie auta, jazdę jak najmniej szkodliwą dla środowiska, która może przyczynić się do zwiększania zasięgu, jazdę przyjazną dla akumulatora, która może wydłużyć jego żywotność, oraz zoptymalizowane ładowanie w celu maksymalnego wykorzystania infrastruktury ładowania. Kierownicy floty przechodzą szkolenie w zakresie technicznych cech samochodów, dotyczących systemu wysokiego napięcia, maksymalizacji wydajności oraz implikacji organizacyjnych. Otrzymują też wgląd w perspektywę kierowców.

Aby jednocześnie maksymalnie wykorzystywać możliwości eActrosa i eEconica, w najlepszym możliwym stopniu włączając ten e-tabor w wykonywanie codziennych zadań, oraz zaoszczędzić czas, wysiłek i jak najbardziej uprościć przejście na elektromobilność, koncern⁶³ udostępnia swoim klientom wiele rozwiązań cyfrowych, z których można korzystać za pomocą portalu Fleetboard. Są to m.in. zindywidualizowany Charge Management System, pozwalający przykładowo na tworzenie profili ładowania, oraz Logbook – dziennik zawierający szczegółowe dane na temat czasów jazdy, postoju i ładowania. Kolejne narzędzie to Mapping-Tool, w czasie rzeczywistym pokazujące aktualną lokalizację danego pojazdu oraz informujący, czy znajduje się on w ruchu, stoi, czy też trwa jego ładowanie oraz jaki jest poziom naładowania akumulatora.

Dla eActrosa i eEconica podmiot proponuje również umowę serwisową Mercedes-Benz Complete, umożliwiającą optymalną eksploatację pojazdu. Ten bogaty pakiet świadczeń obejmuje prace warsztatowe związane z serwisowaniem i naprawą całego auta oraz jego układu napędowego, łącznie z wymianą zużytych części. Elementem umowy serwisowej jest zawsze intensywne wsparcie klienta w ramach Mercedes-Benz Uptime, inteligentnego systemu rejestrującego wszystkie istotne dane samochodu – od ciśnienia w oponach przez silnik po stan akumulatora. W tym kontekście system Mercedes-Benz Uptime został już rozszerzony o ponad 100 reguł specyficznych dla modeli elektrycznych, np. stały monitoring procesów ładowania czy przebiegów napięcia w odniesieniu do akumulatora wysokiego napięcia. Informacje te są również dostępne na nowym chmurowym portalu dla klientów. Dzięki sieciowemu połączeniu pojazdu, usługi Uptime i firmy transportowej da się łatwiej zaplanować wizyty w warsztacie oraz znacznie ograniczyć nieprzewidziane przestoje.

Do tego specjalistyczne doradztwo umożliwia dopasowanie elektromobilności do potrzeb. Niezależnie bowiem od techniki napędowej każda inwestycja w pojazd użytkowy musi być opłacalna dla przewoźnika w jego codziennej działalności.

⁶³ <https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=51948139&l-s=L2VuL2luc3RhbmNIL2tvLn hodG1sP29pZD01MTk0ODEzMCZyZWxJZD02MDgyMiZmcm9tT2lkPTUxOTQ4MTMwJnJlc3VsdEluZm9UeXBISWQ9NDA2MjcmZnJvbUluZm9UeXBISWQ9NDA2MzA!&rs=0>

Ponadto, szczególnie w przypadku wariantów z napędem w pełni elektrycznym, konieczne staje się uprzednie rozeznanie wielu kwestii, czyli uzyskanie odpowiedzi na następujące pytania: Na jakich trasach mogą być eksploatowane pojazdy elektryczne? Jakie przedsięwzięcia i inwestycje budowlane mogą być konieczne w bazie operacyjnej? Tym ważniejsze staje się więc, aby nie tylko sprzedać klientowi elektryczny samochód ciężarowy, ale też towarzyszyć mu na drodze do elektryfikacji jego floty. Elektromobilność to mianowicie coś więcej niż tylko wprowadzenie nowych napędów. Dlatego właśnie koncern włączył eActrosa w ekosystem biznesowy, obejmujący jeszcze ofertę doradczą ułatwiającą maksymalne wykorzystanie pojazdu oraz optymalizację całkowitych kosztów posiadania. Przykładowo na podstawie dotychczasowych tras przejazdów na potrzeby danego klienta można określić realistyczny i przekonujący profil zastosowań elektrycznego taboru. Poza tym, oprócz elektryfikacji bazy operacyjnej, elementem tzw. eConsultingu mogą być – zależnie od życzenia klienta – wszelkie kwestie dotyczące planowania, przygotowania i realizacji inwestycji związanych z infrastrukturą ładowania oraz przyłączeniem do sieci. Na życzenie dostępna jest jeszcze pomoc w ustaleniu możliwości uzyskania dotacji publicznych na infrastrukturę i pojazdy.

2.5.2. Plany Daimler Truck jako niezależnej firmy⁶⁴

20 maja 2021 roku Daimler Truck zorganizował inauguracyjny Dzień Strategii dla inwestorów i analityków, wyznaczając cele finansowe i technologiczne. Do 2025 roku założono docelowe marże referencyjne w każdym regionie i ogólnie dwucyfrową marżę operacyjną dla Grupy, w scenariuszu z silnie zmiennymi warunkami rynkowymi. Ambitna jest mapa drogowa technologii zarówno dla pojazdów akumulatorowych (BEV), jak i elektrycznych zasilanych ogniwami paliwowymi (FCEV) – do 2030 roku nawet 60% sprzedaży ma przypadać na wydania ZEV. Ogłoszono też wiele nowych partnerstw technologicznych, a oddzielenie i rozpoczęcie niezależnego notowania Daimler Truck na giełdzie zaszły do końca 2021 roku.

W tym kontekście misją i ambicją Daimler Truck, jako niezależnej firmy, jest wytyczenie drogi do zerowej emisji w branży transportu ciężarowego poprzez przyspieszenie rozwoju pojazdów zasilanych bateriami i ogniwami paliwowymi. Obejmuje to wyraźniejszy nacisk na bardziej opłacalny segment samochodów w głównych regionach oraz zmianę ukierunkowania inwestycji z układów napędowych ICE – tzn. opartych na silnikach spalinowych – na zeroemisyjne i ustandaryzowaną globalną architekturę pojazdów elektrycznych.

⁶⁴ <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Daimler-Truck-sets-out-ambitions-as-an-independent-company.xhtml?oid=50017847&ls=L2VuL2luc3Rhbml2tvLn hodG1sP29pZD00ODM2MjU4JnJlbElkPTYwODI5JmZyb21PaWQ9NDgzNjI1OCZyZXN1bHRJbmZvVHlwZUIkPTQwNjI2JnZpZXdUeXBIPXRodW1icyZzb3J0RGVmaW5pdGlvbj1QVUJMSVNIRURfQVQtMiZhamF4UmVxdWVzdHNNYWRIPTEmdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTEmcm93Q291bnRzSW5kZXg9NSZmcm9tSW5mb1R5cGVJZD00MTAxMg!!&rs=41>

Podstawowe założenia strategii technologicznej Daimler Truck nastawiono na tzw. prowadzenie do zerowej emisji. Przedsiębiorstwo przede wszystkim zmniejszy więc wydatki na układ napędowy z silnikiem spalinowym (ICE) i będzie współpracować z partnerami. Na przykład już współdziała z Cummins w zakresie silników o średniej mocy. Ponadto aktywnie poszukuje dodatkowych partnerstw w sektorze silników do dużych obciążeń, aby dzielić się niezbędnymi inwestycjami. Do tego jeszcze bardziej ograniczy wydatki na konwencjonalne układy napędowe i do 2025 roku przekieruje większość wydatków na badania i rozwój technologii ZEV. W przypadku technologii ZEV angażuje się zarówno w pojazdy akumulatorowo-elektryczne (BEV), jak i rozwiązania wodorowe.

Ponadto podmiot ogłosił decyzję o zawarciu kilku kluczowych partnerstw w dziedzinie technologii akumulatorów i infrastruktury ładowania. Najważniejsze z tych porozumień dotyczą partnerstwa Daimler Truck AG oraz wytwórcy i konstruktora akumulatorów litowo-jonowych Contemporary Amperex Technology Co. Limited (CATL) – ogłosili oni zintensyfikowanie dotychczasowego partnerstwa w oparciu o wspólną wizję zelektryfikowanego transportu samochodowego neutralnego pod względem emisji CO₂. CATL będzie dostawcą akumulatorów litowo-jonowych do akumulatorowo-elektrycznego typu eActros LongHaul. Pojazd ten mają cechować bardzo długi cykl życia oraz zdolność szybkiego ładowania, aby spełnić szczególne wymagania dla długodystansowych pojazdów elektrycznych z napędem akumulatorowym. Poza tym firmy zamierzają wspólnie projektować i opracowywać jeszcze bardziej zaawansowane ogniwa i zestawy akumulatorów nowej generacji do zastosowań w samochodach ciężarowych, z naciskiem na wysoką modułowość i skalowalność w celu obsługi różnych aplikacji samochodów ciężarowych i elastycznej kompatybilności z przyszłymi modelami e-ciężarówek – eTrucks. Jednocześnie, aby wesprzeć klientów na wczesnych etapach użytkowania taboru elektrycznego, Daimler Truck uruchamia infrastrukturę szybkiego ładowania na głównych rynkach Europy i Ameryki Północnej. W Europie Mercedes-Benz Trucks ogłosił strategiczne partnerstwo z Siemens Smart Infrastructure i Engie w celu dostarczania rozwiązań do ładowania flot w bazach. W Ameryce Północnej jednostka organizacyjna DTNA odpowiedzialna za układy napędowe – Detroit – ogłosiła partnerstwo z firmą Power Electronics w celu świadczenia na miejscu konsultacji, instalacji i wsparcia dla stacji ładowania o mocy 350 kW.

Oprócz znacznej koncentracji na akumulatorowych pojazdach elektrycznych, koncern zamierza przyspieszyć rozwój i wdrażanie wariantów z wodorowymi ogniwami paliwowymi (FCEV). Wysoka gęstość energetyczna wodoru, krótkie czasy tankowania i prawdopodobny rozwój na wielu rynkach infrastruktury tankowania wodoru oznaczają, że podmiot pozostaje przekonany, że wersje FCEV odegrają kluczową rolę w transporcie komercyjnym. W tym kontekście dzięki wsparciu ze strony Cellcentric, czyli spółki *joint venture* z Volvo AB i z jasnym planem technologicznym, Daimler Truck jest zaangażowany we wprowadzanie tych pojazdów na rynek. Kluczowym wyzwaniem dla technologii FCEV jawi się jednak infrastruktura.

Niemniej w ramach swojej strategii uruchomienia infrastruktury zarówno dla pojazdów BEV, jak i FCEV, podmiot ogłosił nowe partnerstwo z Shell – strony podpisały umowę o wspólnym wspieraniu rozwoju wersji opartych na wodorowych ogniwach paliwowych w celu dekarbonizacji transportu drogowego w Europie. Na tej podstawie obie firmy są zaangażowane w zbudowanie dostosowanej do samochodów ciężarowych infrastruktury do tankowania wodoru oraz przekazanie w ręce klientów taboru z ogniwami paliwowymi. Powyższe rozpocznie się od pierwszego w branży „korytarza wodorowego” o długości 1200 km w Europie Północnej między Rotterdamem, Hamburgiem i Kolonią, w którym na tej trasie Shell zapewni stacje paliw wodorowych, a Daimler Truck zobowiązuje się do dostarczenia do 2025 roku do użytku u klientów wodorowych środków przewozu.

Ogólnie w ramach transformacji w kierunku neutralności emisji CO₂ w transporcie concern stawia więc zdecydowanie na dwa w pełni elektryczne systemy napędu – napęd akumulatorowy i wodorowe ogniwa paliwowe. Umożliwiają one uwzględnienie wszystkich rodzajów zastosowań pojazdów u klientów przy zachowaniu pełnej elastyczności wyboru tras – od łatwego w planowaniu miejskiego transportu dystrybucyjnego po trudne do zaplanowania wielodniowe przejazdy dalekodystansowe. W przypadku poszczególnych klientów wybór rozwiązania zależy od konkretnego rodzaju zastosowania pojazdu. Jednocześnie Daimler nie ma planów dotyczących odmian z zasilaniem sieciowym – pantografowym. Jako wytwórca działający na poziomie globalnym pracuje nad przyszłościowymi propozycjami nadającymi się do szybkiego wdrożenia na całym świecie. Nie uważa jednak sieci trakcyjnej za taką propozycję, gdyż – ze względu na wysokie koszty infrastruktury i jej zerową elastyczność lokalizacyjną – wciąż nie widzi potencjału w liniach napowietrznych, również z uwagi na szybki rozwój technologii akumulatorów i ogniw paliwowych. Tym samym całkowicie elektryczne pojazdy, wykorzystujące elektryczne układy napędowe akumulatorów lub wodorowe ogniwa paliwowe, to elastyczna koncepcja, której rozwój przebiega szybko. Ponadto modele te są w stanie całkowicie zdekarbonizować drogowy ruch towarowy. Do tego Daimler Truck wdrożył również transformację w kierunku neutralności pod względem emisji CO₂ w całym łańcuchu wartości, np. poprzez wymaganie od dostawców posiadania certyfikowanego systemu zarządzania środowiskowego.

2.6. IVECO

IVECO wdraża bardzo ciekawą strategię dotyczącą paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych w modelach klas tonażowych średniej i ciężkiej. Z jednej strony od lat bardzo silnie promuje bowiem gaz jako paliwo nadające się do wielu aplikacji. I trzeba obiektywnie podkreślić, że jest w tym niezwykle konsekwentne. Jako pierwsze przedstawiło model gazowy przygotowany do obsługi ruchu na dalekich trasach, cechujący się wystarczająco mocnym silnikiem do takich apli-

kacji. Do tego oferowało lub oferuje niezwykle szeroką gamę wariantów gazowych, nadających się do wielu różnych wdrożeń, w tym ruchu w miastach oraz na średnich i dalekich dystansach. Z drugiej ostatnio w ogóle nie oferuje rozwiązań zelektryfikowanych – hybrydowych bądź w pełni elektrycznych. Uważa je mianowicie, ze względu na aktualne poważne wady akumulatorów, niemożliwe do skutecznego wyeliminowania w najbliższym okresie, jako wyjście zbyt drogie i wcale nie aż takie ekologiczne, jeśli się jeszcze uwzględni chociażby kwestie związane z cyklem życia oraz utylizacją baterii. Zamiast tego proponuje natomiast od razu zrobienie jednego dużego kroku do przodu i postawienie na wodór. Temu służy partnerstwo strategiczne z Nikołą. W tym kontekście włoski koncern zwraca uwagę, że gaz dalej da się traktować jako paliwo ekologiczne co najmniej przez najbliższych 5 do 10 lat. Tym bardziej, że nie znajdzie się wobec niego żadnej rozsądnej cenowej i eksploatacyjnej oraz po części ekologicznej alternatywy, szczególnie jeśli rozważa się biogaz. W tym czasie technologia wodorowa powinna zaś zostać dopracowana do takiego stopnia, że będzie reprezentowała wyższy poziom komercyjnego rozwoju niż dostępne wówczas akumulatorowe technologie napędów w pełni elektrycznych. Ta zaleta technologii wodorowych unaocznia się szczególnie w sektorze obsługującym ruch na dalekich trasach.

2.6.1. Gaz⁶⁵

IVECO od lat mocno stawia na gaz jako wciąż jedyną uzasadnioną ekonomicznie, technologicznie, ekologicznie, politycznie i użytkowo alternatywę w stosunku do oleju napędowego. Jego zdaniem gaz naturalny jest uważany za najbardziej proekologiczne paliwo do silników spalinowych, gdyż z jego zastosowaniem łączą się poważne korzyści, w tym środowiskowe, takie jak:

- poprawa jakości powietrza, bliska wyeliminowania z niego szeregu substancji szkodliwych – emisja NOx niższa o 70%, cząstek stałych – o 99%, węglowodórów – o 90% w stosunku do normy Euro 6,
- ograniczenie globalnego ocieplenia wskutek znacznej redukcji emisji CO₂ – o około 15% mniej w porównaniu z odpowiednikami wysokoprężnymi/diesla i aż o 95% mniej w sytuacji zastosowania biometanu,
- znaczne ograniczenie emisji hałasu, wyjątkowo istotne w trakcie poruszania się w centrach miast i podczas nocnych dostaw.

Dlatego już w 1991 roku podmiot dostrzegł potencjał drzemiący w tym paliwie, a pierwsze gazowe silniki ujawnił w 1997 roku. Były to rządowe:

- 4-cylindrowy, 2,8-litrowy, 8-zaworowy (8V) typ 8149NG o maksymalnych – mocy 105 KM i momencie obrotowym 220 Nm, dedykowany do lekkiego, dostawczego Daily,

⁶⁵ Oparto na materiałach prasowych IVECO z lat 2016-2020.

- 6-cylindrowy, 9,5-litrowy, 12-zaworowy (12V) typ 8469NG, o maksymalnych – mocy 306 KM i momencie obrotowym 1100 Nm, przeznaczony do typoszerokiej klasy tonażowej ciężkiej EuroTech.

Siedem lat później, w 2004 roku, pokazany został nowy silnik gazowy, tym razem bazujący na 6-cylindrowej, 5,9-litrowej linii Tector. Miał on 12 zaworów (12V), nosił oznaczenie N60NG i wyróżniały go maksymalne: moc 200 KM i moment obrotowy 750 Nm. Parametry te predestynowały go do klasycznej dystrybucji miejskiej i służb komunalnych, a trafił on m.in. do średniotonażowej rodziny Eurocargo. Przy tym już dwa lata później, w 2006 roku, firma wydatnie poszerzyła i zarazem odnowiła gamę swoich gazowych źródeł napędu. Dla dostawczego, lekkiego Daily przygotowała 4-cylindrowy, 3-litrowy, 16-zaworowy typ F1CNG o maksymalnych – mocy 136 KM i momencie obrotowym 350 Nm. Natomiast m.in. dla aut klasy tonażowej ciężkiej z rzędu Stralis na bazie wysokoprężnego Cursora 8 powstał gazowy Cursor 8 – C8 NG. Cechowały go: układ 6 cylindrów w rzędzie, 24 zawory (24V), pojemność 7,8 l, moc maksymalna 325 KM i maksymalny moment obrotowy 1300 Nm.

W efekcie w tym zakresie koncern dysponuje praktycznie największym doświadczeniem w branży. Wyrazem tego stały się: sukcesywne przedstawianie w ostatnich latach kolejnych rodzajów pojazdów zasilanych gazem oraz ścisła współpraca z władzami, w tym unijnymi, w promowaniu tego paliwa. Te ostatnie działania spowodowały m.in. to, że władze unijne wspierają szybki rozwój gazowej sieci stacji dystrybucji, z ustanowionym celem dla roku 2025 polegającym na tym, iż maksymalne odległości pomiędzy stacjami tankowania mają być zredukowane do 150 km dla CNG i 400 km dla LNG.

Poza tym niejako tradycyjnie gaz był dotąd stosowany głównie w odmianach dystrybucyjnych, co wynikało m.in. z relatywnie niskiej mocy napędowych jednostek gazowych oraz niewielkiego zasięgu uzyskiwanego na jednym tankowaniu. Tymczasem według specjalistów z IVECO, stanowiąc realną alternatywę dla tradycyjnego paliwa – oleju napędowego, gaz musi być tak samo dobry – efektywny w zakresie osiągnięć, użytecznej ładowności (ładowności możliwej do uzyskania przez wersję gazową), wszechstronności, elastyczności oraz dostępności. By mógł jako paliwo odnieść rynkowy sukces, musi zatem gwarantować nabywcy taki sam czy nawet lepszy TCO w porównaniu z TCO wyliczonym dla tradycyjnego, dieslowskiego odpowiednika.

Takimi właśnie zaletami miał się charakteryzować Stralis NP, będący pierwszą rzeczywistą alternatywą w stosunku do zbliżonych do niego pod względem parametrów wariantów zaopatrzonych w tradycyjne jednostki wysokoprężne. Gazowy Stralis NP (*Natural Power*) został pokazany w czerwcu 2016 roku w Madrycie. Premierę tę uważa się za pierwszy rynkowy przełom w tej sferze, gdyż Stralis NP to pierwsza w Europie odmiana dedykowana do obsługi ruchu na dłuższych, w tym nawet na dalekich, dystansach, włącznie z przewozami międzynarodowymi. Jako pierwsza dostępna do użytku wersja zasilana gazem auto to oferowało bowiem moc, komfort,

technologię przeniesienia napędu oraz zasięg odpowiednio do przewozów na długich trasach. Za powyższe odpowiadał gazowy silnik Cursor 9 – C9NP: 6-cylindrowy, rzędowy, o pojemności 8,7 litra, 24-zaworowy (24V), zasilany gazem ziemnym w postaci skroplonej (LNG) lub sprężonej (CNG). Miał on wówczas system wtrysku gazu najnowszej generacji oraz nową szynę paliwową i tłoki. Zastosowano także całkowicie nowy, podłużny, trójdrożny katalizator, pomagający w spełnianiu nawet najbardziej wymagających przepisów w zakresie emisji i jednocześnie zapewniający niskie poziomy emisji hałasu i zostawiający wystarczającą ilość miejsca do zwiększania pojemności zbiorników gazu. Wyróżniały go ponadto najlepsze osiągi wśród jednostek tej pojemności przystosowanych do tego paliwa: moc maksymalną określono na 294 kW/400 KM, maksymalny moment obrotowy na 1700 Nm. Odpowiada to współczynnikowi 10 KM na tonę, co stanowi niezbędne minimum zgodne ze standardami obowiązującymi w transporcie długodystansowym. Niemniej, przy takich pojemności i parametrach, gazowy Cursor 9 to pierwszy silnik tego rodzaju, dostarczający moc i moment równe czy wręcz wyższe niż w przypadku silników wysokoprężnych z tej samej kategorii pojemności i o tych samych czy zbliżonych wymiarach i masie. Tym samym ustanawiał rekord w tej klasie, gdyż oferował:

- o 18% więcej mocy niż najlepszy bezpośredni konkurent,
- najlepszą gęstość mocy,
- najlepszy stosunek mocy do masy (masy do mocy).

Ponadto nocny tryb pracy *silent*, oznaczający głośność na poziomie 72 dB(A), czynił go idealnym rozwiązaniem do wykonywania operacji w strefach ciszy w centrach miast oraz nocnych dostaw. Poza tym przebiegi między wymianami oleju zwiększono do 75 000 km, z kolei specyficzne „gazowe” komponenty poddano modyfikacjom w celu minimalizacji kosztów obsługi. Kolejne zalety to brak: AdBlue, kompleksowego układu oczyszczania spalin, filtra cząstek stałych, aktywnej regeneracji i konieczności obsługi układu oczyszczania.

Stralis NP był również jedynym w pełni gazowym samochodem zaopatrzonym w zautomatyzowaną skrzynię przekładniową, spełniającą wymagania ruchu dalekodystansowego.

Z czysto eksploatacyjnego i użytkowego punktu widzenia, oprócz relatywnie dobrych osiągnięć silnika, ważne pozostają kwestie związane z kosztami. W tym obszarze, czyli TCO oraz obniżki emisji CO₂ – TCO₂, Stralis NP, w porównaniu z odpowiednikami z jednostkami wysokoprężnymi, zapewniał (wyliczenia dla roku 2016):

- aż do 40% niższe koszty paliwa,
- aż do 7% niższe TCO,
- przeliczeniowo o 15% niższe zużycie paliwa i tym samym o 15% niższą emisję CO₂,
- o 95% niższą emisję CO₂ w sytuacji zastosowania biometanu.

Ogólnie całkowity koszt posiadania zredukowano o 3% w porównaniu z poprzednim modelem zasilanym CNG, a zakup pojazdu miał się zwrócić już po

5 latach (w zależności od kraju eksploatacji). Jednocześnie IVECO podkreślało, iż wprowadzenie tego wariantu do sprzedaży oznaczało zieloną rewolucję w sektorze transportowym.

Tym samym to pierwszy w historii samochód ciężarowy z silnikiem gazowym – zasilany alternatywnym paliwem i przystosowany do eksploatacji na dalekich trasach, bo oferujący moc, zasięg, komfort jazdy oraz dynamikę na miarę standardów obowiązujących w przewozach międzynarodowych. To model o tej samej ładowności, co ekwiwalentny mocowo egzemplarz z silnikiem Diesla, oraz o analogicznej autonomii paliwowej, czyli o dystansie możliwym do pokonania bez tankowania. Zasięg dochodzi mianowicie do nawet 1500 km, w ten sposób umożliwiając swobodne przejechanie trasy z Madrytu do Frankfurtu nad Menem. W rezultacie przedsiębiorstwa przewozowe mogą poprawić swoje wyniki zarówno pod względem zgodności z zasadami zrównoważonego rozwoju, jak i rentowności inwestycji.

Inna kluczowa zaleta polega na opłacalności ekonomicznej. W transporcie na dalekich trasach, w zależności od cen paliwa gazowego w poszczególnych krajach, zakup NP staje się opłacalny przy pokonywaniu co najmniej 120 000 km rocznie, a dalsze wyraźne oszczędności są notowane, gdy roczne przebiegi zbliżają się do 150 000 km oraz przekraczają tę wartość. Kolejne dwie zalety dotyczą kwestii makroeksploatacyjnych. Są nimi:

- unikanie ograniczeń i uzyskiwanie tzw. spokoju ducha w sytuacji coraz bliższego wejścia w życie bardziej restrykcyjnych regulacji, ograniczających dostęp dla pojazdów z silnikami wysokoprężnymi do centrów miast i wybranych tras alpejskich,
- tworzenie nowych możliwości, szczególnie w dobie wzrostu świadomości proekologicznej i tym samym wzrostu zapotrzebowania na czysty transport w Europie. Takiego transportu wymaga dziś stale rosnąca liczba operatorów i zlecniodawców, od sieci dystrybucyjnych i marketów poprzez sektor energetyczny po podmioty z sektora motoryzacyjnego oraz związane z obrotem żywnością i napojami.

Kolejne odnowienie i dalsze poszerzenie gazowych propozycji nastąpiło w roku 2017 i dotyczyło dwóch biegunów w palecie istniejących wyrobów. Z myślą o lekkim dostawczym Daily przedstawiono 4-cylindrowy, rzędowy, 3-litrowy, 16-zaworowy silnik F1C NP, o maksymalnych – mocy 136 KM i momencie obrotowym 350 Nm. Na drugim biegunie znalazł się z kolei pierwszy gazowy reprezentant 6-cylindrowej, rzędowej serii silników o dużej pojemności – 12,9 litra – Cursor 13. Nosi on oznaczenie C13 NP i legitymuje się maksymalnymi – mocą 460 KM i momentem obrotowym 2000 Nm. Co ważne, maksymalny moment obrotowy jest dostępny przy 1100 obr./min, kiedy zazwyczaj auto porusza się na ostatnim biegu z prędkością 70 km/h. Powyższe zapewnia też odpowiednią reakcję na zmianę położenia pedału gazu oraz – w przypadku najczęściej wykonywanych rodzajów zadań – w praktyce elastyczność zbliżoną do tradycyjnego, wysokoprężnego odpowiednika. Oficjalna

premiera tego silnika oraz zaopatrzonego w niego flagowego Stralisa w gazowym wydaniu NP odbyła się pod koniec października 2017 roku w Ulm.

Ujawniony zaledwie 17 miesięcy po premierze gazowego Cursorsa 9 gazowy Cursor 13 to pierwszy z trzech europejskich silników gazowych o dużej pojemności – rzędu 13 l i o parametrach:

- w pełni pozwalających na stosowanie w zestawach o dopuszczalnej masie całkowitej 40 000 kg czy nawet ponad 40 000 kg, jeśli nie istnieje konieczność dłuższego przejazdu przez góry,
- zbliżonych do analogicznych jednostek wysokoprężnych, przy tym kwestia dotyczy nie tyle mocy maksymalnej, ile maksymalnego momentu obrotowego.

Ponieważ podobnym rozwiązaniem dysponowały także Scania i Volvo, w momencie swojego rynkowego debiutu Stralis NP 460 miał już więc co najmniej dwóch liczących się rywali. Kompletnie dostał zaś najbardziej zaawansowane technologie IVECO służące obniżeniu zużycia paliwa oraz m.in. długą, wysoką kabinę Hi-Way, zaprojektowaną pod kątem zapewnienia dużego komfortu na dalekich trasach. Występował też w pełnej gamie wersji, ponieważ powstał do obsługi wszelkich misji, tak co do zasięgu – od przewozów regionalnych po międzynarodowe, jak i rodzaju – od przewozów gabarytowych przez rozwiązania z nadwoziami wymiennymi oraz wersje zgodne z konwencją ADR po odmiany przystosowane do przemieszczania materiałów budowlanych. Szeroka gama odmian objęła bowiem zarówno ciągniki siodłowe, jak i podwozia, w tym m.in. ciągniki niskopodwoziowe, podwozia pod wiele rodzajów zabudów, w tym nadwozia wymienne, oraz superlekkie ciągniki ADR. Przy tym koncern niezwykle mocno podkreślał, że wariant ten – z silnikiem o mocy 460 KM – powstał specjalnie z myślą o długodystansowym, międzynarodowym transporcie drogowym. Opracowano i skonstruowano go mianowicie, aby spełniał wymagania w zakresie osiągnięć, komfortu jazdy, technologii przeniesienia napędu oraz zasięgu stawianych taborowi wykorzystywanemu w takim właśnie ruchu.

Niemniej w trakcie przygotowywania Cursorsa 13 NP musiano rozwiązać pewne problemy, określone przez firmę jako dylematy związane z gazem ziemnym. Kwestia dotyczyła m.in. tego, czy wybrać zapłon iskrowy, czy samoczynny (silnik wysokoprężny). Ostatecznie zdecydowano się na technologię „jedynie gaz” – „wyłącznie metan”, bo ma ona zagwarantować, że silnik okaże się lżejszy, cichszy, bardziej przyjazny w obsłudze dla użytkownika oraz kompaktowy. Lżejszy, gdyż nie potrzeba rozbudowanego systemu – pakietu MOC+EGR+DPF+SCR+CUC, cichszy, gdyż emitujący mniej hałasu, bardziej przyjazny w obsłudze, gdyż niewymagający gazu o bardzo dobrej jakości, często trudniej dostępnego, i nie potrzebujący zbiorników na aż trzy różne substancje (olej napędowy, gaz, AdBlue), oraz bardziej zwarty systemowo, gdyż zbiorniki LNG można rozmieścić praktycznie z obu stron i z tyłu ramy podwozia. Za wyborem technologii „tylko gaz” przemawiały także: ponad 20-letnie rynkowe niemałe doświadczenie w rozwoju własnych rozwiązań napędowych z jedynie gazem w postaci paliwa oraz kilkadziesiąt tysięcy egzemplarzy dotąd sprzedanych własnych silników na gaz ziemny.

Podczas prac projektowych skupiono się również na czterech podstawowych aspektach, takich jak: wytrzymałość – odporność, skutki wywoływane przez hałas, zwartość osprzętu oraz niezawodność i efektywność. Szereg wprowadzonych modyfikacji przekłada się na konkretne korzyści użytkowe. Usprawniony proces spalania zapewnia jak najniższe zużycie paliwa na długich trasach. Wtryskiwacze gazu o dużej przepustowości, szyna paliwowa, tłoki i turbosprężarka zostały zaprojektowane w sposób umożliwiający uzyskanie wysokich wartości mocy i momentu obrotowego. Trwałość jednostki oraz okresy międzyprzeglądowe uległy wydłużeniu dla zagwarantowania odpowiednich osiągnięć przy jak najrzadszych przestojach. Pożądane efekty przyniosło także zastosowanie iskrowego zapłonu stechiometrycznej mieszanki gazu ziemnego i powietrza. Takie rozwiązanie „jednopaliwowe” powoduje, co wskazano, że Cursor 13NP pracuje w 100% na gazie ziemnym. IVECO mocno podkreśla jeszcze, że technologia jednopaliwowa oznacza brak trzech paliw – diesel+LNG+AdBlue i tym samym brak trzech różnych rodzajów zbiorników do tych paliw. Wskutek tego uzyskuje się wzrost autonomii użytkowej oraz wyższą ładowność użyteczną. Ponadto układ oczyszczania spalin opiera się na kompaktowym i lekkim trójfunkcyjnym katalizatorze, niewymagającym regeneracji ani stosowania dodatków do paliwa. Powyższe przekłada się na oczywiste korzyści pod względem funkcjonalności i ładowności oraz na skrócenie czasu przestojów. Silnik oferuje też dodatkową zaletę w postaci ograniczenia hałasu i wibracji, ponieważ spalanie mieszanki stechiometrycznej następuje przy stopniu sprężania 12:1 (znacznie niższym w porównaniu z wartością 17:1 w silnikach Diesla), więc proces ten jest cichszy.

Cursor 13NP jest chroniony dwoma patentami dotyczącymi układów przygotowanych przez FPT Industrial: pierwsze rozwiązanie to system kontroli spalania stukowego, a drugie to system reakcyjnej kontroli przepływu powietrza, czyli nowy układ doboru proporcji mieszanki stechiometrycznej podawanej w czasie zmian przełożeń. Zapewnia on ciągłość dostarczania momentu obrotowego w trakcie zmian biegów w przekładni zautomatyzowanej, co z kolei gwarantuje maksymalne osiągi i możliwie najszybszą zmianę przełożeń. Tym samym NP jest napędzany z wykorzystaniem opracowanej przez IVECO przoduującej w branży technologii gazu ziemnego.

Oprócz tego do dość niskiego spalania przyczyniają się inne rozwiązania. Są to 12-biegowa, zautomatyzowana skrzynia przekładniowa ZF Hi-Tronix oraz: OCENA STYLU JAZDY DSE służąca monitorowaniu i doskonaleniu zachowania kierowcy, ogranicznik prędkości i momentu obrotowego ECOSWITCH oraz system ECOFLEET zapewniający efektywną strategię zmiany przełożeń. W NP460 wprowadzono jeszcze zintegrowany system wspomagania jazdy Hi-Cruise, zawierający układy oparte na technologii GPS, takie jak sterowanie działaniem tempomatu i zmianą biegów z uwzględnieniem przewidywanych warunków jazdy i topografii terenu oraz dalsze udoskonalenia funkcji *EcoRoll*. Ponadto zoptymalizowano przełożenie tylnej osi oraz wprowadzono opony o obniżonych oporach toczenia.

Z myślą o redukcji kosztów użytkowania wprowadzono również trzy innowacyjne aplikacje – specjalne usługi opracowane przez MICHELIN Solutions i świadczone w ścisłej współpracy z nim. Pomagają one kierowcom i menedżerom flot w maksymalnym wykorzystaniu potencjału samochodu oraz jego zintegrowania z resztą parku taborowego. Ułatwiają bowiem efektywne zarządzanie pojazdem i jego integrację z flotą właściciela oraz pomagają menedżerowi floty i kierowcy w uzyskaniu najlepszych osiągnięć i najniższego całkowitego kosztu posiadania (TCO), czyli jego maksymalnej redukcji. Te trzy cyfrowe usługi „Special IVECO STRALIS NP 460” zarządzania flotą zostały specjalnie dostosowane przez MICHELIN do modelu NP460 i stanowiły jego fabryczne wyposażenie. Były to: MyBestRoute – pomagająca wybierać optymalne trasy, MyInspection – do digitalizacji procedury przeglądu auta oraz MyTraining – oferująca kierowcom cyfrowe szkolenie dopasowane do specyfiki prowadzenia Stralisa NP460.

W następstwie tych zabiegów – zastosowanych technologii i usług – auto wyróżniało się niskim zużyciem paliwa we wszystkich rodzajach misji, od przewozów regionalnych na średnich trasach do międzynarodowego transportu długodystansowego. Zużywało nawet do 15% mniej paliwa i, co niezwykle ważne, cechowało się całkowitym kosztem posiadania (TCO) niższym nawet o 9% w porównaniu z analogicznym wykonaniem z silnikiem wysokoprężnym, przy poprawionych dynamice i osiągnięciach. TCO okazywało się zatem porównywalne z dieslem czy nawet lepsze. To jeszcze więcej niż w przypadku wprowadzonego na rynek w 2016 roku Stralisa NP 400, pod tym względem wyróżniającego się 7-procentowymi oszczędnościami. Ten znacznie niższy całkowity koszt posiadania NP460 wynikał ze wskazanego mniejszego zużycia paliwa oraz z niższych kosztów gazu ziemnego w porównaniu z kosztami oleju napędowego.

Dalszą poprawę ekonomiki eksploatacji zapewniają usługi TCO2 Live, zawierające raporty Smart Reports, konsultacje paliwowe oraz szkolenia w Akademii Jazdy IVECO. TCO2 Smart Reports są to cotygodniowe zestawienia zawierające informacje o zużyciu paliwa, ocenie stylu jazdy kierowcy i emisji dwutlenku węgla. TCO2 Konsultacje paliwowe to usługa monitorowania kluczowych wskaźników efektywności pojazdów klienta przez lokalnego konsultanta. Cel tych konsultacji stanowi opracowanie indywidualnego planu zwiększania oszczędności zużycia paliwa. Nieodłącznym elementem ograniczenia zużycia paliwa jest oczywiście właściwy styl prowadzenia pojazdu, za co odpowiada Akademia Jazdy IVECO. Proponuje ona szkolenia indywidualnie dopasowane do potrzeb klienta. Do dosyć niskiego całkowitego kosztu posiadania przyczyniają się również długie okresy międzyprzeglądowe. Już w przypadku poprzedniego modelu okazywały się one najdłuższe w branży. Potem ustalono je aż na 90 000 km, co przekłada się na więcej czasu na drodze i niższe koszty serwisowania. W dodatku koszty utrzymania obniża brak skomplikowanego układu oczyszczania spalin, filtrów cząstek stałych czy aktywnej regeneracji. Te uzyskiwane oszczędności są o tyle kluczowe, gdyż NP460 był przeciętnie aż o 40% droższy od klasycznego odpowiednika.

Poza dobrymi parametrami i TCO samochod wykazywał swoją niezwykle wysoką proekologiczność – tzn. pozwalał maksymalnie wykorzystać ekologiczne zalety. Zastosowana w nim sprawdzona technologia powoduje, że emisję cząstek stałych i tlenków azotu ograniczono odpowiednio o 99% i 60% w stosunku do limitów określonych w normie Euro 6. Dzięki technologii gazu ziemnego emisja cząstek stałych kształtuje się zatem na wręcz śladowym poziomie, a emisja NOx jest o 50% niższa w porównaniu z eksploatacją silników Diesla na długich trasach. W przypadku eksploatacji na gazie pochodzenia kopalnego emisja CO₂ jest zaś niższa o 10% – w zależności od specyfiki użytkowania i składu gazu – w porównaniu z jednostką wysokoprężną, natomiast w sytuacji użycia skroplonego biometanu bilans tej emisji staje się korzystniejszy, ponieważ emisja CO₂ ulega ograniczeniu o 95%. Przy tym stosowanie biometanu okazuje się korzystne także z racji zmniejszenia zależności od paliw kopalnych, gdyż gaz ten jest pozyskiwany z odpadów rolniczych i komunalnych, ścieków lub odpadów powstających przy przetwórstwie żywności. W dodatku biogaz może być produkowany lokalnie, co znacznie obniża zapotrzebowanie na energię do transportu paliwa i związaną z tym emisję CO₂ – paliwa nie trzeba dowozić nieraz do odległych punktów dystrybucji, oddalonych od baz paliwowych o dziesiątki czy setki kilometrów, lecz paliwo to wytwarza się lokalnie, co czyni regionalną eksploatację typu NP jeszcze bardziej opłacalną i wskazaną. Ponadto w procesie wytwórczym powstają cenne produkty uboczne, takie jak bio-CO₂ do agregatów chłodniczych i bionawozy dla rolnictwa. W ten sposób NP 460 przyczynia się też do zmniejszenia śladu węglowego branży transportowej, przekładając się na poprawę jakości powietrza na drogach i terenach zurbanizowanych.

Kolejna użytkowo oraz środowiskowo ważna zaleta stanowi następny wkład pojazdu w ochronę środowiska i wynika z wyjątkowo cichej pracy silnika. Poziom emitowanego hałasu zmierzony w teście według normy PIEK kształtuje się bowiem poniżej 71 dB, czyli aż o około 50% mniej niż dla wysokoprężnego odpowiednika, co ułatwia realizację dostaw w strefach miejskich.

Oprócz tego IVECO mocno podkreśla, że wdrożone modułowe podejście owocowało bogatą ofertą fabrycznych opcji oraz wyjątkową elastycznością indywidualnej konfiguracji, wskutek czego układ i rodzaj zbiorników da się dopasować do każdego typu wykonywanych zadań. Auto wystąpiło z szerokim wyborem kombinacji zbiorników dedykowanych do krótszych i dłuższych wersji. W standardzie zbiorniki LNG były dostępne w trzech rozmiarach – 250, 400 i 540 litrów. Ponadto zbiorniki przeznaczono na paliwo typu LNG lub CNG, gdyż pojazd mógł być zasilany sprężonym (CNG) lub skroplonym gazem ziemnym (LNG) bądź mieszanką tych paliw. W dodatku zbiorniki mogły być zamontowane z prawej albo lewej strony, z lewej – dla uzyskania miejsca na instalację większych elementów lub pożądanego rozkładu masy. Dostępne są następujące konfiguracje zbiorników, rozpatrywane dla 2-osiowego ciągnika siodłowego w układzie napędowym 4×2:

- standardowa – dwa po 540 l każdy, po jednym na stronę,

- średnia – bazowy 540-litrowy po prawej stronie oraz skrócony 400-litrowy po lewej, pozwalający jednak na wygospodarowanie wolnej przestrzeni o długości 500 mm między kabiną a tym zbiornikiem,
- krótka – bazowy 540-litrowy po lewej stronie oraz krótki 250-litrowy po prawej; w tym wydaniu długość wolnej przestrzeni do późniejszego wykorzystania po prawej stronie jest równa 1000 mm,
- wolna przestrzeń – bazowy 540-litrowy po prawej stronie oraz wolna przestrzeń o długości około 2000 mm po lewej.

Umożliwia to zachowanie dostatecznej ilości miejsca w podwoziu na osprzęt niezbędny w misjach realizowanych przez pojazd. Decydując się więc na małe zbiorniki, da się uzyskać dodatkowy metr przestrzeni na zamontowanie takich podzespołów, jak przykładowo kompresory do cysterny. Co jeszcze ważne, liczba i rodzaj wybranych zbiorników oraz odmiana auta wpływają na możliwy do uzyskania zasięg. Szosowy ciągnik siodłowy 4×2 pozwala na uzyskanie następujących zasięgów:

- jedynie CNG – do 570 km,
- CNG i LPG – do 1100 km,
- podwójne – dwa największe kriogeniczne zbiorniki LNG – rekordowy do 1600 km,
- pojedynczy duży zbiornik LNG – do 800 km.

W przypadku innych kompletacji docelowych maksymalne zasięgi wynosiły: 3-osiowy ciągnik siodłowy 6×2 – do 750 km, 2-osiowy ciągnik siodłowy z obniżonym siodłem – *low deck* – do 1150 km, 2- albo 3-osiowe szosowe podwozie 4×2/6×2 – do 1600 km. Tym samym NP 460 oferował największą elastyczność, otwierając praktycznie nieograniczone możliwości techniczne w zakresie indywidualnej konfiguracji. Dzięki temu klient mógł autentycznie dobrać kompletację zgodną ze specyfiką jej planowanej eksploatacji. W 2019 roku Stralisa NP 400 i 460 zastąpiła linia S-WAY NP z tymi samymi jednostkami gazowymi – 400- i 460-konną.

Wskazując na przydatność NP460 do realizacji przewozów w ruchu dalekobieżnym, w tym międzynarodowym, trzeba jednak podkreślić zasadniczy problem dotyczący stawianych przed takim taborom wymagań co do zasięgu na jednym tankowaniu. Dla licznych operatorów zachodnioeuropejskich, pokonujących trasy z południa na północ kontynentu (głównie kierunki Włochy–Austria–Francja–Niemcy) czy w osi wschód–zachód (kraje Beneluksu–Francja–Niemcy), w tym nawet gdy trzeba pokonywać tereny góryste i górskie, wartości zasięgu do 1000-1400 km w zupełności wystarczą. Inaczej prezentuje się to zagadnienie w odniesieniu do polskich przedsiębiorców. Dla nich liczy się m.in. właśnie duży zasięg, na jednym tankowaniu rzędu nawet do 3000-4000 km. Dlatego przeważnie zamawiają duże zbiorniki o znacznej pojemności, od 1000 do maksymalnych 1500 l, oznaczających maksymalny zasięg – przy przeciętnym zużyciu paliwa rzędu 25-30 l na 100 km – na poziomie 5000 do wręcz teoretycznie 7500 km! Dla nich więc te maksimum 1600 km nie stanowi wartości satysfakcjonującej. Nie umniejsza to naturalnie zalet NP460, tylko nieco brutalnie konfrontuje je z naszą, taką a nie inną rzeczywistością.

Jednocześnie powyższe nie oznacza, że auto trafiło w Polsce na pewną barierę popytową. Wręcz przeciwnie – w pierwszym rządzie zainteresowało operatorów przeważnie wykonujących zlecenia w ruchu międzynarodowym przez Niemcy, gdzie dla takiego taboru obowiązuje czasowe zwolnienie z opłaty Maut. Nadal potencjalną grupę odbiorców stanowią zaś jeżdżący w ruchu krajowym i obsługujący podmioty kurierskie czy sieci super- i hipermarketów. Wówczas 1600 km wystarczy na swobodne dotarcie do najbliższej dostępnej stacji tankowania. Przy czym, aby ten model biznesowy zaczął u nas autentycznie na dobre funkcjonować, zleceniodawcy usług/operatorzy muszą zacząć podpisywać z przewoźnikami umowy nie na 2, 3 lata, lecz wieloletnie. Niemniej we wszelkich kalkulacjach należy bezwzględnie wziąć pod uwagę, iż przynajmniej na razie na modele tego rodzaju praktycznie nie istnieje rynek wtórny kreowany przez samych przewoźników. Dużą część wartości trzeba w takim razie zamortyzować w trakcie eksploatacji na rynku pierwotnym. Pewne remedium na to znaleźli sami dostawcy – egzemplarze gazowe wynajmują czy leasingują w leasingu fabrycznym, a następnie odbierają od przewoźników po założonym czy wydłużonym okresie eksploatacji. Co więcej, pojawiają się już pewne niepotwierdzone informacje, że na rynku wtórnym pojazdy gazowe, które nie trafią do kolejnych użytkowników, mogą zostać przerobione na tradycyjne – dieslowskie. Przeróbka taka byłaby wykonywana fabrycznie. Ponadto mogłoby dochodzić do wymiany samych silników i systemu zbiorników paliwa do nich, bez kosztownych i problematycznych innych modyfikacji.

Niezależnie od tych pewnych zastrzeżeń, NP460 stał się właściwym samochodem do transportu na długich trasach. Jego atutami są dość niski całkowity koszt posiadania (TCO) oraz co najmniej takie same walory pod względem komfortu, ładowności, osiągow i funkcjonalności, jak w przypadku odpowiedników z jednostkami wysokoprężnymi. To mianowicie jeden z pierwszych typów zasilanych skroplonym gazem ziemnym lub biogazem, charakteryzujący się przodującą relacją mocy do masy, wysoką gęstością mocy i niską emisją hałasu oraz zabezpieczający ograniczeniem emisji CO₂ i odpowiednie osiągi oraz zasięg. Tym samym koncern proponuje korzystniejszą pod względem oddziaływania na klimat opcję, spełniającą jednocześnie wysokie wymagania pod względem parametrów, ekonomiki paliwowej i zasięgu eksploatacyjnego. To kombinacja cech, jakich wymagają klienci w segmencie przewozów regionalnych i długodystansowych. Powyższe sprawia, że w międzynarodowym ciężkim transporcie na dalekich trasach model ten stanowi autentycznie zrównoważone i rentowne rozwiązanie. Do tego, oprócz ładowności i osiągow, oferuje inne korzyści środowiskowe. Są one szczególnie ważne dla operatorów świadczących usługi logistyczne dla branży budowlanej w centrach miast, gdzie obowiązują ograniczenia wjazdu dla aut z silnikami wysokoprężnymi, oraz na placach budowy funkcjonujących w cyklu całodobowym, gdzie obowiązują rygorystyczne normy dotyczące emisji hałasu. W ten sposób, w następstwie dobrych parametrów ekologicznych, osiągow, wydajności i zasięgu, ten relatywnie przyjazny dla środowiska samochód sprawdzi się nie tylko w ruchu długodystansowym na najbardziej wymagających trasach. Dzięki bowiem wysokiej mocy

i dobrej ekonomice paliwowej stał się na tyle oszczędny i efektywny, aby zapewnić realną przewagę konkurencyjną firmom transportowym starającym się sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu na „zieloną” logistykę. Przewaga ta stanowi pochodną możliwości oferowania zrównoważonych usług logistycznych.

W momencie komercjalizacji NP niezwykle ważne pozostawało też, że dealery IVECO dysponowali zaawansowanym *know-how* – wiedzą techniczną i rozległym doświadczeniem w kwestii obsługi wersji z napędem gazowym. Co równie istotne, ze względu na swoje przywiązanie do gazu IVECO mocno stawia na niego także w odniesieniu do wykorzystania w wariantach specjalizowanych i specjalistycznych, w tym eksploatowanych w sektorze budowlanym czy nawet w straży pożarnej. W rezultacie IVECO to pierwszy producent pojazdów użytkowych, który opracował pełną gamę modeli ciężarowych i dostawczych oraz autobusów zasilanych gazem ziemnym, do 2022 roku sprzedanych w liczbie ponad 30 000 sztuk. W dodatku przedsiębiorstwo dysponuje pełną i najszerszą w branży gamą w pełni gazowych jednostek napędowych. Gama ta zawiera siedem wariantów z pięciu linii:

- F1C – o maksymalnych 136 KM i 350 Nm, przeznaczony dla lekkiego Daily, w tym do wykonywania zadań w miejskiej logistyce towarowej, jak dostawy przesyłek w systemie drzwi-drzwi (*door-to-door*), oraz do miejskich minibusów zbudowanych w oparciu o auto dystrybucyjne;
- NEF 60 – o maksymalnych 204 KM i 750 Nm, wskazany do autobusów miejskich – midibusów solo o długości do 12 m – oraz lżejszych samochodów z rzędu Eurocargo eksploatowanych w klasycznej miejskiej dystrybucji czy w służbach komunalnych;
- Cursor 8 – o maksymalnych 270 KM/1100 Nm, 300 KM/1200 Nm i 330 KM/1300 Nm. Tak szeroki zakres pokrywanych mocy i momentów powoduje, że staje się on niezwykle elastyczny w sferze możliwych zastosowań – jest dedykowany do cięższych autobusów miejskich – od 12-metrowego solo wzwyz, w tym szczególnie do przegubowców – oraz do odmian z typoszeregu Stralis, użytkowanych w klasycznej miejskiej dystrybucji, służbach komunalnych i w przewozach lokalnych, regionalnych i ponadregionalnych, w tym nawet w krajowych;
- Cursor 9 – o maksymalnych 400 KM i 1700 Nm, polecany do autobusów międzymiastowych oraz przedstawicieli z flagowego rzędu niegdyś Stralis, od 2019 roku S-WAY, wykorzystywanych w transporcie ponadregionalnym, krajowym i dalekodystansowym, w tym międzynarodowym;
- Cursor 13 – o maksymalnych 460 KM i 2000 Nm, powstały wyłącznie dla aut z flagowych rzędów Stralis/S-WAY, służących do klasycznego przemieszczania na dalekich trasach, w tym w obsłudze ruchu międzynarodowego, oraz na trasach prowadzących przez tereny wymagające topograficznie, jak obszary góryste i górskie.

Od lat 2019-2020 rodzima spółka zależna IVECO – IVECO Poland notuje systematyczny wzrost zainteresowania polskich przewoźników odmianami gazowymi dedykowanymi do obsługi przewozów w ruchu dalekodystansowym, w tym międ-

dzynarodowym. Powyższe wynika z kilku zasadniczych, powiązanych ze sobą przyczyn. Po pierwsze, koncern proponuje odpowiednie odmiany aut. Najpierw były to Stralisy NP 400 i 460 KM, potem zastąpione przez S-WAY NP, zaopatrzone w te same silniki gazowe. Po drugie, w przypadku stosowania LNG zasięg uzyskiwany na jednym tankowaniu może dochodzić do 1500 km, co powoli, wskutek właściwej organizacji tras, staje się już wartością akceptowalną w tego rodzaju przewozach. Po trzecie, w kraju i za granicą sukcesywnie wzrasta liczba stacji tankowania gazu. I po czwarte, użycie gazu – przy realiach cenowych do lutego 2022 roku oraz kształtowaniu się TCO – stało się naturalną alternatywą, tzn. wyborem dokonywanym samoistnie przez użytkownika na podstawie notowanych kosztów i przychodów oraz rozpatrywanych innych czynników, a nie stanowi elementu wynikowego oddziaływania narzędzi o miękkim (m.in. dopłaty, dotacje, ulgi, wydzielone pasy jazdy) bądź typowo twardym charakterze (przykładowo zakazy wjazdu do określonych stref w ogóle bądź w zadanych godzinach). Do tego w polskich warunkach dochodzą: prawne uznanie gazu za paliwo alternatywne oraz najważniejsze – czasowe zwolnienie z płacenia Maut, istotne dla jeżdżących w kierunku niemieckim docelowo bądź w tranzycie.

2.6.2. Elektryfikacja

W odróżnieniu od sfery gazyfikacji na przestrzeni ostatnich lat włoski koncern nie podejmował jakichś bardziej zdecydowanych działań w obszarze czystej elektryfikacji, czyli promowania układów hybrydowych i elektrycznych z akumulatorami. Przykładowo w 2010 roku na targach IAA Nutzfahrzeuge⁶⁶ w Hanowerze pokazał średnionozowe Eurocargo z równoległym systemem hybrydowym, pozwalającym na niezależną pracę silnika spalinowego, niezależną pracę silnika elektrycznego oraz pracę obu silników razem. Układ wykazywał swoją zdecydowaną wyższość nad układem czysto spalinowym podczas eksploatacji w typowych warunkach miejskich, przyczyniając się nawet do 30-procentowej redukcji zużycia paliwa. Tak dobry wynik stanowił następstwo połączenia trzech istotnych funkcji:

- rekuperacji energii – odzyskiwania energii normalnie traconej w trakcie hamowania, kiedy silnik elektryczny pracuje jako generator, zamieniając energię kinetyczną w energię elektryczną, magazynowaną w akumulatorach,
- funkcji start-stop, oznaczającej automatyczne wyłączenie silnika spalinowego w przypadku postoju; ruszanie odbywa się wyłącznie za pomocą silnika elektrycznego, a silnik spalinowy jest włączany tylko wtedy, gdy istnieje większe zapotrzebowanie na moc, czyli przy wyższych prędkościach i przyspieszaniu,
- zmniejszenia (tzw. *downsizing*) silnika spalinowego, co w pewnym zakresie kompensuje większą masę własną komponentów układu hybrydowego.

⁶⁶ IVECO – zestaw materiałów prasowych na targi IAA Nutzfahrzeuge, 2010.

IVECO proponowało wówczas dwie wersje hybrydowego Eurocargo: wystawianą na IAA cięższą, 12-tonową i lżejszą, 7,5-tonową. Tę pierwszą wyróżniały 180-konny (132 kW), 4-cylindrowy silnik EEV FPT Tector, połączony z 44-kilowatowym (60 KM) silnikiem elektrycznym i 6-biegową, automatyczną skrzynią przekładniową oraz zespół akumulatorów litowo-jonowych o nominalnej pojemności 1,9 kWh. W tej drugiej zainstalowano zaś te same skrzynie biegów, silnik elektryczny i zespół baterii litowo-jonowych, ale słabsze wydanie silnika Tector EEV, o mocy maksymalnej 118 kW/160 KM. Strata na ładowności, wynikająca z montażu hybrydowego zespołu napędowego, równała się około 200 kg i wobec tego w wybitnie negatywny sposób nie wpływała na spadek ładowności, szczególnie w odniesieniu do odmiany cięższej. Poza tym przywiezione na targi Eurocargo znajdowało się w normalnej, codziennej eksploatacji w ruchu miejskim, jeżdżąc w barwach niezwykle ważnego nie tylko dla koncernu IVECO odbiorcy – korporacji Coca-Cola Enterprises.

Niemniej, poza takimi egzemplarzami prototypowymi i demonstracyjnymi, w następnych latach od strony czysto komercyjnej włoski gracz jakby zarzucił temat elektryfikacji. Uczynił tak, gdyż:

- przez lata silnie stawiał na gaz, jako oraz ekonomicznie i ekologicznie dopracowaną alternatywę,
- długo wskazywał na istotne niedoskonałości samej technologii bateryjnej,
- mocno powiązał kwestię elektryfikacji bateryjnej z tzw. gazo-elektryfikacją, czyli technologiami z wykorzystaniem wodoru,
- postanowił szybko zniwelować własne lukę technologiczną i opóźnienie naśladowcze poprzez kooperację z partnerem zewnętrznym spełniającym dwa zasadnicze warunki: brak bycia bezpośrednim konkurentem oraz dysponowanie w tej sferze niezbędnymi wiedzą, doświadczeniem i kompetencjami.

Dlatego w dniu 3 września 2019 roku CNH Industrial, obejmujący markę pojazdów użytkowych IVECO oraz oddział FPT Industrial, podpisał strategiczne partnerstwo z amerykańską Nikolą. Główny cel tej umowy polega na wykorzystaniu odpowiedzialnej wiedzy partnerów, aby skutecznie wdrażać tabor klasy tonażowej ciężkiej o zerowej emisji i w ten sposób specyficznie zakłócać branżę i jej dotychczasowe powiązania dzięki nowemu modelowi biznesowemu. Zawiązane partnerstwo obejmuje utworzenie europejskiej spółki *joint venture* dla opracowania i dystrybucji na rynku europejskim wersji akumulatorowo-elektrycznych i zasilanych wodorowymi ogniwami paliwowymi. W przedsięwzięciu tym Nikola zapewni wiodącą w swojej klasie wiedzę na temat ogniw paliwowych i zaawansowane technologie oraz przełomowy model biznesowy przewidujący pierwszą w branży stopę najmu obejmującą wszystkie usługi. IVECO, wraz z FPT Industrial, wniosą z kolei swoją wiedzę inżynierską i wytwórczą niezbędne do komercjalizacji wersji z ogniwami paliwowymi i akumulatorami.

W dniach 2-3 grudnia 2019 roku, czyli zaledwie w trzy miesiące po ogłoszeniu tego strategicznego partnerstwa, IVECO, FPT Industrial i Nikola zorganizowały

w Turynie wspólne wydarzenie m.in. dla interesariuszy branżowych, aby przedstawić zakres ich współpracy oraz jej ambitny cel, jakim jest osiągnięcie zerowej emisji – dojście do drogowego transportu bezemisyjnego⁶⁷. W czasie tego spotkania strony zaprezentowały makietę swojego pierwszego w pełni elektrycznego pojazdu akumulatorowego (BEV), przeznaczonego na rynki europejskie i nazwanego Nikola TRE. Typ ten stanowi pierwszy krok na drodze do wprowadzenia modelu elektrycznego z ogniwami paliwowymi Nikola (FCEV), który będzie dostępny dla klientów do 2023 roku. Warto tu bowiem wskazać, że pierwszą makietę Nikola TRE przedstawiono w Scottsdale (Arizona, Stany Zjednoczone) podczas Światowej Imprezy Nikola w kwietniu 2019 roku. Pokazana przez IVECO, FPT Industrial i Nikolę makietę akumulatorowo-elektrycznej Nikola TRE to pierwsza wersja powstała w wyniku wspólnego przedsięwzięcia CNH Industrial i Nikoli, czyli obejmującego markę z segmentu pojazdów użytkowych oraz specjalistę od układów napędowych. Auto opiera się na – pełniącej tu rolę platformy – gamie klasy tonażowej ciężkiej IVECO S-WAY, wprowadzonej na rynek w lipcu 2019 roku w Madrycie i generalnie dobrze przyjętej przez klientów oraz ekspertów branżowych. Konstrukcyjnie bazuje więc na S-WAY, ale zarazem integruje zaawansowaną technologię elektryczną Nikoli oraz jej elementy sterowania i zastrzeżony system informacyjno-rozrywkowy nowej generacji. Przy tym integracja projektu Nikola w S-WAY została wspólnie przeprowadzona przez Nikola i Italdesign – w jego centrali w Moncalieri (Turyn). Integracja tego projektu jest zatem naturalną konsekwencją partnerstwa z 2019 roku między obiema firmami.

Nikola TRE na bazie S-WAY oznacza początek nowego etapu w kierunku transportu bezemisyjnego, zapewniając platformę do wprowadzania cech (funkcji) zakłócających, które zmieniają branżę transportową. Tym bardziej, że sektor szybko się zmienia, „napędzany” zaostrzeniem przepisów dotyczących emisji, a młode pokolenia domagają się stworzenia gospodarki o obiegu zamkniętym w celu ochrony środowiska na przyszłość. Według IVECO wodór i bateria – w zależności od misji – są jedynymi realnymi rozwiązaniami dla zielonej energii i mają tę zaletę, że pozwalają społeczeństwom stać się bardziej niezależnymi od paliw kopalnych. Nadchodzi w takim razie czas na działanie i dostarczenie rozwiązania o zerowej emisji, opierającego się na elektrycznej technologii ogniw paliwowych. Strony wykorzystują tę technologię wcześniej i z namysłem, jako okazję do skorzystania z nadchodzącego momentu nieciągłości technologicznej oraz rozpoczęcia proaktywnej transformacji sektora transportu. Powyższe zachodzi w sytuacji, gdy istnieje coraz większy nacisk na uznanie, że konieczne jest zasadnicze ograniczenie emisji pochodzącej z motoryzacji, co skłania ten sektor przemysłu do szybkiego poszukiwania zaawansowanych

⁶⁷ <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-FPT-Industrial-and-Nikola-Corporation-launch-their-partnership-to-achieve-zero-emissions-transport.aspx>; <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/CNH-Industrial-brands-IVECO-and-FPT-together-with-Nikola-Motor-Company.aspx>.

rozwiązań technologicznych. Ta współpraca – wspólne przedsięwzięcie z Nikolą stanowi wobec tego świadectwo wiedzy technicznej obu partnerów, co przyniesie wymierne korzyści środowiskowe europejskim przewoźnikom dalekobieżnym oraz zapewni efekt synergii ogółowi zaangażowanych stron. Szczególnie, że od momentu wprowadzenia Nikola ONE w 2016 roku kierowcy samochodów ciężarowych i urzędnicy państwowi prosili Nikolę o sprowadzenie tego wyrobu do Europy. Niemniej Nikola potrzebowała odpowiedniego partnera, który pomógłby jej wejść na ten rynek. Takim właściwym partnerem handlowym stał się CNH Industrial.

Prezentowany w grudniu 2019 roku egzemplarz był makietą ciągnika Nikola TRE 4×2 do realizacji regionalnych zadań przewozowych o zerowej emisji, zasięgu do 400 km i osiąгах dynamicznych równych lub lepszych niż odpowiednik z silnikiem wysokoprężnym. Miał otrzymać modułowy system akumulatorów o łącznej pojemności do 720 kWh, nadający się do dostosowania do zadań wykonywanych przez różnych klientów. Elektryczny układ napędowy miał zapewnić ciągłą moc wyjściową 480 kW przy maksymalnym momencie obrotowym 1800 Nm, do dyspozycji kierowcy od 0 obr/min. Ponadto europejska Nikola TRE będzie dostępna jako 2- i 3-osiowe podwozia o dopuszczalnej masie całkowitej od 18 000 do 26 000 kg, przeznaczone do dystrybucji miejskiej oraz podmiejskiej – gminnej. Będzie też zawierać nowy system informacyjno-rozrywkowy oparty na zastrzeżonym systemie operacyjnym Nikola, integrującym funkcje informacyjno-rozrywkowe i nawigacyjne oraz elementy sterujące większością funkcji auta. Do indywidualnych preferencji kierowcy system może nawet dostosować takie ustawienia, jak wysokość podwozia w trakcie jazdy i zabezpieczana przez układ klimatyzacji temperatura na pokładzie.

Tym samym Nikola TRE ma pełnić funkcję bezpiecznego, niezawodnego i wysoce sprawnego, bezemisyjnego rozwiązania transportowego, wpisującego się w proekologiczne zmiany w tym sektorze. Stanowi również swoisty most – przejście do zasilanych ogniwami paliwowymi odmian klasy tonażowej ciężkiej. Szczególnie, że IVECO, FPT Industrial i Nikola przyjęły podejście modułowe, rozwijając swoją ofertę elektryczną na rynek europejski, należący do wyjątkowych w branży. Ogniwo paliwowe Nikola będzie punktem wyjścia do zaprojektowania akumulatora elektrycznego, wskutek czego elektryczna Nikola TRE z akumulatorem (BEV) da się przekształcić w wariant z technologią ogniw paliwowych. Dzięki takiemu podejściu partnerzy biorą pod uwagę długą perspektywę, wdrażając obie technologie i w ciągu najbliższych kilku lat płynnie przechodząc z BEV do odmiany z ogniwami paliwowymi (*Fuel Cell Electric Vehicle* – FCEV). Testy miały się rozpocząć w połowie 2020 roku, a europejską publiczną premierę zaplanowano na – ostatecznie odwołaną z powodu pandemii – wystawę pojazdów użytkowych IAA 2020. Wsparcie sprzedaży i obsługi posprzedażnej Nikola TRE ma zapewnić szeroka europejska sieć dealerów IVECO. Poza tym podczas wydarzenia z 2-3 grudnia IVECO, FPT Industrial i Nikola Corporation przedstawiły zakres i plany umowy *joint venture* oraz współpracy zawartej w celu przyspieszenia transformacji przemysłu w kierunku neutralności emisji

w Ameryce Północnej i Europie przez samochody ciężarowe klasy 8 – kategorii tonażowej ciężkiej – w następstwie przyjęcia technologii ogniów paliwowych.

Kolejne istotne kroki związane z wdrażaniem wspólnego projektu partnerzy wykonali w dniu 15 września 2021 roku⁶⁸ przy okazji otwarcia w Ulm w Niemczech zakładu produkcyjnego typu *joint venture* Nikola IVECO Europe. IVECO oraz Nikola Corporation – podpisały wtedy protokół ustaleń z hamburskim zarządem portu AöR (HPA) i ogłosiły porozumienie o współpracy w zakresie testowania, a następnie wdrażania w 2022 roku w porcie w Hamburgu ciężkich elektrycznych bezemisyjnych aut akumulatorowych klasy 8 oraz towarzyszącej im infrastruktury ładowania. Dokładnie umowa ta określa wspólny zamiar partnerstwa stron do realizacji w dwóch fazach przedsięwzięcia, obejmującego wprowadzenie z dostawą do portu w 2022 roku do 25 samochodów akumulatorowo-elektrycznych Nikola Tre (BEV). Pierwsza faza zawiera testowanie tych aut w porcie pod kątem operacji transportowych i logistycznych wraz z wysokowydajnymi rozwiązaniami ładowania. Bardziej definitywna druga faza partnerstwa projektowego przewiduje zaś pełną integrację wersji BEV z operacjami portowymi oraz instalację infrastruktury ładowania i wsparcie serwisowe na miejscu, w tym ze strony głównych dostawców.

Pojazdy przewidziane do prób w tych dwóch fazach to amerykańska wersja Nikola TRE ze specjalnymi zezwoleniami na eksploatację w porcie. Hamburg bowiem dąży do tego, aby stać się bardziej przyjaznym dla klimatu w kontekście długoterminowej strategii UE, której celem jest osiągnięcie do 2050 roku neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla. Port koncentruje się na tym, aby stać się inicjatorem stosowania innowacji technicznych jako przypadków pilotażowych. Aby osiągnąć swoje cele i spełnić wymagania, stawia właśnie na wodorowe modele budowane w Ulm. Hamburg pozostaje gotowy do wyznaczania nowych standardów i stania się miastem przyjaznym dla klimatu. Współpraca z Nikolą, producentem pojazdów ciężarowych do bezemisyjnego, akumulatorowego transportu elektrycznego, stanowi w tym ważny etap. W porcie w Hamburgu chcą mianowicie współpracować i rozpocząć bezprecedensowy projekt pilotażowy z Nikolą i IVECO oraz partnerami z sektora logistyki portowej. To porozumienie pomiędzy Nikolą i HPA jest pierwszym, ale decydującym krokiem do wdrożenia w porcie w Hamburgu pilotażu dla innowacyjnych i alternatywnych układów napędowych.

Co ważne, poza pomocą w realizacji celów zrównoważonego rozwoju portu w Hamburgu Nikola pracuje nad podobnym programem w Stanach Zjednoczonych. Tego rodzaju przełomowe umowy wzmacniają więc globalną zmianę w kierunku nowej przyszłości o zerowej emisji. Tym samym największy port morski w Niemczech pod względem objętości to idealne miejsce, aby zademonstrować osiągnięcia i konkurencyjność Nikola TRE.

⁶⁸ <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-and-Nikola-inaugurate-joint-venture.aspx>; <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-and-Nikola-sign-MoU-with-Hamburg-Port-Authority.aspx>

W 2021 roku zaplanowano rozpoczęcie małoseryjnej produkcji. W perspektywie średnioterminowej z linii montażowej w Ulm co roku ma zjeżdżać 3000 egzemplarzy. Pierwsze tego typu auta o zasięgu do 560 km, powstałe w 2022 roku, są początkowo przeznaczone dla wybranych klientów w USA, gdyż nie spełniają jeszcze wymogów unijnych ze względu na długość i promień skrętu. Przy tym pierwotnie w 2021 roku Nikola chciała dostarczyć klientom od 50 do 100 sztuk i wygenerować przychód ze sprzedaży o wartości od 15 do 30 mln USD. Na początku sierpnia 2021 roku przynoszący straty producent obniżył swoje plany z powrotem do 25-50 egzemplarzy i przedziału przychodów od zera do 7,5 mln USD. Zarząd uzasadnił to brakiem półprzewodników ze względu na globalny niedobór chipów.

15 września 2021 roku otwarto w Ulm nowy zakład produkcyjny elektrycznych samochodów ciężarowych IVECO i Nikola, dedykowany Nikola TRE. Obejmujący 50 000 m² (z czego 25 000 jest już zajęte) zakład prowadzi proces montażu końcowego, zaprojektowanego dla pojazdów elektrycznych. Teren ten oraz pierwsza faza industrializacji stanowią wspólne inwestycje IVECO i Nikoli. W 2021 roku oczekiwano, że na linii montażowej będzie mogło rocznie powstawać około 1000 jednostek na zmianę i że w kolejnych latach liczba ta będzie stopniowo wzrastać. Prognozuje się, że obiekt będzie działał zgodnie z zasadami programu World Class Manufacturing w celu osiągnięcia zero odpadów, zero wypadków, zero awarii i zero zapasów, potwierdzonych jego kluczowymi cechami, obejmującymi w pełni cyfrowe zarządzanie zakupami, ukierunkowane na zagwarantowanie stuprocentowej identyfikowalności i pracy bez prowadzenia papierowej dokumentacji.

Podczas oficjalnego otwarcia zakładu zaprezentowano też model produkcyjny z zasilaniem akumulatorowym (BEV) oraz po raz pierwszy publicznie najnowszą ewolucję tej modułowej platformy ciężarowej w postaci prototypu modelu elektrycznego zasilanego ogniwami paliwowymi (FCEV) marki Nikola TRE. Opracowana jako wysokowydajne, bezemisyjne rozwiązanie do transportu długodystansowego, ta Nikola TRE bazuje na platformie typu S-WAY. Ma zapożyczoną z niej kabinę oraz elektryczną oś napędową zaprojektowaną i wyprodukowaną przez FPT Industrial. Otrzyma także zaawansowaną technologię ogniw elektrycznych i paliwowych Nikola wraz z kluczowymi komponentami dostarczonymi przez firmę Bosch. Przy tym oba zespoły razem zaprojektowały modułową platformę zdolną do zasilania ogniw paliwowych oraz technologii napędu akumulatorów. Wprowadzenie na rynek w pierwszej kolejności technologii akumulatorowej przyczyni się do osiągnięcia dojrzałości platformy bazowej, zanim ogniwa paliwowe zostaną wprowadzone jako technologia zwiększająca zasięg.

Ten kolejny typ wejdzie do produkcji w Ulm do końca 2023 roku. Na tym etapie strony skupiły się na zapewnieniu powodzenia tej operacji i wspólnym przejęciu wiodącej roli w neutralnym dla klimatu transporcie długodystansowym i krótkodystansowym.

2.7. MAN

W 2014 roku na targach IAA⁶⁹ w ramach strategii stawiania na paliwa alternatywne i alternatywne zespoły napędowe, co wpisywało się w generalną politykę i misję obniżki emisji CO₂, MAN przewidywała stały wzrost popularności paliwa gazowego. Dlatego poszerzył paletę swoich aut przygotowanych do zasilania gazem, dodając do niej warianty z systemem napędowym na CNG. Koncern dokonał wtedy wstępnej prezentacji technologii CNG dla samochodów ciężarowych, stosując ją w przeznaczonym dla sektora dystrybucyjnego podwoziu z rodziny TGM. Tę 2-osiową wersję o dopuszczalnej masie całkowitej 18 000 kg zaopatrzone w 6,9-litrowy, rządowy silnik CNG oraz 12-biegową, zautomatyzowaną skrzynię przekładniową MAN TipMatic. Co ważne, ten turbodoładowany silnik nie tylko spełniał normę czystości spalin Euro 6, ale i wyróżniał się dobrymi parametrami – mocą maksymalną 206 kW/280 KM i maksymalnym momentem obrotowym 1150 Nm. Osiągi te były więc niemal w pełni porównywalne, szczególnie jeśli uwzględni się pojemność silnika, z osiąganymi tradycyjnych jednostek wysokoprężnych. W efekcie TGM CNG miał zachować porównywalne walory eksploatacyjne, w tym analogiczną dynamikę.

Pokazywany na wystawie egzemplarz TGM CNG otrzymał osiem lekkich, kompaktowych, aluminiowych zbiorników gazu ze specjalną powłoką węglową, mogących pomieścić – zmagazynować do 140 kg gazu. Dostępne były jeszcze stalowe zbiorniki, też zdolne pomieścić do 140 kg gazu. Taka pojemność zbiorników pozwalała 18-tonowemu samochodowi na pokonanie około 400 km w typowej miejskiej dystrybucji oraz przeciętnie 700 km w ruchu podmiejskim i międzymiastowym.

MAN w pierwszej kolejności proponował TGM CNG nie tylko dystrybutorom, ale i służbom komunalnym, tym ostatnim nieraz mogącym już korzystać ze wspólnych, tych samych własnych stacji tankowania co komunikacja miejska z gazowym taborem autobusowym. Zakres ewentualnego wykorzystania był więc znaczny. Tym bardziej, że na liście potencjalnych odbiorców, oprócz wywożących śmieci, dystrybutorów napojów i żywności, w tym w kontrolowanych (niskich) temperaturach, znaleźli się m.in. rozwożący meble i wykonujący przeprowadzki, operatorzy pocztowi i firmy kurierskie czy podmioty zajmujące się wynajmem odmian dystrybucyjnych klas tonażowych średniej i ciężkiej. Przy tym kwestia użycia przez dystrybutorów i służby komunalne gazowych TGM, oprócz istotnego wsparcia dla polityki proekologicznej, odnosiła się do niezwykle ważnych aspektów ekonomicznych oraz związanych z samą eksploatacją. Aspekty ekonomiczne wynikały z tego, że koszty paliwa gazowego oraz użytkowania pojazdów CNG były wtedy przeciętnie nawet o 20-30% mniejsze niż koszty paliwa i eksploatacji dla porównywalnych odmian z silnikami wysokoprężnymi, w zależności od rodzaju i intensywności wykonywanych prac. Natomiast aspekt czysto eksploatacyjny stanowił następstwo tego, iż TGM z gazowym systemem zasilania przyspieszał łagodniej niż jego czysto dieslowski odpowiednik

⁶⁹ MAN, zestaw materiałów prasowych na targi IAA, 2014.

oraz był przeciętnie o 3 dB cichszy, co oznaczało redukcję hałasu o około połowę przy pomiarze wykonywanym i w kabinie, i na zewnątrz. Cechy te odgrywają niebagatelną rolę podczas realizacji zadań w ścisłych centrach miast czy nocą na osiedlach. W rezultacie MAN polecał TGM CNG do wykorzystania właśnie w miastach, głównie w ich centrach, na obrzeżach, w dzielnicach domów jednorodzinnych oraz – praktycznie bez znaczenia, w jakim miejscu miasta – w godzinach wieczornych, nocnych i wczesnoporannych do zbierania śmieci i zaopatrywania sklepów, w tym mniejszych osiedlowych, chociaż dostawy do typowych osiedlowych dyskontów także były wskazane. Generalnie wariant gazowy miał sprawdzić się tam, gdzie praktycznie bez względu na porę dnia trzeba ograniczyć emisję hałasu.

Na obecnym etapie MAN, niegdyś bardzo mocno zaangażowany w promocję gazu jako paliwa alternatywnego i, co więcej, do dzisiaj oferujący gazowe autobusy miejskie, w tym z najnowszej generacji Lion's City, w przypadku samochodów stawia jednak wyłącznie na elektryczność. Przy tym, ze względu na powszechnie znane jej niedoskonałości, wynikające głównie z zasadniczych ograniczeń będących pochodną cech współcześnie stosowanych baterii, na początku lat 20. elektryfikacja ogranicza się wyłącznie do odmian miejskich, czysto dystrybucyjnych i średniodystansowych, ale z zamiarem wejścia w segment jazdy na dłuższych dystansach.

Już w 2010 roku na wystawie IAA ciekawym pojazdem z grupy „alternatywnych” był TGX z hybrydowym zespołem napędowym⁷⁰. MAN podkreślał wtedy, że sam temat hybryd nie zalicza się do nowych, ale od lat dotyczy głównie autobusów komunikacji miejskiej i wariantów dystrybucyjnych. Kwestia odnosi się więc do sprzętu transportowego w maksymalnym stopniu będącego w stanie wykorzystywać zalety hybrydowych zespołów napędowych, ujawniające się głównie podczas częstych hamowań, stawania i ruszania, czyli klasycznych operacji start-stop, charakterystycznych dla jazdy w typowym ruchu miejskim. W przypadku ruchu na dalekich trasach, przeważnie autostradowego, sens eksploatacji hybryd prezentował się jednak zgoła odmiennie. W 2008 roku Mercedes jako pierwszy pokusił się o przygotowanie takiej wersji. Potem do tej idei powrócił MAN z hybrydowym TGX, wyrażając przekonanie, że napędy hybrydowe w pojazdach użytkowych staną się częścią koncepcji systemu napędowego przyszłości we wszystkich rodzajach zastosowań, a więc nie tylko w przewozach na krótkich dystansach, jak dystrybucyjne czy w obsłudze komunalnej. Niemniej, ze względu na znaczną różnorodność i specyfikę konkretnych prac, wykorzystywane są odmiennie koncepcje hybrydowych zespołów napędowych, inne bowiem wymagania reprezentują samochody i autobusy eksploatowane w ruchu miejskim, inne wiążą się z obsługą ruchu dalekodystansowego, a jeszcze inne – z użytkowaniem wersji specjalistycznych i specjalnych. Obecnie (stan na rok 2022) najbardziej dopracowane są zespoły hybrydowe do autobusów i aut dystrybucyjnych, gdzie występują seryjne hybrydy spalinowo/dieslowsko-elektryczne. Ponadto w ramach projektu badawczego Metropolis MAN

⁷⁰ MAN, zestaw materiałów prasowych na targi IAA, 2010.

zbudował wersję klasy tonażowej ciężkiej, z w pełni elektrycznym systemem napędowym i o zwiększonym zasięgu, do wykonywania prac w miastach, w pierwszym rzędzie w służbach komunalnych.

Pokazując na 65. targach IAA hybrydową koncepcję zespołu napędowego w TGX Hybrid, koncern postawił na wizję modelu mającego przede wszystkim przyczynić się do dalszej redukcji całkowitych kosztów eksploatacji i posiadania (TCO). I pod tym kątem zoptymalizowano dobór elementów w hybrydowym zespole napędowym odmiany dostosowanej do obsługi ruchu dalekodystansowego. Skupiono się głównie na oszczędnościach paliwowych, będących następstwem mniejszej liczby zmiany biegów przy wjeżdżaniu na wzniesienia oraz odzyskiwania części energii kinetycznej, normalnie bezpowrotnie traconej w formie ciepła podczas hamowania czy zjazdów. Dla takiego rodzaju pojazdu, częściej wykorzystywanego w takim właśnie rodzaju przewozów, specjaliści z firmy doszli bowiem do wniosku, że najlepszym wyborem – właściwą technologią będzie równoległa hybryda spalinowo/dieslowsko-elektryczna. W rozwiązaniu tym podstawowym źródłem napędu pozostawał spalinowy silnik wysokoprężny, z kolei hybrydowy równoległy zespół napędowy otwierał możliwości do rekuperacji – odzyskiwania, gromadzenia i ponownego spożytkowania energii hamowania. W tym kontekście MAN wskazywał, że większość tras w transporcie drogowym jest pokonywanych w ruchu dalekodystansowym, szczególnie jeśli do pomiarów przyjmie się wykonaną pracę przewozową. Powyższe ma oznaczać, iż ewentualny potencjał uzyskiwania oszczędności paliwowych, w połączeniu z redukcją emisji CO₂, pozostaje tu stosunkowo duży czy nawet relatywnie największy, jeśli uwzględni się wszelkie ewentualne zastosowania hybrydowych pojazdów użytkowych.

TGX Hybrid napędzał równoległy układ hybrydowy, tworzony przez 440-konny silnik spalinowy oraz 130-kilowatowy silnik elektryczny. Ten ostatni podczas swobodnego zjeżdżania ze wzniesień oraz hamowania pełnił funkcję prądnicy. Układ przeniesienia napędu dopełniała 12-biegowa, zautomatyzowana skrzynia przekładniowa MAN TipMatic, przekazująca moment obrotowy na pojedynczy tylny most napędowy. Do gromadzenia odzyskiwanej energii służyły akumulatory o pojemności około 2 kWh. Podczas wjazdu na wzniesienie hybrydowy TGX wykorzystywał tę energię do podniesienia momentu obrotowego ponad moment generowany przez sam silnik wysokoprężny. Dzięki temu silnik spalinowy mógł wtedy pracować w najbardziej ekonomicznym zakresie prędkości obrotowych, dodatkowy moment obrotowy z silnika elektrycznego zaś oznaczał możliwość unikania koniecznej redukcji biegów. Taka koncepcja działania obu silników w takim momencie – przy wjeżdżaniu na wzniesienie – pozytywnie przekłada się na zmniejszenie zużycia paliwa. Przeprowadzone wtedy wstępne testy wykazały, że potencjał oszczędnościowy w obszarze paliwa dochodzi do 8%, co odpowiada oczywiście analogicznej redukcji w emisji CO₂. Ponadto, ponieważ w rozwiązaniu tym silnik elektryczny pełnił jedynie rolę wspomagającą dla silnika wysokoprężnego, system był relatywnie prosty i lekki, z komponentami hybrydowymi

w układzie ważącymi około 400 kg. W rezultacie nie dochodziło do istotniejszego wzrostu masy własnej pojazdu, co od dawna stanowi jedną z immanentnych wad hybryd. Z tego też powodu MAN skoncentrował się na grupie funkcji odpowiedzialnych wyłącznie za redukcję zużycia paliwa, podczas gdy system pozwalający odmianie klasy tonażowej ciężkiej na pokonywanie krótkich dystansów jedynie w trybie elektrycznym, przy wykorzystaniu tylko pracy silników elektrycznych, dla kontrastu powinien być technologicznie znacznie bardziej kompleksowy. Przykładowo akumulatory powinny wyróżniać się znacznie większą pojemnością i tym samym być cięższe, większe oraz droższe.

MAN prezentował tę koncepcję hybrydowego TGX, by pokazać korzyści wynikające dla operatorów i środowiska naturalnego z zastosowania hybrydowego zespołu napędowego w transporcie dalekodystansowym. Oczekiwał przy tym dyskusji na ten temat ze swoimi międzynarodowymi klientami. Poza tym w kategorii 12 000 kg dopuszczalnej masy całkowitej firma zaproponowała wtedy hybrydowy typ TGL 12.220. Zastosowano w nim relatywnie mocne jak na tę kategorię masową 220-konny silnik spalinowy i 60-kilowatowy silnik elektryczny.

Z czasem niemiecki koncern zrezygnował z przygotowywania modeli hybrydowych, w ostatnich latach skupiając się już wyłącznie na wersjach w pełni elektrycznych. W lipcu 2018 roku, podczas konferencji prasowej⁷¹, podmiot wykonał kolejny krok w kierunku e-mobilności pojazdów użytkowych, przedstawiając następny etap w rozwoju elektrycznych samochodów ciężarowych. Tym razem był to w pełni elektryczny – zelektryfikowany e-truck zbudowany na bazie klasycznego TGM z tradycyjnym zespołem napędowym, oznaczony jako eTGM. Powstał on poprzez zamianę zespołu napędowego z jednostką spalinową na zespół elektryczny wraz z koniecznym oprzyrządowaniem. Występuje jako typ 3-osiowy, w układzie napędowym 6×2, o dopuszczalnej masie całkowitej 26 000 kg, z krótką, dzienną kabiną. Jego napęd pochodzi od umieszczonego centralnie w ramie silnika elektrycznego o mocy 264 kW/360 KM i maksymalnym momencie obrotowym 3100 Nm, w sposób bezprzekładniowy przesyłającego moment obrotowy na koła napędowe. Do gromadzenia energii elektrycznej służą akumulatory, które mogą zostać zamontowane pod kabiną kierowcy oraz na ramie z boku. W rezultacie zasięg może dochodzić do 180 km. Kabinę zaopatrzone w te same funkcje co inne auta, od siedzeń z zawieszeniem pneumatycznym po ogrzewanie. Elementy pomocnicze, takie jak wspomaganie kierownicy, sprężarka powietrza lub klimatyzacja, są obsługiwane elektrycznie i sterowane przez system zarządzania energią zgodnie z wymaganiami, a tym samym energooszczędnie. Zawieszenie jest w pełni powietrzne, gdyż poduszki pneumatyczne zastosowano na osiach przedniej i tylnych, co gwarantuje możliwość dopasowania do każdej sytuacji załadunku w mieście. Model ten przeznaczono do klasycznych zastosowań w miejskim transporcie dostawczym, w tym w logistyce dostaw towarów i w sektorze komunalnym. Nadaje się jako podstawa dla najróż-

⁷¹ MAN, materiały – konferencja preIAA 2018, Berlin, 1-2 lipca 2018.

niejszych nadwozi, od typowej skrzyni, nadwozia wymiennego, w tym kurtynowego nadwozia wymiennego i tylnej windy załadowniczej, hermetycznego furgonu lub chłodni po odmiany do zbiórki odpadów. Niezbędny do tego napęd dodatkowy też jest elektryczny.

To premierowe, całkowicie elektryczne podwozie e-ciężarówki eTGM 6×2 stanowiło techniczną podstawę dla dziewięciu sztuk testowych, które od jesieni 2018 roku przeznaczono do przeprowadzenia prób w praktyce – w rzeczywistych sytuacjach zastosowania w ramach realnego wykorzystania w normalnej logistyce dystrybucyjnej, a dokładnie z segmentu umiarkowanego ruchu dystrybucyjnego. Te dziewięć sztuk trafiło do dziewięciu przedsiębiorstw – członków austriackiego konsorcjum – Rady ds. Zrównoważonej Logistyki CNL. Każdy podmiot do sprawdzianu otrzymał w takim razie jeden egzemplarz. Są to przede wszystkim podwozia 6×2 do chłodni, nadwozi wymiennych oraz nadwozi do transportu napojów. Zakres testowania objął również jednak połączenie ciągnika na bazie TGM i naczepy. Wnioski z prób praktycznych z wykorzystaniem aut testowych zostaną uwzględnione podczas przyszłej produkcji seryjnej samochodów ciężarowych z napędem elektrycznym.

Poza tym, by maksymalnie ułatwić przejście do elektromobilności, przy zakupie eTGM – w ramach modułu MAN Transport Solutions – koncern oferuje swoim klientom indywidualne i zorientowane na rozwiązania porady. Do tego prowadzący eTGM przechodzą szkolenie kierowców za pośrednictwem MAN ProfiDrive. Co ważne, zakres tego szkolenia został specjalnie zaprojektowany, aby sprostać wymaganiom jazdy modelem w pełni elektrycznym.

Zarazem koncern przedstawił swój plan działania na rzecz zerowej emisji. Przede wszystkim wprowadza na drogi mobilność wolną od emisji CO₂ dzięki mapie drogowej przygotowanej dla pojazdów z napędem elektrycznym i wodorowym⁷². W tym celu zawiązał kilka spółek. Główne zadania i obszary prowadzonych prac to: od 2021 roku wodór jako paliwo alternatywne w prototypach, od lat 2023-2024 testy aut H₂ zaplanowane u klientów w ramach projektu Bayernflotte. Wstępne rozmowy na ten temat prowadzono z rządem Bawarii. Zaplanowano także współpracę z uczelniami wyższymi.

Ogólnie podjęto decyzję, że w transporcie publicznym i dystrybucji wybór stanowią pojazdy elektryczne na baterie. W związku z tym MAN Truck&Bus produkuje seryjnie miejski elektryczny model Lion's City E i elektryczne auto dostawcze eTGE oraz przechodzi do małoseryjnego wytwarzania dystrybucyjnego eTGM. Całkowicie elektryczny reprezentant nowej generacji tych samochodów trafi na drogi od 2023 roku.

Ponadto, oprócz szybkiego rozwoju technologii akumulatorów, wodór stanowi dobrą opcję uzupełniającą jako paliwo alternatywne w transporcie dalekobieżnym. Dlatego koncern przedstawił swoją mapę drogową badań i rozwoju w tym zakresie. Według niej pojazdy prototypowe miały powstać już w 2021 roku, zgodnie z wtedy

⁷² <https://press.mantruckandbus.com/man-presents-zero-emission-roadmap/>

realizowanymi projektami rozwojowymi. MAN testuje zarówno zastosowanie ogniwa paliwowego, jak i silnika spalinowego H₂. Zalety są oczywiste: z jednej strony ta forma mobilności elektrycznej jest bardzo przyjazna dla środowiska. Podczas użytkowania ogniwa paliwowe nie powodują żadnych szkodliwych dla klimatu emisji, gdyż emitują jedynie parę wodną. Z drugiej strony, dzięki wytwarzaniu energii na pokładzie, wynoszący około 800 km zasięg okazuje się wystarczająco duży dla modeli o wysokiej ładowności stosowanych do obsługi ruchu na znaczne odległości. Przy tym spalinowy silnik wodorowy oferuje łatwiej dostępne i solidniejsze rozwiązanie dzięki dobrze znanej podstawowej technologii – może zatem służyć jako technologia pomostowa. Praktyczne testy we współpracy z wybranymi klientami są planowane na lata 2023-2024. Cel polega na sprawdzeniu całego ekosystemu wodorowego w logistyce transportu. W ramach tak zwanej bawarskiej floty MAN chciałby wypróbować, czy ma sens użycie wodoru w dalekobieżnym drogowym transporcie towarowym w ramach projektu konsorcjum wraz z bawarskimi operatorami infrastruktury i partnerami spedycyjnymi.

Obecnie (stan na rok 2022) podmiot mocno inwestuje w rozwój alternatywnych układów napędowych. Wodór może być ciekawym rozwiązaniem, ale wtedy infrastruktura wymaga znacznej rozbudowy. W tym kontekście cały czas bardzo ważną pozostaje ocena przez koncern wdrażania paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych. Andreas Tostmann, ówczesny dyrektor generalny MAN Truck & Bus SE oraz członek zarządu TRATON SE, w 2020 roku na szczycie dotyczącym pojazdów użytkowych, a zorganizowanym przez Federalne Ministerstwo Transportu i Infrastruktury Cyfrowej (BMVI), stwierdził „Odrobiliśmy swoją pracę domową, teraz do polityków należy nadanie odpowiedniego impulsu do szybkiej realizacji”⁷³. Sformułował również swoje żądania w stosunku do polityków. „Nowe alternatywne napędy będą droższe od oleju napędowego. Ochrona klimatu wymaga zatem kontroli politycznej – to jedyny sposób na osiągnięcie parytetu kosztów z pojazdami z silnikiem Diesla”. Ogólnie dyrektor generalny MAN oczekiwał jeszcze większej inicjatywy ze strony polityków w zakresie koordynacji odpowiednich interesariuszy, tak aby utworzenie ogólnokrajowej infrastruktury dla pojazdów użytkowych z napędem elektrycznym na baterie oraz sieci stacji paliw wodorowych mogło nastąpić szybko. W szczególności w transporcie na duże odległości dostępność infrastruktury, wraz z kosztem paliwa, stanowi jedno z decydujących kryteriów, bezpośrednio wpływających na to, czy firma przewozowa wybiera alternatywne układy napędowe. W kwestii infrastruktury, z uwagi na wysokie wymagania energetyczne samochodów ciężarowych z zasilaniem akumulatorowym, sieć energetyczna, sieć elektryczna i dostępna ilość energii elektrycznej stanowią bowiem klucz do sukcesu i są potrzebne niemal od razu. Poza tym opłaty drogowe postrzega się jako kolejną ważną dźwignię. W tym kontekście firma popiera reorientację kryteriów opłat w oparciu o emisję CO₂ jako najważniejszy czynnik oceny zamiast poprzednich klas Euro.

⁷³ <https://press.mantruckandbus.com/corporate/en/weve-done-our-homework/>

Dlatego zawarte porozumienie jest warunkiem wstępnym, aby na początku 2023 roku Niemcy faktycznie mogły uwzględnić CO₂ jako czynnik oceny w opłatach za samochody ciężarowe. Nowa opłata za przejazd dla tych samochodów będzie wówczas kolejnym ważnym bodźcem do skupienia się na pojazdach niskoemisyjnych, podobnie jak programy odnowy floty. W związku z tym przedsiębiorstwo z zadowoleniem przyjmuje wsparcie rozwoju rynku pojazdów ciężarowych o napędzie alternatywnym za pomocą programów pomocowych. Poprawi to warunki konkurencji dla nowych technologii. Jednak środki na to wsparcie zdecydowanie powinny być kontynuowane po 2023 roku. Ochrona środowiska ma szansę tylko wtedy, gdy ze względów ekonomicznych firmie transportowej opłaca się przestawić na pojazdy wyposażone w najczystsze technologie. W dniu 17 lutego 2022 roku⁷⁴ w Norymberdze MAN po raz pierwszy zaprezentował publicznie zbliżony do wersji seryjnej prototyp przyszłego elektrycznego modelu przygotowanego do pokonywania dłuższych dystansów. Tym samym pokryje on większość zastosowań w transporcie.

Oprócz nowych bezemisyjnych układów napędowych w myśl strategii „The future starts now – We pave the road to zero emission” („Przyszłość zaczyna się teraz – torujemy drogę do zerowej emisji”) firma projektuje kompleksowe rozwiązania eMobility, z wyprzedzeniem umożliwiające klientom przygotowanie się do eksploatacji nowego taboru. Przy tej okazji wskazuje, że przyspiesza transformację w kierunku pojazdów użytkowych z napędem bezemisyjnym – tzn. proces elektryfikacji swoich samochodów. Wprowadzenie elektromobilności na dużą skalę może się bowiem zakończyć sukcesem tylko wówczas, gdy przewoźnicy będą mieli zapewnioną bieżącą pomoc przy zastępowaniu odmian tradycyjnych wersjami z napędem elektrycznym i będą przekonani do takiego rozwiązania. Dlatego podmiot pracuje nad kompleksowymi rozwiązaniami cyfrowymi i ofertami w zakresie ładowania baterii. Rozpoczęcie w Monachium produkcji elektrycznych samochodów ciężarowych klasy tonażowej ciężkiej, wraz z dostawą pierwszych 200 jednostek, zaplanowano na początek 2024 roku.

Poza szybszym rozpowszechnianiem elektromobilności MAN intensyfikuje swoje prace badawczo-rozwojowe w zakresie napędu wodorowego, z czym wiąże się dalsze poszerzenie kompetencji w dziedzinie technologii wodorowych. W tym celu władze kraju związkowego Bawaria 17 lutego 2022 roku, w ramach swojej strategii rozwoju badań nad wodorem oraz wspierając rozwój kompetencji w tym zakresie, zapowiedziały udzielenie wsparcia finansowego w wysokości 8,5 mln EUR na perspektywiczny projekt „Bayernflotte” (Flota Bawarii). W ramach tego projektu MAN wspólnie z partnerami przemysłowymi – Bosch, Faurecia i ZF – zaprojektuje samochód ciężarowy na ogniwa paliwowe zasilane wodorem. W połowie 2024 roku auta takie zostaną dostarczone takim pięciu klientom na terenie Bawarii, jak BayWa, DB Schenker, GRESS Spedition, Rhenus Logistics i Spedition Dettendorfer. Podmioty

⁷⁴ <https://press.mantruckandbus.com/corporate/man-accelerates-change-to-zero-emission-drive-systems/>

te przez cały rok w rzeczywistych warunkach będą je testować, co ma potwierdzić przydatność taboru tego rodzaju w normalnych operacjach transportowych.

Ogólnie MAN i TRATON koncentrują się przy tym wyraźnie na napędzie elektrycznym. To podstawa dla pojazdów klasy ciężkiej planowanych do wprowadzenia na rynek w 2024 roku. Dopiero po 2030 roku, kiedy zielony wodór oraz odpowiednia infrastruktura mają być dostępne w odpowiednim zakresie, firma liczy także na możliwość zastosowania w pewnych obszarach pojazdów ciężarowych z napędem wodorowym. Dlatego już teraz prowadzi badania w tym obszarze, a dzięki dotacji kraju związkowego Bawaria będzie mogła pogłębić swoje kompetencje w tej dziedzinie.

Pojazdy z bateriami elektrycznymi będą powstawać w głównych zakładach MAN-a w Monachium – centrum kompetencyjnym E-Mobility. Planowane jest też poszerzenie procesu tworzenia wartości dodanej w ramach budowy pojazdów użytkowych na baterie elektryczne dzięki realizacji we własnym zakresie montażu tak zwanego pakietu baterii. Tym samym MAN przyspiesza proces transformacji w kierunku napędów niewykorzystujących kopalnych źródeł energii i przygotowuje się do bezemisyjnego transportu towarowego i pasażerskiego w przyszłości.

Prezentując po raz pierwszy prototyp z napędem elektrycznym, oparty na przedstawicielu ostatniej generacji TGX, podmiot podkreślił również podobieństwo technologii baterii elektrycznych i wodorowych ogniwi paliwowych. Silnik elektryczny, pobierający energię z baterii, stanowi punkt wyjścia dla ogniwa wodorowego. Pojazdy BEV (*Battery Electric Vehicle*) oferują stosowaną w samochodach ciężarowych, autobusach i vanach technologię bazową, pozwalającą zarówno na spełnienie wymagań klientów w zakresie optymalizacji kosztów oraz dostarczenie praktycznych rozwiązań, jak i na zapewnienie zrównoważonego rozwoju i neutralności klimatycznej. W przyszłości uzupełniająco będzie można stosować także samochody i autokary z ogniwami paliwowymi na wodór, gdyż rozwiązania te wykorzystują układ napędowy pojazdów BEV, zastępując przy tym ciężkie baterie znacznie lżejszymi zbiornikami na wodór i ogniwem paliwowym.

Zgodnie z aktualnym stanem techniki (początek lat 20.), pojazdy użytkowe z ogniwami paliwowymi zapewniają większy zasięg niż warianty z bateriami kumulującymi energię. Niemniej w najbliższym czasie koszty eksploatacji przy wykorzystaniu energii uzyskiwanej z wodoru będą przypuszczalnie znacznie wyższe. Dlatego niski koszt energii w pojazdach elektrycznych stanowi klucz do szybkiej transformacji w kierunku elektrycznych samochodów ciężarowych, która musi nastąpić jak najszybciej, aby umożliwić spełnienie celów klimatycznych wyznaczonych dla sektora transportowego. W tym kontekście należy podkreślić, że koszty paliwa lub energii w przypadku bardzo intensywnie eksploatowanych pojazdów użytkowych stanowią zdecydowanie największą część całkowitych kosztów eksploatacji – posiadania i dysponowania, czyli TCO.

Ponadto kluczowym czynnikiem determinującym dynamikę procesu transformacji sektora transportowego nadal pozostaje stworzenie infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych. W tym zakresie niezbędne jest wsparcie ze strony

kręgów politycznych. Pewien wkład w tej sferze ma też TRATON Group – koncern, do którego należy MAN Truck&Bus. Jako działający na rynku międzynarodowym producent pojazdów użytkowych w ramach przedsięwzięcia *joint venture* chce on uczestniczyć w budowie na terenie całej Europy sieci ładowania pojazdów o dużej mocy (Joint-Venture-Vereinbarung Hochleistungs-Ladenetz | TRATON).

Kolejnym powodem, dla którego wodór stanie się istotnym źródłem energii dla pojazdów użytkowych później niż baterie elektryczne, pozostaje fakt, że w najbliższej przyszłości zielony wodór nie będzie jeszcze dostępny w wystarczającej ilości i będzie najpierw wykorzystywany przede wszystkim w przemyśle do produkcji stali lub w zakładach chemicznych.

Według koncernu istotnym elementem wspierającym klientów w procesie przechodzenia na pojazdy z napędem pozbawionym energii opartej na paliwach kopalnych pozostaje także oferta eConsulting, ukierunkowana na ułatwienie użytkownikom korzystania ze zrównoważonego transportu. Skuteczne przekształcenie floty z pojazdów tankujących olej napędowy na pojazdy BEV wymaga przeprowadzenia kompleksowej analizy potrzeb przewoźnika na długo przed zakupem wariantu elektrycznego. Po podjęciu decyzji o nabyciu takiego auta eConsulting obejmuje etap eksploatacji, w tym optymalizację kosztów, analizę tras, optymalizację floty i infrastrukturę ładowania pojazdów.

Kluczowym elementem umożliwiającym przejście na napędy bezemisyjne są baterie elektryczne. Już wiosną 2021 roku MAN zaczął zdobywać własne *know-how* w zakresie montażu i produkcji pakietów baterii. Załączkiem tego procesu jest Technikum eMobility przy zakładzie w Norymberdze, gdzie od tego czasu powstają pierwsze pakiety baterii przeznaczone dla pojazdów elektrycznych. Przeprowadzane są tu także wewnętrzne testy w ramach produkcji przedseryjnej.

Pakiety baterii to największe jednostki baterii w pojazdach użytkowych. Są w nich zintegrowane i sterowane ogniwa baterii. W powstającym seryjnie w pełni elektrycznym autobusie miejskim MAN Lion's City E pakiet baterii ma pojemność 80 kWh. W takim autobusie o długości 12 m montuje się sześć pakietów baterii umożliwiających zasięg do 350 km. W ramach przejazdu Efficiency Run w maju 2021 roku Lion's City E pokazał jednak, że w optymalnych warunkach jest w stanie przejechać znacznie dłuższe odcinki – przez 24 godziny pokonał 550 km, bez doładowań w międzyczasie, obsługując jedną z linii transportu publicznego w Monachium. Przejazd ten udowodnił, jakie zasięgi są osiągalne już w latach 2021-2022 i że zależą one od różnych czynników, m.in. od topografii, sposobu jazdy oraz korzystania z ogrzewania lub klimatyzacji.

2.8. Rosenbauer

Oprócz głównych producentów pojazdów użytkowych nad koncepcją napędów alternatywnych mocno pracują też podmioty z branż powiązanych, jak wytwórcy zabudów. Do tej grupy należy austriacki Rosenbauer, dotychczas uznawany za jednego ze

światowych liderów w dziedzinie sprzętu ochrony przeciwpożarowej. Podmiot ten, jak dotychczas, postanowił sam od podstaw skonstruować w pełni elektryczne samochody oraz współpracuje w wykonywaniu w pełni zelektryfikowanych zabudów specjalizowanych i specjalistycznych na elektrycznych podwoziach od wytwórców OEM.

2.9. Designwerk – Futuricum⁷⁵

Designwerk – Designwerk GmbH (DW) to szwajcarska firma założona początkowo jako start-up w 2008 roku. Od momentu rozpoczęcia funkcjonowania rozwija ona elektromobilność dzięki innowacyjnym produktom i projektom ukierunkowanym na rozpowszechnianie zrównoważonej mobilności. Firma działa zarówno jako think tank ds. elektromobilności, jak i przedsiębiorstwo rozwojowo-produkcyjne. Jako think tank na rzecz elektromobilności łączy innowacyjne usługi inżynierskie z atrakcyjnym wzornictwem przemysłowym. Dlatego ma własne działy projektowania mechanicznego, wzornictwa przemysłowego, inżynierii systemowej oraz dział elektroniki i oprogramowania. Dąży także do wdrażania elektromobilności z punktu widzenia kompleksowej obsługi. Poza pojazdami powyższe obejmuje wsparcie oraz systemy ładowania i przechowywania energii. W takim układzie Designwerk łączy innowacyjne prace rozwojowe z wysokiej jakości usługami inżynierskimi, tzw. inteligentnym wzornictwem przemysłowym, nieszablonową mentalnością oraz wysoką szwajcarską jakością. Portfolio kontraktowe obejmuje ponad 100 projektów, w tym m.in. w pełni elektryczny remake klasycznego BMW Isetta – E Isetta (2012 rok), będący efektem projektu Microlino, oraz współtworzenie (od 2009 roku) pojazdu – miejskiego trójkołowego dostawczego na ostatniej mili roweru pocztowego DXP, produkowanego i dystrybuowanego przez firmę Kyburz. Zainteresowanie mobilnością elektryczną wzrosło u założycieli szczególnie podczas 80-dniowego, w pełni elektrycznego przejazdu specjalnie opracowanym motocyklem kabinowym Zerotracer, co dało podmiotowi rekord świata w tej dziedzinie.

Jednocześnie przedsiębiorstwo dość wcześnie weszło w segment zelektryfikowanych samochodów ciężarowych. W 2013 roku założyło markę e-ciężarówek – E-Force. Pierwszym tak zelektryfikowanym pojazdem było dystrybucyjne średniotonażowe IVECO Eurocargo. W 2015 roku firma weszła w segmenty ściśle skojarzone z samymi pojazdami – zaproponowała mianowicie mobilne szybkie ładowarki DC, w tym były to pierwsze ładowarki do aut Nissana. Ponadto ukończyła przygotowanie pierwszych własnych systemów bateryjnych. W 2016 roku rozpoczęła się realizacja flagowego projektu pojazdu do zbiórki odpadów – tzw. e-recyklingu – elektrycznego ekologicznego recyklingu i wprowadzono pierwszą e-ciężarówkę tego typu. Była to elektryczna śmieciarka Futuricum Collect 26E, która odbyła wtedy pierwsze jazdy. W 2017 roku założono spółkę zależną Futuricum AG, a w 2018 roku doszło do uru-

⁷⁵ O ile nie wskazano inaczej, tekst oparto na materiałach wewnętrznych Designwerk, 2022.

chomienia innego flagowego projektu e-ciężarówki – zrealizowano wówczas dostawę i wdrożono do eksploatacji cztery w pełni elektryczne śmieciarki oparte na Volvo FM. Trafiły one do regionów Murten, Neuchâtel, miasta Thun i Lozanny. W 2019 roku Designwerk GmbH zmienił nazwę na Designwerk Technologies AG, a Futuricum AG na Designwerk Products AG. W 2021 roku Volvo Group nabyło 60% udziałów w Grupie Designwerk, tym samym zawiązując z nią spółkę *joint venture*, aby uzupełnić swoją dotychczasową ofertę w obszarze niszowych produktów i rozwiązań. Na tej podstawie w ramach dalszego rozwoju Designwerk wykorzystuje wsparcie szwedzkiego koncernu do realizacji swoich przyszłościowych produktów. Trzeba podkreślić, że Designwerk został częściowo przejęty nie przez dział ciężarówkowy Volvo Trucks, lecz przez spółkę matkę Volvo Group. Tym samym formalnie Designwerk w Grupie Volvo ma pozycję analogiczną jak Volvo Trucks i Renault Trucks. Takie wyjście jest dobre dla obu stron. Dla Szwajcarów oznacza ono: możliwość bezproblemowego wykorzystania pojazdowej bazy Volvo z serii – na tym etapie (2022 rok) – FM, FMX i FH, wsparcie Volvo Group i Volvo Trucks na poziomie międzynarodowym w zakresie dystrybucji i późniejszej pomocy posprzedażowej dla aut zelektryfikowanych w Szwajcarii, pewną redukcję ryzyka oraz możliwość dostaw wraz z pojazdami pełnej palety usług i produktów wspierających, takich jak e-konsulting czy własne stacje ładowania. Dla Volvo natomiast taki rodzaj kooperacji wiąże się z:

- dostępem do technologii elektryfikacji samochodów, których szwedzki koncern na takim poziomie w 2021 roku nie posiadał – w tym obszarze Szwajcarzy wyprzedzili Szwedów zarówno w układzie koncepcyjnym, jak i wdrożeniowym oraz eksploatacyjnym co najmniej o kilka lat,
- możliwością spożytkowania większej elastyczności wynikłej z cech start-upu jako takiego,
- możliwością uzupełnienia swojej bazowej oferty wyrobów zelektryfikowanych o wykonania nietypowe, nieraz wybitnie niszowe, nieproponowane przez koncern, takie jak przykładowo 4-osiowe śmieciarki czy 5-osiowe betonmieszarki i wywrotki w układzie napędowym 10×4 – 10×4R,
- możliwością pewnego transferu technologii elektryfikacji DW do własnych serii FM, FMX i FH,
- określoną dywersyfikacją ryzyka – jeśli któreś z opracowań elektryfikacyjnych Designwerk pod względem użytkowym czy finansowym nie spełni pokładanych w nim nadziei, koszty z tym związane bardziej obciążą markę Designwerk niż Volvo. W tym kontekście Designwerk stało się pewnym poligonem doświadczalnym do testowania określonych innowacyjnych, ale też nie do końca pewnych i sprawdzonych rozwiązań, które wstępnie Volvo nie chce jeszcze komercjalizować w swoich samochodach.

Zarazem w 2022 roku marki Batteriewerk, MDC i Futuricum zostały połączone pod parasolem marki korporacyjnej Designwerk i wspólnie wprowadzone na rynek w sensie holistycznego podejścia systemowego.

W 2022 roku pod marką Designwerk były opracowywane i produkowane elektryczne samochody ciężarowe, mobilne i stacjonarne szybkie ładowarki oraz modułowe systemy akumulatorów wysokiego napięcia do pojazdów elektrycznych. Ładowarki są szeroko stosowane w działach rozwoju i u dealerów europejskich producentów pojazdów. Modułowe akumulatory trakcyjne umożliwiają również mniejszym i średnim wytwórcom pojazdów pomyślnie wejście i przejście na elektromobilność. W dodatku te baterie można ponownie wykorzystać w 96%. E-ciężarówki objęły zaś pierwsze na szwajcarskich drogach w pełni elektryczne warianty do wywozu śmieci oraz e-ciężarówki o największych pojemnościach i zasięgach akumulatorów. Te e-ciężarówki bazują – jak wskazano – na podwoziach serii Volvo FM, FMX i FH oraz na podwoziu niskowejściowego Mercedesa Econic firmy Daimler Trucks AG. Taka indywidualna elektryczna ciężarówka jest następnie budowana/kompletowana w szwajcarskiej fabryce.

Generalnie Designwerk (DW) zwraca uwagę na:

- wysoki stopień spersonalizowania kompletnego powstających e-ciężarówek – są to indywidualne rozwiązania, każdorazowo maksymalnie suboptymalnie dopasowane do potrzeb konkretnego odbiorcy;
- dużą elastyczność wytwórczą – tzn. możliwość równie skutecznej i efektywnej kosztowo realizacji zarówno zamówień jednostkowych – na sztukę, dwie w zadanej kompletacji, jak i zamówień większych, opiewających na kilkanaście czy kilkadziesiąt zbliżonych bądź kompletnie takich samych egzemplarzy;
- niezwykle szeroką paletę wersji docelowych. Niezależnie od tego, czy kwestia dotyczy recyklingu – szeroko pojętej gospodarki komunalnej, logistyki dystrybucyjnej i segmentu KEP, logistyki budowlanej, rolniczej czy leśnej, Designwerk buduje i elektryfikuje pojazdy użytkowe oraz zabudowy zgodnie z wymaganiami operacyjnymi i życzeniami danych klientów. Są zatem dostępne m.in. ciągniki siodłowe oraz podwozia z klasycznymi skrzyniami ładunkowymi, furgonami, wywrotkami, żurawiami zakabinowymi, hakowymi systemami załadowniczymi, betonomieszarkami, śmieciarkami, nadwoziami do czyszczenia kanalizacji, a nawet pożarnicze wersje ratownicze/ratowniczo-gaśnicze. Co więcej, mogą one operować nie tylko na drogach o nawierzchni utwardzonej, ale i na odległych drogach szutrowych czy leśnych duktach;
- bardzo dobre parametry swoich aut – moc silnika wynosi do 500 kW/680 KM. Możliwy jest montaż nawet trzech różnych przystawek odbioru mocy- e-PTO od 60 kW/220 Nm do 120 kW/320 Nm. Co również ważne, możliwy jest wybór modułowo instalowanych pakietów baterii. Przykładowo 2-osiowe podwozie logistyczne Volvo WB HC Logistic 4×2R, o dopuszczalnej masie całkowitej 18 000 + 2000 kg i zdolne tworzyć zestawy o dopuszczalnej masie całkowitej 36 000 + 2000 kg, może otrzymywać pakiety baterii o wielu pojemnościach, co przekłada się na wzrost zasięgu użytkowego, ale jednocześnie negatywnie rzutuje na masę własną i tym samym dostępną ładowność:

- pojemność nominalna – zainstalowana pojemność baterii 338,2 kWh, użyteczna pojemność baterii (85% zainstalowanej pojemności baterii jest uwalniane jako pojemność użytkowa) 287,5 kWh, masa własna pojazdu 9700 kg, zasięg do 240 km/do 210 km wraz z przyczepą (zużycie energii 120/140 kWh na 100 km), masa modułu baterii – 2330 kg;
- pojemność nominalna – zainstalowana pojemność baterii 434,8 kWh, użyteczna pojemność baterii 369,6 kWh, masa własna pojazdu 10 100 kg, zasięg do 320 km/do 270 km wraz z przyczepą (zużycie energii 120/140 kWh na 100 km), masa modułu baterii – 2720 kg;
- pojemność nominalna – zainstalowana pojemność baterii 507,4 kWh, użyteczna pojemność baterii 431,3 kWh, masa własna pojazdu 10 900 kg, zasięg do 360 km/do 310 km wraz z przyczepą (zużycie energii 120/140 kWh na 100 km), masa modułu baterii – 3550 kg;
- pojemność nominalna – zainstalowana pojemność baterii 676,4 kWh, użyteczna pojemność baterii 574,9 kWh, masa własna pojazdu 12 000 kg, zasięg do 480 km/do 415 km wraz z przyczepą (zużycie energii 120/140 kWh na 100 km), masa modułu baterii – 4660 kg;
- pojemność nominalna – zainstalowana pojemność baterii 869,6 kWh, użyteczna pojemność baterii 739,2 kWh, masa własna pojazdu 12800 kg, zasięg do 640 km/do 550 km wraz z przyczepą (zużycie energii 120/140 kWh na 100 km), masa modułu baterii – 5440 kg. W rezultacie wariant taki, ale przy masie własnej wyższej o ponad 4000 kg, gwarantuje zasięg na poziomie odpowiednika zasilanego CNG.

Ponadto Designwerk podaje, że teoretyczny zasięg proponowanych przez niego samochodów dochodzi do 760 km bez konieczności doładowania na trasie. To dużo jak na tę kategorię taboru, lecz pozostaje to wciąż okupione bardzo wysoką masą baterii. Jeśliby przyjąć, że tradycyjny odpowiednik przy 1500-litrowym zbiorniku paliwa uzyskuje zasięg przeszło 6000 km, to do uzyskania takiego zasięgu najnowocześniejsze baterie w elektrycznym aucie DW cechowałyby się masą ponad 50 000 kg! Powyższe oczywiście nie neguje sensu dalszego inwestowania w technologie elektryfikacji układów napędowych. Tym bardziej, że na tym polu Designwerk odnotowuje dość istotne sukcesy.

31 sierpnia 2021 roku⁷⁶ ukazała się informacja, że dostawca usług logistycznych DPD Switzerland, marka elektrycznych ciężarówek Futuricum oraz producent opon Continental uzyskali rekord Guinnessa za najdłuższy dystans przejechany elektrycznym samochodem ciężarowym bez możliwości doładowania na trasie. W przedsięwzięciu tym partnerzy wykorzystali e-ciężarówkę, wcześniej już od sześciu miesięcy używaną w ruchu dostawczym. W ten sposób udowodnili, że zrównoważona, energetycznie i kosztowo wydajna elektromobilność w branży transportowej nie jest

⁷⁶ <https://www.designwerk.com/post/presse/dpd-schweiz-futuricum-und-continental-setzen-mit-weltrekord-ein-zeichen-fuer-e-mobilitaet-im-transportsektor/>

koncepcją mobilności jutra, ale już teraz może być wykorzystywana przez klientów w codziennej, a nie próbnej eksploatacji. Do bicia rekordu wykorzystano Futuricum, czyli Volvo FH przebudowane na napęd elektryczny. Modyfikacji tej dokonał Designwerk Products AG – podmiot stojący za marką Futuricum, a pojazd jest eksploatowany przez DPD Switzerland w transporcie regionalnym. Standardowo samochód ten wykonuje zadania na drodze z magazynu w Möhlin pod Bazyleą do centrum dystrybucyjnego w Buchs Zurich i bez żadnych problemów pokonuje dziennie około 300 km. Ten 2-osiowy model o dopuszczalnej masie całkowitej 19 000 kg otrzymał ponad 680-konny silnik oraz akumulatory o dużej pojemności – 680 kWh, czyli jednej z największych pojemności w ciężarówkach w Europie. Trzej partnerzy zdecydowali się również na opony Continental EfficientPro zaprojektowane z myślą o szczególnie niskich oporach toczenia. Ze względu bowiem na rozwój elektromobilności coraz bardziej zwraca się uwagę na znaczenie opon o szczególnie niskim oporze toczenia, które oferują duże przebiegi. Są to podstawowe cechy ekonomicznej eksploatacji pojazdów użytkowych z napędem elektrycznym. EfficientPro to wypróbowany i przetestowany model, specjalnie opracowany do transportu na duże odległości, gdzie kluczowe znaczenie mają zasięg i właśnie niski opór toczenia.

Jazdy próbne zorganizowano jednak nie w warunkach zwykłej eksploatacji, partnerzy przeprowadzili je bowiem w pobliżu Hanoweru na Contidrom – wewnętrznym torze testowym koncernu Continental. To owalny tor testowy o długości 2,8 km. Łącznie zespół projektowy w 23 godziny (początek: 6:37 CET, koniec dzień później o 05:33 CET, czas trwania 22:56 godziny) – pokonał sumarycznie 1099 km. Dwóch kierowców przejechało łącznie 392 okrążenia, a jazdy odbywały się na zmianach po 4,5 godziny każda, ze średnią prędkością 50 km/h, co odpowiada realistycznej wartości średniej w codziennym użytkowaniu. Średnie zużycie energii określono na 58 kWh/100 km. Masa własna pojazdu wraz z nadwoziem wymiennym była równa 15 500 kg. Warunki pogodowe nie były idealne: na początku 14°C temperatury zewnętrznej i tylko około 23°C temperatury gruntu. Dodatkowo wiatr wiał ze średnią prędkością 18 km/h i porywami do 40 km/h. Niemniej, po prawie 23 godzinach, partnerzy byli w stanie ogłosić tytuł Guinness World Records za najdłuższy dystans przejechany elektryczną ciężarówką bez możliwości doładowania. Dzięki temu rekordowi strony wspólnie dały przykład na przyszłość za sprawą zrównoważonych napędów w ruchu dostawczym i wykazały przydatność dzisiejszych technologii do codziennego użytku.

2.10. Irizar⁷⁷

Hiszpański Irizar, od samego początku swojego funkcjonowania kojarzony głównie z autobusami i autokarami, w tym miejskimi autobusami elektrycznymi, postanowił wejść do segmentu do tej pory dla siebie obcego – miejskiego transportu towarowe-

⁷⁷ <https://www.irizar.com/en/irizar-ie-truck-el-nuevo-e-innovador-camion-electrico-del-grupo-irizar/>

go. W tym celu skonstruował od podstaw w pełni elektryczny samochód ciężarowy oznaczony jako Ie truck. Tym samym Grupa Irizar – Irizar Group pod marką Irizar podejmuje kolejny krok w swoim zaangażowaniu na rzecz zrównoważonej miejskiej mobilności – mobilności w miastach, włączając do swojej palety auto o zerowej emisji zanieczyszczeń i niemal zerowej emisji hałasu. Ten innowacyjny model elektryczny odpowiada zatem na różne potrzeby rynku, umożliwiając jazdę w miastach i na obszarach okołomiejskich w sposób cichy oraz nieszkodliwy dla przyrody.

Premiera ciężarówki Irizar Ie miała miejsce podczas pierwszej edycji Kongresu Zrównoważonej Mobilności Miejskiej (SUM), który odbył się w Bilbao w dniach 20-23 lutego 2019 roku. Pod względem pozycjonowania to klasyczny typ przeznaczony do tzw. ciężkiej miejskiej dystrybucji oraz prac w służbach komunalnych czy nawet w budownictwie. Cechują go konfiguracja 3-osiowa, z kołami osi trzeciej pojedynczymi, skręcanymi przeciwbieżnie w stosunku do przednich kół kierowanych, dla redukcji promienia skrętu, napęd przekazywany na bliźniacze koła osi drugiej – układ napędowy 6×2, oraz długość 8 m, dopuszczalna masa całkowita 26 000 kg i deklarowana nośność podwozia na bardzo dobrym poziomie aż 18 000 kg. Tak niezły rezultat stanowi pewną pochodną tego, iż Ie to wydanie od razu przygotowane jako w pełni elektryczne, a nie zelektryfikowane klasyczne – spalinowe. Powyższe pozwoliło m.in. na zoptymalizowane z punktu widzenia tego samochodu rozmieszczenie, dobór i kształty wielu komponentów. Doskonały przykład stanowi kabina. Brak m.in. silnika spalinowego i układu jego chłodzenia spowodował, iż zainstalowano specjalną kabinę opracowaną wyłącznie do wykonywania zadań w środowisku miejskim. Jest to kabina niskowejściowa, mocno wysunięta do przodu i nisko zawieszona, o dużej powierzchni przeszklonej i ułatwionym dostępie. Do tego Irizar, podpierając się swoim autobusowym doświadczeniem, mógł jej nadać bardzo ciekawe kształty. W celu zwiększenia przestrzeni wewnątrz przynajmniej pierwszy egzemplarz ma dach podwyższony – wznoszący się, zaokrąglony, przypominający zintegrowaną owiewkę aerodynamiczną. Panoramiczna szyba przednia wyróżnia się dużą powierzchnią i niskim osadzeniem, co zdecydowanie poprawia widoczność. Sama stylistyka pozostaje niezwykle agresywna, nawiązując m.in. do najnowszej stylistyki autokarów Irizara. Ponadto drzwi są otwierane pneumatycznie do wewnątrz, co zapewnia bezpieczniejszy przewóz w przypadku jakichkolwiek przeszkód na drodze. Zaopatrzone je także w narożne czujniki, fotokomórkę i tzw. wrażliwe naroża dla uniknięcia niezamierzonego przytraśnięcia, szczególnie przy opóźnionym wsiadaniu lub wysiadaniu, albo zapobiegnięcia uwięzieniu załogi na pokładzie. Do środka wchodzi się tylko po jednym stopniu, a jak podaje Irizar, ten fakt sprawia, że pojazd charakteryzuje się najniższą dostępną wysokością wejścia na rynku – niższą niż w przypadku któregośkolwiek z jego konkurentów. Wewnątrz przewidziano miejsce dla czterech osób. Projektując wnętrze, wiele uwagi poświęcono zapewnieniu załodze jak najwyższego komfortu i bezpieczeństwa. Znalazło to odzwierciedlenie m.in. w odniesieniu do kokpitu, w przypadku którego ergonomi a i optymalne pole widzenia odgrywały kluczową rolę.

Generalnie ta platforma kabinowa stanowi wynik projektu badawczo-rozwojowego opracowanego wspólnie z Grupą FCC – Group FCC, będącą światowym liderem w dziedzinie ekotechnologii, w tym tzw. usług środowiskowych – związanych z ochroną środowiska, integralnym zarządzaniem gospodarką wodną oraz opracowywaniem i budową infrastruktury i innych obiektów technologicznych. Grupa FCC wnosi zatem tę swoją szeroką wiedzę i doświadczenie w operowaniu w środowisku miejskim i świadczeniu miejskich usług, co w konsekwencji przekłada się na udaną kooperację. To właśnie dzięki tej współpracy na bazie Ie powstał pierwszy prototyp śmieciarki wyposażony w elektrycznie zasilane nadwozie do zbierania odpadów z systemem załadunku bocznego.

W zakresie samego układu napędowego Ie zawiera pionierską technologię przygotowaną w ramach Grupy Irizar. Technologia ta opiera się na wiedzy i doświadczeniu aż siedmiu spółek – Irizar, Irizar e-mobility, Alconza, Datik, Hispacold, Matsats i Jema. Wcześniej ich praca została spożytkowana w systemach napędu w pełni elektrycznego we własnych autobusach podmiotu, do czego dochodzą systemy magazynowania energii i elektronicznej kontroli, uzupełnione przez inne systemy dostarczone przez partnerów zewnętrznych. Ponieważ ten elektryczny układ napędowy jest dzielony z autobusami Irizara, wykorzystuje więc silnik pochodzący od należącej do Grupy Irizar spółki zależnej Alriza. Akumulatory są zaś wytwarzane w fabryce Aduna z pojedynczych ogniw dostarczanych przez koncern Toshiba. Baterie te występują w tzw. formie modułowej, cechują się pojemnością 75 kW/h i nie zabierają przestrzeni ładunkowej czy nie wnikają do kabiny. Ich ładowanie za pomocą wtyczek pozostaje zgodne z prototypem Irizara, a producent może również oferować ładowanie okazjonalne oparte na pantografach. Ponadto Ie jest wersją elektryczną z tzw. przedłużaczem zasięgu CNG w postaci silnika IVECO Cursor 8 na sprężony gaz ziemny. W rezultacie w mieście może poruszać się w trybie bezemisyjnym, a poza nim – za pomocą silnika zasilanego gazem ziemnym. Tym samym dochodzi do wydawnego wydłużenia czasu i zasięgu pracy, czyli wzrostu tzw. autonomii operacyjnej. Auto dostało też funkcję hamowania rekuperacyjnego, dzięki czemu energia kinetyczna może być spożytkowywana w jak największym stopniu, w momencie hamowania służąc do ładowania akumulatorów.

Kolejny wyróżnik to wprowadzenie najnowocześniejszych technologii w sferze bezpieczeństwa aktywnego, w tym stabilizacji toru jazdy. Samochód ma asystenta zmiany pasa ruchu (LDWS), pomocnego w sytuacji niezamierzonej zmiany pasa ruchu, a opartego na wbudowanej kamerze oraz przednich czujnikach radarowych. Do tego dochodzą: elektronicznie kontrolowany układ hamulcowy EBS, układ wspomaganie hamowania awaryjnego (AEBS), aktywujący hamowanie awaryjne w sytuacji, gdy pojazd zbyt bardzo zbliża się do pojazdu poprzedzającego, a kierowca nie reaguje adekwatnie i na czas, oraz specjalny system zawieszenia z automatycznym poziomowaniem i tzw. specjalnymi funkcjami dla odmiennych zastosowań – aplikacji (ELC). Powyższe przekłada się na wysokie osiągi oraz łatwość prowadzenia i użytkowania.

Ogólnie firma opracowuje różne warianty, w tym przede wszystkim odmiany czysto elektryczne o zerowej emisji. Obecnie na Ie bez żadnego problemu da się zamontować praktycznie wszystkie rodzaje nadwozi stosowanych w dystrybucji czy służbach komunalnych, a w wybranych przypadkach nawet w budownictwie.

2.11. Krone

Na obecnym etapie elektryfikacja dotyczy nie tylko samych samochodów, ale i powiązanych z nimi naczep czy przyczep. W tym wymiarze na jednego z liderów rynkowych wyrasta niemiecka rodzinna firma Krone. Od dawna jako najwyższy priorytet stawia ona zrównoważony rozwój w transporcie. Należy bowiem do pionierów w zakresie odzysku energii elektrycznej w transporcie chłodniczym, gdyż program Krone REnergy uruchomiła już w 2012 roku. W tym przypadku Krone Cool Liner został nawet wyposażony w dwie osie rekuperacyjne, które do układu chłodzenia generowały energię elektryczną z energii hamowania. Co więcej, za rozwój w ramach projektu REnergy w 2013 roku Krone otrzymało Europejską Nagrodę Transportową za Zrównoważony Rozwój. Powyższe uutorowało drogę dla wielu przyszłych zmian.

Na początku września 2019 roku⁷⁸ w swojej centrali w Werlte Krone pokazało najnowsze opracowania, dotyczące zarówno sfery *hardware* – samych naczep i zabudów, jak i systematycznie zyskującego na znaczeniu *software*. Jednym z ujawnionych tematów jest współpraca Krone z THT New Cool. Krone nadal bowiem ulepsza swój program zrównoważonego rozwoju w transporcie chłodniczym. W tym celu w 2018 roku rozpoczęło współpracę z holenderskim specjalistą w dziedzinie elektryfikacji takich jednostek przewozu – właśnie firmą THT New Cool. Oba podmioty zacieśniły tę kooperację i opracowały kolejne jednostki najnowszej generacji. W rezultacie Krone Cool Liner zostały całkowicie przystosowane do zasilania elektrycznego. W tym celu drugą oś tych 3-osiowych naczep zaopatrzone w silnik elektryczny o mocy 15 kW. Dzięki temu może być wykorzystywana jako tzw. oś rekuperacyjna, odpowiadająca za dostarczanie energii elektrycznej do zestawu akumulatorów zamontowanego wzdłużnie pod podłogą. Akumulator trzeciej generacji waży tylko 320 kg oraz cechuje się pojemnością 17,5 kWh i za pośrednictwem inteligentnego układu elektroniki sterującej zapewnia całkowicie wystarczające dostawy energii do w pełni elektrycznego układu chłodzenia. Eliminuje to w Cool Liner potrzebę stosowania specjalnej agregatowej wysokoprężnej jednostki napędowej. Poza tym, pomimo dodatkowego zestawu akumulatorów, całkowita masa w pełni zelektryfikowanej naczepy chłodni pozostaje taka sama jak w przypadku tradycyjnie chłodzonej naczepy wyposażonej w pełny zbiornik oleju napędowego. Znacznie

⁷⁸ Krone – materiały prasowe na temat naczep Cool Liner z układem THT New Cool, Werlte, 2019.

zmniejsza to zużycie paliwa oraz zanieczyszczenie CO₂ i cząstkami stałymi. Jednocześnie redukuje emisję hałasu z układu chłodzenia. W rezultacie transport żywności znacznie mniej obciąża centra miast i obszary gęsto zaludnione oraz ułatwia planowanie ruchu przyjaznego dla klimatu.

Szczególnie udana okazała się też współpraca Krone – THT New Cool w zakresie wdrażania strategii zrównoważonego rozwoju w ramach tzw. projektu Futuricum. Nie tylko Krone Cool Liner jest w pełni elektryczny, ale także ciągnik Futuricum działa wyłącznie na energię elektryczną. Między innymi na taki „transport zeroemisyjny” (Zero Emission Transportation) stawiają eksperci ds. logistyki z Nagel Group oraz wytwórca innowacyjnych lekkich smoothie i napojów.

New Cool to naczepa chłodnia⁷⁹ pobierająca energię ze specjalnej osi i przez zewnętrzny kabel. Gdy naczepa hamuje, specjalna oś Valx wytwarza energię. Im bardziej ta naczepa więc spowalnia, tym więcej energii generuje. Energia jest przechowywana w pakiecie baterii. Energię niezbędną do chłodzenia z tego pakietu pobiera agregat chłodniczy Carrier Vector 1550 E/eCool.

Technologia New Cool może być wprowadzona do naczepy chłodni każdej marki, a sama zabudowa chłodnicza może być dostarczona w dowolnej specyfikacji docelowej, jaką sobie tylko zażyczy klient. W latach 2014-2017 na drogach w Holandii odbyła się faza testowa z 22 naczepami. W 2018 roku na rynku pojawiło się 25 chłodni New Cool, a od drugiego kwartału 2019 roku podmiot pozostawał gotowy do uruchomienia produkcji seryjnej. Setny egzemplarz przekazano w połowie czerwca 2021 roku⁸⁰ holenderskiej firmie Van Straalen De Vries Transport z Zwaagdijk.

Za główne zalety tego rozwiązania uważa się⁸¹:

- chłodzenie za pomocą bardzo cichego, w pełni elektrycznego układu chłodzenia (poziom hałas kształtuje się znacznie poniżej standardu PIEK),
- brak zużycia oleju napędowego, a zatem brak emisji CO₂ i cząstek stałych,
- codzienne oszczędności na poziomie 30 l oleju napędowego,
- brak silnika wysokoprężnego, a tym samym mniejsze wymagania konserwacyjne,
- brak zbiornika oleju napędowego, co eliminuje możliwość kradzieży tego paliwa,
- chłodzenie niezależne od ciągnika – zapewnienie chłodzenia nawet bez połączenia z ciągnikiem,
- mniejszy nacisk na tylną oś ciągnika, ponieważ brak silnika wysokoprężnego powoduje, że nie naciska on na siedło i tym samym na ciągnik.

Co także ważne, w normalnej eksploatacji New Cool okazuje się nie droższa niż zwykła naczepa, a długość jej życia powinna wynieść przeciętnie od 10 do 15 lat.

⁷⁹ <https://thtnewcool.eu/en/#new-cool>

⁸⁰ <https://thtnewcool.eu/en/100-tht-new-cool-reefers-on-the-road/>

⁸¹ <https://thtnewcool.eu/en/#new-cool>

2.12. Schmitz Cargobull

Schmitz Cargobull wdraża strategię określoną jako InnoVision⁸². Rozpatruje się w niej cztery zasadnicze wyzwania związane z przyszłością: zrównoważenie (zrównoważony rozwój) i efektywność (*Sustainability&Efficiency*), cyfryzacja i digitalizacja (*Digitalisation*), automatyzacja (*Automation*), urbanizacja oraz globalizacja (*Urbanisation&Globalisation*). W module pierwszym – zrównoważenie i efektywność – składowymi są: redukcja emisji substancji szkodliwych, elektryfikacja – zamiana układów mechanicznych i spalinowych jednostek napędowych na systemy w pełni elektryczne, poprawa aerodynamiki, bezpieczeństwo, możliwość recyklingu (*recyclability*), tzw. nowe koncepcje transportowe oraz zarządzanie zasobami.

W ramach realizowanych prac firma uczestniczyła m.in. w zakończonym w połowie 2017 roku unijnym projekcie o nazwie TransFormers⁸³. Przedsięwzięcie to w formie grantu współfinansowała Komisja Europejska. Brało w nim udział 13 tzw. partnerów biznesowych, w tym ze strony dostawców samochodów DAF i Volvo, z kolei ze strony dostawców naczep – holenderski Van Eck i właśnie Schmitz Cargobull. Wykorzystano standardowe ciągniki siodłowe – 2-osiove w kompletacji szosowej – oraz trzy określone jako adaptowalne modyfikacje naczep. Jako cel postawiono zmniejszenie przez tak sformowany zestaw emisji CO₂ o 25%, co oznacza spadek zużycia paliwa o analogiczną wartość.

Ze swojej strony Schmitz dostarczył przerobioną 3-osiową naczepę kurtynową z serii S.CS. W porównaniu ze standardowym odpowiednikiem wyróżnia się ona:

- możliwością obniżania tylnej części dachu przy nie w pełni spożytkowanej objętości ładunkowej w celu uzyskania efektu kropli wody i tym samym poprawy własności aerodynamicznych całego zestawu, skutkujących mniejszym oporem powietrza i w rezultacie niższym zapotrzebowaniem na paliwo;
- dodaniem osłon aerodynamicznych – pełnych dolnych i tylnej, uzupełnionych przez tylne – zamontowane na tylnych bocznych krawędziach odchylane i składane pionowe osłony aerodynamiczne;
- innowacyjnym systemem elektrycznego napędu wspomagającego, zawierającego moduł elektryczny tworzony m.in. przez elektrycznie napędzaną oś, zasilaną od pokładowego silnika elektrycznego, mogącego też pracować w trybie prądniccy do ładowania akumulatorów. Elementy modułu elektrycznego umieszczono w specjalnej obudowie pomiędzy pierwszą osią naczepy a sprzęgiem, w miejscu, gdzie zazwyczaj bywa mocowany kosz na palety. Jest to zatem przestrzeń po części niewykorzystana, a z całą pewnością niewpływająca negatywnie na wielkość przestrzeni do załadunku, chociaż w pewnym stopniu minimalizująca ładowność. Ponadto w związku z tym, że i tak najczęściej przewoźnicy szybciej wykorzystują dostępną przestrzeń niż ładowność, czynnik ten odgrywa wybitnie

⁸² Schmitz Cargobull – wewnętrzne materiały na temat strategii InnoVision, 2017.

⁸³ Schmitz Cargobull – wewnętrzne materiały na temat projektu TransFormers, 2017.

drugorzędną rolę. W dodatku taka lokalizacja wpływa na zapewnienie zespołowi elektrycznemu wysokiego stopnia ochrony przed zniszczeniem w przypadku uderzeń z boku w wyniku wypadku bądź katastrofy drogowej.

Z tych trzech elementów na szczególną uwagę zasługuje oczywiście zespół elektryczny. Jest on w pełni autonomiczny – na tym etapie bez połączenia z systemem zasilania z auta, a jego rola polega na odzyskiwaniu, magazynowaniu oraz użyciu części z energii, jaka w trakcie normalnej eksploatacji bywa zazwyczaj bezpowrotnie tracona jako energia cieplna. Kwestia dotyczy dokładnie zdolności do rekuperacji energii normalnie bezpowrotnie traconej podczas zjazdów i hamowania. Ponieważ zastosowany silnik elektryczny – moduł E-Motor/Generator może pracować jako pokładowa prądnicą, funkcjonując w takim trybie podczas zjazdów i hamowania wspomaga lub nawet całkowicie zastępuje tradycyjne hamulce. Dzięki temu przyczynia się jeszcze do mniejszego ich zużycia i tym samym do obniżki kosztów eksploatacji. Poza tym w tej innowacyjnej naczepie, w ramach nowego pokładowego systemu wspomagania układu napędowego, zastosowano nowy, elektronicznie kontrolowany układ hamulcowy EBS, z funkcją tzw. płynnego wykorzystania hamulców – tradycyjnych lub silnika elektrycznego jako generatora, w zależności od chwilowych potrzeb. Układ EBS ma za zadanie aktywnie i płynnie nadzorować funkcję hamowania odzyskowego, jednocześnie zapewniając pełną kontrolę i stabilizację pojazdu przy hamowaniu i zatrzymywaniu się. Energia elektryczna, gromadzona w trakcie hamowania w pokładowym zespole akumulatorów, na tym etapie służy wyłącznie do napędu osi naczepy. Taki dodatkowy napęd ma za zadanie wspomóc napęd przekazywany przez ciągnik – napędowo go odciążyć. Powoduje to, że ciągnik potrzebuje mniej energii do napędu zestawu i w rezultacie zużywa mniej paliwa. Może się też okazać wyjątkowo przydatne przy wjeżdżaniu z cięższym ładunkiem na strome i długie podjazdy czy ruszaniu na śliskiej, oblodzonej albo mokrej nawierzchni. Ponadto w przyszłości taki pokładowy wspomagający elektryczny autonomiczny zespół napędowy naczepy może być przeznaczony do zasilania elektryki pokładowej oraz innych urządzeń w naczepie wymagających elektrycznego napędu. Schmitz wskazuje tu przede wszystkim elektrycznie zasilane agregaty chłodnicze.

Pierwsze wyniki uzyskane w trakcie testów prowadzonych w ramach programu TransFormers dowiodły, że redukcja emisji CO₂ sięga 6%. Przy czym dalsze dopracowanie tego systemu – jego dalsza optymalizacja z całą pewnością pozwolą na zdecydowane poprawienie tego rezultatu. Jest to bowiem system niezwykle perspektywiczny – dopiero na początku swojej drogi i tym samym o potężnym potencjale rozwojowym oraz proefektywnościowym – dalszego wzrostu efektywności. Tym bardziej, że dodatkowe oszczędności uzyskano dzięki poprawionej aerodynamice kurtynowej naczepy S.CS. Równają się one ogólnie 9%, w tym sam obniżony w tylnej partii dach zapewnia 4%. Innymi słowy sam obniżony dach gwarantuje 4-procentową obniżkę emisji CO₂, a wszelkie usprawnienia wprowadzone w obszarze aerodynamiki podnoszą tę wartość do 9%. O 4-9% zatem automatycznie spada zużycie paliwa.

Te wstępne wyniki są niezwykle zachęcające. Pierwsza homologowana zelektryfikowana naczepa – naczepa kurtynowa z autonomicznym elektrycznym wspomagającym systemem napędowym – dowodzi, że da się uzyskać zakładany pierwotnie cel obniżki emisji CO₂ o 25% wskutek połączenia: elektryfikacji, poprawionej aerodynamiki oraz lepszego – bardziej efektywnego zarządzania ładunkami i naczepą, co przyczyni się do większej niż dotychczas optymalizacji spożytkowania oferowanych przez nią ładowności i/czy przestrzeni ładunkowej.

Zdaniem specjalistów ze Schmitza następny krok na tej ścieżce rozwojowej stanowić będzie elektromobilność (e-Mobility). Powinna ona wykazać swoje przewagi w sferze ekonomicznej już w średniej perspektywie czasowej. Natomiast w krótkiej mają być w naczepach dostępne e-generatory, osie napędowe i zespoły pokładowych akumulatorów, dedykowane do zasilania np. elektrycznego agregatu chłodniczego – w rozwiązaniu tym osł napędowa przekazywałaby energię do zespołu akumulatorów, z którego następnie energia ta trafiałaby do zasilania agregatu.

Wydaje się, że taka elektromobilność staje się nieunikniona. Gdy bowiem wadami konwencjonalnych samochodów ciężarowych są wysokie ceny paliwa oraz różnego rodzaju podatki i opłaty (*toll&taxes*), za wariantami zelektryfikowanymi przemawiają: aspekty ekologiczne, możliwość bezemisyjnego poruszania się w ruchu miejskim, bezemisyjność przy dużym natężeniu ruchu, wysoka efektywność energetyczna systemu, opcja otrzymania dotacji, wsparcia i ulg podatkowych oraz wymagania prawne. Jedyną zasadniczą wadą takich rozwiązań polega zaś – przynajmniej na tym etapie – na ich jeszcze relatywnie zbyt wysokiej cenie.

2.13. Ekologizacja zakładów produkcyjnych

Ekologizacja przewozów oznacza nie tylko wdrażanie na liniach montażowych kolejnych odmian ekologicznych i proekologicznych pojazdów. Nerozerwalnie wiąże się także z kompletną zmianą funkcjonowania całego systemu wytwórczego oraz powiązanych z nim łańcuchów logistycznych. Zmiany te mają na celu przede wszystkim:

- umożliwienie rozpoczęcia budowy eksploatacyjnie maksymalnie proekologicznego taboru, co oznacza elektryfikację jego napędów poprzez systemy akumulatorowe i na wodorowe ogniwa paliwowe,
- przekształcenia w samych fabrykach skoncentrowane nie tylko na zmianie rodzaju powstających w nich wyrobów, ale i na przeobrażeniu tych jednostek – tworzeniu wartości dodanej w lokalizacje funkcjonalnie przynajmniej neutralne pod względem emisji CO₂ i ogólnie jak najmniej uciążliwe dla otoczenia.

Bardzo mocno na te procesy zwraca uwagę Daimler Truck, który już rozpoczął ich implementację w wybranych filiach produkcyjnych.

Fabryki FUSO i Daimler – Mercedes-Trucks⁸⁴

W dniu 8 czerwca 2021 roku ogłoszono, że zakład Tramagal w Portugalii, czyli centralny zakład produkcyjny Daimler Trucks w Europie – centrum produkcji lekkich samochodów FUSO Canter i całkowicie elektrycznych eCanter – znajduje się na ścieżce do dościa w 2022 roku do poziomu produkcji neutralnej pod względem emisji CO₂. Dlatego zostaje zmodernizowany w kierunku zrównoważonej produkcji samochodów poprzez osiągnięcie neutralności węglowej do końca 2022 roku. W tym celu w Tramagal zmianie ulegnie infrastruktura pod kątem produkcji ekologicznych aut, by we wskazanym roku można było osiągnąć neutralność pod względem emisji tego związku.

W 2019 roku Daimler Truck AG podał, że do 2022 roku wszystkie europejskie zakłady Daimler Trucks&Buses dążą do osiągnięcia neutralności pod względem emisji CO₂, stawiając na wytwarzanie zielonej energii poprzez panele słoneczne. Mobilność neutralną pod względem emisji CO₂ można bowiem osiągnąć tylko wtedy, gdy produkcja pojazdów jest również ekologiczna.

W zakładzie w Tramagal zaangażowanie w elektryczne pojazdy zaczyna się od sposobu ich produkcji. Produkcja neutralna pod względem emisji dwutlenku węgla pozostawia mniejszy ślad – stąd koncern chce być pionierem w zakresie zarówno produktu, jak i produkcji. Tym bardziej, że w Tramagal od 2017 roku powstaje całkowicie elektryczny FUSO eCanter. W ostatnich latach zakład w Tramagal był w stanie stopniowo zmniejszać emisję CO₂ i tym samym emisję gazów cieplarnianych. W tym kontekście w 2021 roku oczekiwano dalszej obniżki emisji o 50% w porównaniu z rokiem poprzednim, zanim w 2022 roku osiągnie się produkcję neutralną pod względem emisji CO₂. Aby dojść do tego punktu, zakład zwiększa wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych oraz wprowadzi modyfikacje procesowe. Ogólnie MFTE ogłosiło, że inicjatywy wprowadzone w zakładzie Tramagal obejmują:

- kontraktowanie zielonej energii elektrycznej, zwiększenie produkcji energii słonecznej na miejscu oraz przejście na zużycie we własnym zakresie – wykorzystanie własnych zasobów,
- przekształcenie całej wewnętrznej floty logistycznej i magazynowej na pojazdy elektryczne,
- badanie możliwości produkcji zielonego wodoru przy wsparciu paneli słonecznych, aby stopniowo zastępować zużycie gazu ziemnego.

⁸⁴ https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Daimler-Trucks-European-FUSO-plant-on-track-for-CO-neutral-production-in-2022.xhtml?oid=50146209&ls=L3NIYXJJaHJlc3VsdC9zZWZyY2h5ZXN1bHQQueGh0bWw_c2VhcmNoU3RyaW5nPWZ1c28mc2VhcmNoSWQ9NSZzZWZyY2hUeXBIPWRldGFpbGVkInJlc3VsdEluZm9UeXBISWQ9NDA2MjYmdmlld1R5cGU9dGh1bWJzInNvcnREZlZlZpbml0aW9uPVBVQkxJU0hFRF9BVC0yJnRodW14U2NhbGVJbmlleD0xInJvd0NvdW50c0luZGV4PTU!&rs=17

Działania realizowane w Tramagal wpisują się w ambitny plan Mitsubishi Fuso w zakresie neutralności emisyjnej CO₂ w całym łańcuchu tworzenia wartości⁸⁵. O ile zakład Tramagal stanie się neutralny pod względem emisji CO₂ do 2022 roku, o tyle zakłady w Japonii pójdą analogiczną drogą, aby najpóźniej do 2039 roku osiągnąć emisyjną neutralność CO₂. Przy tym zakłady MFTBC w Kawasaki i Nakatsu od 2015 roku zredukowały emisję CO₂ o 17%.

Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation (MFTBC) – jako integralna część Daimler Truck AG – informuje, że w zakładach produkcyjnych będzie podążać za ambicją Daimler Trucks&Buses w kierunku emisyjnej neutralności CO₂ poprzez dążenie do przejścia do 2039 roku wszystkich zakładów emisyjną neutralność w zakresie CO₂. Tym bardziej, że w ciągu ostatnich kilku lat społeczności na całym świecie szybko dynamizują swoje wysiłki na rzecz dekarbonizacji i neutralności węglowej. Na przykład w swoim planie działania na rzecz strategii zielonego wzrostu japoński rząd oświadczył, że „będzie dążył do tego, aby stać się neutralnym pod względem emisji dwutlenku węgla [w przemyśle motoryzacyjnym], w tym w całym łańcuchu dostaw”⁸⁶. Plan ten rząd japoński zatwierdził w czerwcu 2021 roku.

W obliczu tych zmian MFTBC podąża za celem Daimler Trucks&Buses, aby do 2039 roku oferować w Europie, Japonii i Ameryce Północnej tylko nowe pojazdy, podczas jazdy (*tank-to-wheel*) neutralne pod względem emisji CO₂. W związku z tym trzy inne zakłady MFTBC zlokalizowane w Japonii – Kawasaki, Toyama i Nakatsu – pójdą za Tramagalem i będą dążyć do tego, aby najpóźniej do 2039 roku stać się neutralne pod względem emisji CO₂. W zakładzie Kawasaki, gdzie znajduje się też siedziba MFTBC, oraz w zakładzie Nakatsu, w którym produkowane są układy napędowe, MFTBC wdrożył 5-letni plan zmniejszenia emisji CO₂ o 17% w porównaniu z poziomami z 2015 roku. Opierając się na tym dorobku, MFTBC przygotował nowy plan dekarbonizacji zakładu Kawasaki do 2039 roku. Inne obiekty kluczowe dla sieci produkcyjnej MFTBC, w tym zakład produkcji autobusów w Toyama oraz zakład Nakatsu, także będą objęte celem na 2039 rok.

Plan definiuje kilka kluczowych metod niezbędnych do osiągnięcia założonego celu:

- oszczędność energii: zmniejszenie zużycia energii na obszarach produkcyjnych poprzez redukcję popytu i wprowadzenie energooszczędnych urządzeń,
- wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych: redukcja emisji CO₂ poprzez wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych,

⁸⁵ https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Mitsubishi-Fuso-announces-its-ambitions-for-CO2-neutrality-across-its-value-chain.xhtml?oid=50804577&ls=L3NIYXJjaHJlc3VsdC9zZWYy2hyZXN1bHQueGh0bWw_c2VhcmNoU3RyaW5nPWZ1c28mc2VhcmNoSWQ9NSZzZWFyY2hUeXBIPWRldGFpbGVkbnJlc3VsdEluZm9UeXBISWQ9NDA2MjYmdmllld1R5cGU9dGh1bWJzJnNvcnREZWZpbml0aW9uPVBVQkxJU0hFRF9BVC0yJnRodW1iU2NhbgVJbmlleD0xJnJvd0NvdW50c0luZGV4PTU!&rs=15

⁸⁶ Tamże.

- zainstalowanie w latach 2013 i 2014 na dachach budynków w zakładzie w Kawasaki fotowoltaiki słonecznej (PV),
- zaplanowany na najbliższą przyszłość montaż dodatkowych paneli fotowoltaicznych,
- rozważana również integracja innych źródeł energii, takich jak wodór,
- zakup zielonej energii i redukcja współczynnika emisji CO₂ we współpracy z firmami energetycznymi,
- certyfikacja CO₂.

Poza tym MFTBC rozpoczęło badania nad możliwymi sposobami redukcji emisji CO₂ w samym w procesie wytwórczym. Na przykład ocenia możliwość obniżki emisji CO₂ i lotnych związków organicznych (LZO) emitowanych podczas malowania pojazdów, w większym stopniu opierając się na innej obróbce powierzchniowej. Podmiot będzie jeszcze dążyć do neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla w całym łańcuchu wartości. Oprócz obszarów produkcyjnych, MFTBC przygląda się pozostałym aspektom łańcucha wartości aut. Na każdym etapie zaczął rozważać możliwe sposoby ograniczenia i wyeliminowania emisji gazów cieplarnianych – część z tych prac została już wdrożona.

Logistyka stanowi kolejny obszar, na który MFTBC zwraca uwagę w promowaniu zerowej emisji CO₂ w całym łańcuchu wartości. Dlatego rozpoczął ocenę metod kwantyfikacji emisji dwutlenku węgla, występującej podczas zarówno przyjmowania materiałów i komponentów od swoich dostawców, jak i dostarczania produktów klientom. W tych obszarach firma już stosuje takie środki zaradcze, jak:

- redukcja emisji CO₂ z dostaw poprzez zmianę liczby samochodów ciężarowych do dostarczania części i produktów,
- optymalizacja środków transportu,
- dostosowanie wykorzystania zdolności przewozowych i tras,
- wdrożenie w logistyce wewnętrznej elektrycznych wózków widłowych, emitujących mniej CO₂.

MFTBC tworzy plan neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla dla swoich operacji logistycznych i wkrótce rozszerzy te obszary swoich wysiłków. W przypadku zakupów w MFTBC zrównoważony rozwój był już jednym z aspektów branych pod uwagę w procesie oceny dostawców, zgodnie ze standardami Daimler Supplier Sustainability Standards oraz wytycznymi dotyczącymi zakupów Daimler Trucks. Jako część Daimler Trucks, MFTBC promuje ochronę klimatu i zrównoważony rozwój wśród swoich dostawców oraz daje impulsy do realizacji wysokich standardów zarówno w swoich firmach, jak i we własnych łańcuchach dostaw. Przykładem tego wysiłku jest Ankieta Ochrony Klimatu CDP. Aby zapewnić większą przejrzystość wpływu własnych łańcuchów dostaw na środowisko, Daimler Trucks współpracuje z takimi organizacjami jak CDP (dawniej Carbon Disclosure Project). W 2020 roku kluczowi dostawcy zostali zaproszeni do udziału w corocznej ankiecie w celu opisanie ich wpływu na środowisko, w tym poziomu emisji CO₂. Do 2021 roku do udziału zaproszono dostawców reprezentujących ponad 70%

rocznej wielkości zakupów Daimler Truck&Bus. Udział ten ma wzrosnąć w 2021 roku i wspierać wysiłki na rzecz zmniejszenia emisji CO₂ w całym łańcuchu dostaw w branży motoryzacyjnej. Inne inicjatywy obejmują promowanie ochrony klimatu i zrównoważonego rozwoju wśród dostawców poprzez coroczną nagrodę Daimler-wide Sustainability Award. Nagroda ta we wszystkich działach jest wręczana od 2019 roku, aby uhonorować dostawców wyróżniających się swoim zaangażowaniem w dziedzinie ochrony klimatu i zasobów.

Przy tym MFTBC nie zaczeka do 2039 roku ani wielu działań nie chce realizować sam. Chociaż wyznaczył rok 2039 jako swój rok docelowy, to pozostaje zobowiązany do jak najszybszego osiągnięcia neutralności pod względem emisji CO₂. Ponieważ zakład Tramagal i inne zakłady produkcyjne Daimler Trucks&Buses w Europie są na dobrej drodze do osiągnięcia do 2022 roku neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla, wnioski z tych lokalizacji pomogą przyspieszyć wysiłki MFTBC na rzecz zmniejszenia globalnego wpływu na środowisko. Co więcej, rozszerzając własne inicjatywy na inne podmioty w grupie, MFTBC będzie dalej przyczyniać się do realizacji celów Daimler Trucks&Buses w zakresie neutralności węglowej.

Zakład Mercedes-Benz w Wörth⁸⁷

W przypadku niemieckich zakładów to fabryka w Wörth zostaje ukierunkowywana na przyszłościową, ekologiczną i elastyczną seryjną produkcję samochodów z akumulatorowym napędem elektrycznym i napędem na ogniwa paliwowe. Najważniejsze elementy uzgodnionego pakietu przyszłościowego obejmują więc ekologiczną seryjną produkcję wersji z akumulatorowym napędem elektrycznym i napędem na ogniwa paliwowe, rozwój i doskonalenie zawodowe pracowników w ramach transformacji oraz dalszą cyfryzację zakładu. Elastyczna organizacja procesu wytwórczego zapewni w najbliższych latach efektywną produkcję zarówno odmian konwencjonalnych, jak lokalnie bezemisyjnych. W ten sposób koncern konsekwentnie stawia kolejny krok w kierunku osiągnięcia neutralnego bilansu CO₂ w transporcie.

Transformacja techniczna w branży pojazdów użytkowych idzie przede wszystkim w kierunku taboru lokalnie bezemisyjnego, co oznacza również ogromne zmiany dla samych zakładów i implementowanego w nich systemu wytwórczego. W nadchodzących latach firma w dalszym ciągu zamierza inwestować w tę lokalizację, lecz transformacja będzie także wymagała wsparcia ze strony sektora publicznego. W związku z tym Daimler Truck AG złożył wniosek do niemieckiego rządu federalnego o dofinansowanie w ramach programu wspierania techniki wodorowej i ogniwi paliwowych. Wsparcie to ma też obejmować przebudowę filii w Wörth. W swojej deklaracji rząd kraju związkowego Nadrenia-Palatynat sygnalizował już możliwość udzielenia takiego wsparcia.

Decyzja o ulokowaniu w zakładzie produkcji wersji z napędami alternatywnymi stanowi ważny filar nowego strategicznego ukierunkowania zakładu. Przy

⁸⁷ Daimler Truck – Mercedes Truck – materiały prasowe na temat zakładów produkcyjnych, 2021.

tym w nieodległej perspektywie Wörth stanie się ośrodkiem transportu przyszłości w sieci produkcyjnej samochodów ciężarowych Mercedes-Benz. Połączy techniczne *know-how* z najwyższą elastycznością, a więc także zwiększeniem wydajności produkcji. A wszystko to w neutralnej pod względem emisji CO₂, zdigitalizowanej fabryce, wyposażonej w odpowiednią logistykę i infrastrukturę.

Generalnie bezemisyjne auta zapewnią długofalowe wykorzystanie mocy produkcyjnych i zatrudnienie w zakładzie. Do tego dochodzi podnoszenie kwalifikacji zawodowych i zwiększenie elastyczności, co stanowi klucz do przyszłości. Z myślą o produkcji modeli z napędami alternatywnymi zakład w Wörth wprowadza więc nowe procesy montażowe wraz z niezbędną infrastrukturą. W ten sposób Daimler Truck staje się pionierem transportu neutralnego pod względem emisji CO₂ „made in Wörth”. Głównymi czynnikami na drodze do jego realizacji są zarówno kształcenie zawodowe oraz dalszy rozwój pracowników, jak i zwiększanie elastyczności wytwarzania. Cel polega na przygotowaniu kadry do realizacji przyszłych zadań. W zakładowym centrum kształcenia i doskonalenia zawodowego w Wörth, począwszy od 2018 roku, już około 2000 pracowników podniosło swoje kwalifikacje w dziedzinie pojazdów z instalacją wysokiego napięcia i komponentów wysokonapięciowych, uzyskując kompetencje niezbędne do montażu wariantów z napędem elektrycznym.

Poza tym w najbliższych latach wysoce elastyczna organizacja procesu produkcyjnego zapewni tej fabryce możliwość efektywnej budowy zarówno typów konwencjonalnych, jak i lokalnie bezemisyjnych – a tym samym konkurencyjność całego zakładu. Tak zwany system „fullflex” umożliwi włączenie samochodów bezemisyjnych w już istniejący system wytwórczy. W ten sposób zakład może efektywnie i jeszcze szybciej dopasowywać się do konkretnego zapotrzebowania rynkowego i niezawodnie spełniać wysokie standardy jakościowe przedsiębiorstwa. Ponadto, w związku z dobrą sytuacją w zakresie zamówień w latach 2021-2022, w 2021 roku fabryka przygotowywała się do znacznego zwiększenia mocy produkcyjnych – jeszcze w 2021 roku nastąpiło zatem przejście z dwuzmianowego na trzymianowy system pracy.

Kolejny kluczowy element stanowi „zielona fabryka”, oznaczająca neutralność emisji CO₂ także w produkcji. Oprócz samych wyrobów, również cały zakład w Wörth, łącznie z produkcją, ma od 2022 roku osiągnąć neutralność pod względem emisji CO₂, podobnie jak wszystkie inne europejskie zakłady Daimler Truck. Umożliwi to m.in. unikatowy system „zielonej” energii elektrycznej w koncernie Daimler – podstawę produkcji neutralnej pod względem emisji CO₂ będzie stanowić prąd elektryczny z odnawialnych źródeł energii, wolny od emisji dwutlenku węgla. Od 2022 roku zakład będzie czerpał energię elektryczną z farm wiatrowych i fotowoltaicznych oraz z elektrowni wodnych. Dążąc do uzyskania miana „zielonej fabryki”, w dłuższej perspektywie zakład ten ma też pracować bez emisji CO₂ poprzez stopniowe tworzenie w ciągu najbliższych lat całkowicie odnawialnego systemu energetycznego. Istotną rolę odgrywa przy tym ciągle zwiększanie własnej efektywności energetycznej. Przykładem niech będzie centralny absorpcyjny układ chłodzenia, który w przyszłości zastąpi setki zdecentralizowanych urządzeń klimatyzacyjnych w fabryce, do klimaty-

zacji wykorzystując dostępne ciepło zamiast energii elektrycznej. Poza tym istniejące budynki wraz z infrastrukturą zostaną gruntownie odnowione pod kątem efektywności energetycznej, a w produkcji wdrożone zostaną nowe, bardziej przyjazne dla klimatu rozwiązania techniczne, na przykład tzw. „Eco Paint Process” w lakierni.

2.14. Wnioski – ocena strategii wdrażania ekologizacji pojazdów przez wybrane przedsiębiorstwa

Generalnie na początku trzeciej dekady tego stulecia strategię wszystkich kluczowych zachodnioeuropejskich wytwórców samochodów ciężarowych, naczep, przyczep i zabudów w kwestii wdrażania pojazdów na paliwa alternatywne czy z alternatywnymi zespołami napędowymi pozostają zbieżne w licznych obszarach. Bazując na omówionych czynnikach, stymulantach i elementach ograniczających poszczególne koncerny motoryzacyjne, dostawcy taboru różnych klas i typów wdrażają własną strategię w obszarze celowości komercjalizacji różnorodnych rozwiązań ukierunkowanych na wzrost ekologiczności przemieszczenia. Zasadniczymi cechami tych strategii są następujące założenia:

- Uważanie gazu jedynie za paliwo przejściowe, stosowane wskutek braku obecnie (stan na rok 2022) innych opcji sensownych ekonomicznie i eksploatacyjnie – gaz stanowi zatem wyjście wysoce suboptymalne, wybierane nie dlatego, że zalicza się do dobrych rozwiązań, lecz dlatego, że aktualnie nie ma innego paliwa o określonych cechach, którym szybko, łatwo oraz użytkowo akceptowalnie da się zastąpić olej napędowy czy/i benzynę. Dlatego część z producentów w ogóle z niego zrezygnowała, inni natomiast uważają, że w przyszłości w formie biogazu zostanie on paliwem niszowym. Jednocześnie może się to zmienić, jak w przypadku Mercedesa i MAN-a, które dysponują stosowną technologią napędów gazowych – teraz jedynie dla silników małych pojemności i mocy, w sytuacji, gdy szczególnie władze Unii Europejskiej położą mocniejszy nacisk na wytwarzanie, w tym lokalne, biogazu.
- Elektryfikacja stanowi obecnie główny nurt rozwojowy, a hybrydyzacja pozostaje często traktowana jako mimo wszystko rozwiązanie przejściowe. To pełna elektryfikacja stanowi zatem rozwiązanie przyszłościowe, ale dla jej rozpowszechnienia – tempa komercjalizacji, w pierwszym rzędzie w zastosowaniach poza miastami, muszą zostać przezwyciężone dotychczasowe bariery związane z przewodowymi dostawami energii elektrycznej do punktów ładowania oraz liczne zasadnicze problemy i wyzwania dotyczące samej technologii akumulatorowej, takie jak zbyt wysoka masa i cena, a zarazem zbyt niska pojemność akumulatorów. Do tego nadal dochodzi problem braku powszechnej – skomercjalizowanej na masową skalę technologii ich taniej, wysoce efektywnej, w tym energetycznie, oraz przyjaznej dla środowiska utylizacji, w powiązaniu z technologią odzyskiwania tzw. pierwiastków rzadkich.

- Stale ulepszany wysokoprężny silnik spalinowy nadal będzie stosowany w przevozach na dalekich dystansach, przy czym opłacalne może się tu okazać wdrożenie technologii tzw. lekkich – miękkich hybryd (*mild hybrid*). W systemach tych silnik elektryczny wspomaga silnik spalinowy w momentach większego zapotrzebowania na moment obrotowy, czyli przykładowo podczas ruszania, w tym z ciężkim ładunkiem, czy podjazdów, w tym na strome i długie wzniesienia. Dodatkowo istnieje możliwość rekuperacji części energii wskutek wspomaganie przez silnik elektryczny układu hamulcowego w trakcie hamowania – silnik elektryczny pracuje wówczas jako prądnica, wspierając tradycyjne hamulce, w których energia kinetyczna po zamianie w energię cieplną bywa bezpowrotnie tracona. Tę odzyskaną przez silnik elektryczny energię gromadzi się w akumulatorze/akumulatorach i może być potem ona spożytkowana w sytuacji chwilowego wzrostu zapotrzebowania na siłę napędową. Takie lekkie/miękkie systemy hybrydowe w pierwszym rzędzie sprawdzą się w ciężkich ciągnikach siodłowo-balastowych, wariantach służących do wywozu dłużycy z lasu zestawami wydłużonymi i o podniesionej dopuszczalnej masie całkowitej (długość ponad 30 m, dopuszczalna masa całkowita do 90 000 kg), wywrotkach jeżdżących w ciężkim terenie kamieniołomów albo placów budowy oraz w wersjach szosowych, zarówno ciągnikach siodłowych, jak i podwoziach, często pokonujących tereny pagórkowate, górzyste lub górskie czy/i tworzących cięższe zestawy wydłużone i megawydłużone, czyli o długości 25,25-31,5 m oraz dopuszczalnej masie całkowitej 48 000-60 000-75 000 kg. Osobną kwestię stanowią odmiany wojskowe i pożarnicze, w tym te, w których bardzo ważną rolę odgrywa zdolność do uzyskiwania dobrych przyspieszeń. Tu generalnie trzeba wskazać na lotniskowe wykonania ratowniczo-gaśnicze.
- Wodór należy do paliw po części perspektywicznych, o ile zostaną przezyciężone liczne dotychczasowe bariery techniczno-ekonomiczno-organizacyjne związane z jego bardziej masowym wprowadzeniem. Dlatego większy entuzjazm w tej sferze nieraz bywa studzony przez wiele czynników technicznych, kosztowych i dotyczących bezpieczeństwa, związanych z pozyskiwaniem, dystrybucją oraz samym spalaniem wodoru jako paliwa na pokładach samochodów. O technologiach wodorowych myśli się więc w kontekście poszukiwania taniego oraz zeroemisyjnego i łatwo dostępnego źródła energii. O ile jednak spalanie wodoru należy do zeroemisyjnych, o tyle samo jego pozyskiwanie zalicza się do procesów kosztownych i energochłonnych oraz wymaga inwestycji we wciąż drogie ogniwa paliwowe, gdyż spalanie wodoru w gazowych silnikach spalinowych nadal stanowi znaczne techniczne wyzwanie.
- Cały czas trwa poszukiwanie zarówno zamienników paliw tradycyjnych, jak i substytutu elektryfikacji, która mimo wszystko jest i jeszcze długo będzie obarczona immanentnymi wadami związanymi z efektywnym przesyłem i magazynowaniem energii. Propozycje takie są znane, jak biopaliwa czy e-paliwa, niemniej na przeszkodzie w ich powszechnym wprowadzeniu stoją: w przypadku biopaliw – w naturalny sposób ograniczona podaż, w przypadku e-paliw – wciąż

zbyt wysoki koszt ich wytworzenia. W rezultacie na tym etapie ciekłe zamienniki oleju napędowego traktowane są raczej jako co najwyżej komplementarny dodatek do niego, a nie jego pełnoprawny substytut. Powyższe wynika przede wszystkim z wysokich kosztów i/czy ograniczoności samego pozyskania.

- Pełna ekologizacja obejmuje nie tylko proponowanie nisko- i zeroemisyjnego taboru, ale i jego bardziej zrównoważoną produkcję – tzn. pojawia się konieczność przebudowy – przemodelowania fabryk motoryzacyjnych, tak by jak najmniej szkodziły one środowisku, tzn. docelowo pozostawały przynajmniej zeroemisyjne netto.
- Bardziej masowe wdrażanie paliw alternatywnych i głównie alternatywnych zespołów napędowych wiąże się ściśle z koniecznością ponoszenia znacznych inwestycji nie tylko w sam tabor, ale i w towarzyszącą mu nieraz kompletnie nową, specjalnie dedykowaną infrastrukturę. O ile sami producenci mogą ponieść koszty przygotowania odpowiedniego taboru, o tyle w obszarze rozwoju niezbędnej infrastruktury nieodzowne jest wsparcie – inwestycje – ze strony państw. Sam przemysł zwyczajnie sobie z tym nie poradzi.

Zarazem wszyscy zainteresowani przedstawiciele przemysłu dobitnie wskazują, że:

- elektromobilność stanowi alternatywę dla paliw kopalnych, gdyż gazomobilność – może poza biogazomobilnością – nie jest ekologicznie czysta, a wodoromobilność wciąż wymaga dopracowania w licznych obszarach;
- elektromobilność stanowi odpowiedź na wymagania w zakresie miejscowej czystości powietrza oraz ograniczania emisji hałasu i wibracji, lecz jest też obciążona wieloma wadami;
- ludzkość stale musi poszukiwać nowych możliwości, by żyć w dobrobycie ekonomicznym i ekologicznym. Obecnie takimi propozycjami ze strony sektora transportowego są elektromobilność i wodoromobilność. Nie stanowią one oczywiście optymalnego rozwiązania, lecz kolejne suboptymalne czasowe wyjście na drodze stałego wzrostu i rozwoju w tej sferze.

Pojazdy koncepcyjne, w tym spełniające warunki Poziomu 4.0¹

Obecnie (stan na rok 2022) w Europie istnieją już trzy eksperymentalne samochody ciężarowe całkowicie spełniające warunki Poziomu 4.0 i w związku z tym będące pełnoprawnymi Pojazdami użytkowymi Poziomu 4.0 (Pojazdami użytkowymi 4.0). Pierwszym z nich jest Volvo Vera, drugim – Scania NXT, trzecim zaś – T Pod. Poza tym są też pojazdy bardziej ekologiczne i sieciowe, jak IVECO Z Truck oraz Rosenbauer CFT i RT, spełniające warunki Poziomu 4.0 w odniesieniu do ekologiczności i włączenia do sieci, ale pozbawione funkcji automatyzacji jazdy prowadzącej do jej pełnej autonomizacji.

3.1. Volvo Vera

Vera² została ujawniona przez Volvo Trucks we wrześniu 2018 roku. Ten samochód ciężarowy, a właściwie bezzałogowy – bezkabinowy autonomiczny, w pełni elektryczny ciągnący moduł transportowy ma postać 2-osiowej jednostki napędzanej – silnikowej, w wydaniu z siodłem – jako ciągnik siodłowy. W wypadku Very nazwa samochód ciężarowy staje się więc metodologicznie nieco dyskusyjna, gdyż pojazd ten w ogóle został pozbawiony kabiny i konstrukcyjnie praktycznie nie ma możliwości jej późniejszego wprowadzenia. Tym samym jednak zupełnie spełnia założenia Pojazdu Użytkowego 4.0 (Pojazdu Użytkowego Poziomu 4.0), którymi są:

- pełna autonomizacja poruszania się,
- całkowicie elektryczny układ napędowy, co powoduje spełnianie wymogu wysokiej proekologiczności,
- pełna zdolność do funkcjonowania w sieci – w środowisku sieciowym, sieciocentrycznym – bez działania w tym środowisku pojazd staje się całkowicie bezużyteczny.

¹ Porównaj J. Brach, *Obecne zmiany na europejskim rynku pojazdów samochodowych do przewożenia ładunków – analiza z perspektywy strony podaźowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2019, s. 191-200.

² <https://www.volvo Trucks.com/en-en/about-us/automation/vera.html>;

Ważna pozostaje również tzw. holistyka w sferze zagadnień związanych z użytkowaniem – w swojej analizie Vera wymaga bowiem podejścia zintegrowanego i kompletnego w kwestii spojrzenia na samą ideę i generalnie problematykę transportu towarowego. Transport ten funkcjonuje w określonym otoczeniu i wykonuje swoje prace na rzecz określonych graczy z tego otoczenia w ramach zespołu powiązanych, dynamicznych interakcji o podłożu biznesowo-techniczno-wykonawczym. Zgodnie z tym podejściem sam pojazd nie istnieje bez wsparcia otaczającego go i kierującego nim systemu, czyli *hardware* i *software* silnie się przenikają, tworząc kompletną i komplementarną eksploatacyjną całość. W efekcie Vera bezwzględnie musi być analizowana w niezwykle szerokim kontekście. W takim układzie należy ją zatem rozpatrywać jako składnik znacznie większej systemowej całości – znacznie większego centralnie sterowanego, zarządzanego i kontrolowanego systemu logistyczno-przewozowego, związanego ze zoptymalizowanym w układach czasowym, kosztowym, organizacyjnym i zasobowym przemieszczaniem ładunków (dóbr) z określonych punktów nadania do określonych punktów odbioru, z możliwymi punktami komasowania i dekomasowania (rozkomasowywania) – formowania i rozformowywania zadanych przesyłek, w celu uzyskania postawionych przed tym systemem celów ekonomicznych, w tym kosztowych, oraz – jako powiązane składowe – elementów jakościowych, m.in. dotyczących pewności, szybkości, bezpieczeństwa, dostępności i nadzoru. W rezultacie Vera, odpowiednio wpięta w taki zintegrowany – skoncentrowany oraz centralnie sterowany i zarządzany – system, odpowiada za transport ładunków pomiędzy wyznaczonymi miejscami zgodnie z założonymi określonymi wskaźnikami brzegowymi, przyjętymi i rozpatrywanymi w tym procesie. Wskaźniki te pozostają ważne z punktu widzenia zarówno bezpośrednio odpowiedzialnych za realizację tych operacji, jak i w jakikolwiek sposób, w jakimkolwiek zakresie związanych czy mających bezpośredni i pośredni interes w ich w pełni przynajmniej zoptymalizowanym wykonywaniu, w myśl obowiązujących w tym zakresie w danej organizacji kryteriów oceny (ewaluacji). Szczególnie istotne jest bazujące na sieciowości i łączności oraz dokonywane w czasie rzeczywistym dynamiczne sterowanie pojazdem. Kluczową rolę w nim odgrywa pełna jego zdalna kontrola, tak by każde działanie było podporządkowane celowi kluczowemu w postaci dostarczenia danego ładunku przy jak najniższym wydatku zasobowym i przy jak najniższych stratach zasobowych, w dane miejsce w konkretnie zadanym momencie, który w trakcie jazdy – aż do chwili przybycia do punktu ostatecznego przeznaczenia – może się zmieniać zgodnie z potrzebami chwilowo zgłaszanymi w tej materii.

Volvo Trucks podkreśla, że Vera to pojazd, jakiego nikt wcześniej w takiej dokładnej formie nie zbudował. Są to *de facto* nowa filozofia systemu transportowego oraz ściśle powiązany z nią nowy rodzaj rozwiązania transportowego, oparty na autonomicznych, bezkabinowych jednostkach ciągnących – silnikowych z napędem elektrycznym, dzięki którym transport może stać się efektywniejszy – jeszcze bardziej zasobooszczędny, bezpieczniejszy i bardziej przyjazny dla środowiska natu-

ralnego. Za zasadniczy postawiony cel uważa się możliwość oferowania firmom potrzebującym ciągłego przewozu między stałymi punktami wysoce użytecznego narzędzia stanowiącego dopełnienie aktualnej oferty koncernu w tym obszarze. Ponadto Szwedzi w opisie wciąż używają tradycyjnych nazw, takich jak samochód ciężarowy. Niemniej, ze względu na brak kabiny – na co wskazano – zdecydowanie adekwatniejsze, przynajmniej na etapie operowania współczesnym aparatem pojęciowym w tej dyscyplinie, byłoby wdrożenie nazw takich jak samojezdny – autonomiczny transporter ciągnikowy.

W układzie przyczynowym kluczowy powód powstania Vera stanowi odpowiedź przedsiębiorstwa na powiązane i wzajemnie się warunkujące oraz przenikające problemy. Problemy te – w najszerszym ujęciu podmiotowym – wiążą się z bytem ludzkości. Z jednej strony odnoszą się do szeregu skojarzonych i krzyżowo się determinujących zjawisk społecznych. Z drugiej – w tak kształtującym się otoczeniu społecznym – dotyczą warunków i potrzeb formułowanych przez ludzkość w stosunku do już istniejących bądź dopiero tworzonych sieci zaopatrzenia i zbytu, z różnymi włączonymi w to stronami – graczami, interesariuszami, operującymi na różnych poziomach w zazwyczaj mocno rozproszonych lokalizacyjnie zaopatrzeniowych, produkcyjnych i dystrybucyjnych łańcuchach tworzenia – kreacji wartości dodanej. W takich realiach Vera oznacza więc kompletne i zintegrowane, w pełni systemowe rozwiązanie transportowe, obejmujące skomunikowane, autonomiczne pojazdy elektryczne oraz nadrzędne centrum kontrolne transportu.

Projekt Vera rozpoczął się wiosną 2017 roku. Na samym początku twórcy skupili się na potrzebach odbiorców dotyczących stałego i powtarzalnego przepływu ładunków między punktami A i B, a nie na samym aucie. Główną inspiracją tego holistycznego podejścia był ekosystem, a cel polegał na zaproponowaniu pojazdu zdolnego do ciągłego realizowania procesu przemieszczania w tych samych czy zbliżonych relacjach – przez cały dzień i noc, w ten sposób zwiększającego produktywność wykonywanych operacji. Przy tym, chociaż projektanci pracowali bez jakichkolwiek odniesień, to było kilka kwestii, które musieli wziąć pod uwagę i w związku z tym bezwzględnie włączyć je do projektu. W grupie tej znalazły się wymagania prawne oraz elementy techniczne.

Ogólnie, wskutek braku kabiny, Vera ma budowę kompaktową i zwartą – jest *de facto* samym podwoziem z wybrzuszoną, podniesioną partią przednią (nad przednią osią) i niezwykle krótkim przednim zwisem, z zamontowanym z tyłu siodłem, pozwalającym na współpracę z klasycznymi, dzisiaj stosowanymi naczepami szosowymi 1-, 2- i 3-osiowymi. Pod względem konstrukcyjnym i użytkowym Vera to z kolei elektryczny, autonomiczny pojazd, mogący pracować przy znacznie mniejszej emisji spalin i niskim poziomie hałasu. Dlatego jego napęd jest oczywiście w całości elektryczny, co oznacza właśnie zerową emisję spalin i niski poziom hałasu, gdyż jedynie elektryczne układy napędowe mogą potencjalnie prowadzić do redukcji hałasu, zużycia paliwa i emisji spalin. Poza tym – dla uzyskania maksymalnego stopnia unifikacji i bazując na do tej pory dostępnym systemie modułowym – zastosowano

tego samego rodzaju układ napędowy i zestaw akumulatorów jak we współczesnych elektrycznych samochodach Volvo Trucks. W tym kontekście sama Vera ma się charakteryzować pełną modułowością, m.in. w sferze stosowanych układu napędowego i pakietu akumulatorów, wpływającego na uzyskiwany zasięg. Tym samym będzie dostępna w różnych rozmiarach i mocach. Mniejszy model FL napędza jeden 177-konny silnik elektryczny, podczas gdy większy FE zaopatrzone już w dwa silniki elektryczne o łącznej mocy 503 KM. Do tego pojazd wyposażono w nowoczesne, skuteczne systemy jazdy autonomicznej. Określają one jego własną pozycję na drodze z dokładnością do centymetrów, gruntownie monitorują i analizują poczynania innych użytkowników drogi – uczestników ruchu, a następnie bardzo precyzyjnie reagują na sytuację. Kontrola i monitorowanie odbywają się za pośrednictwem centrum sterowania. Takie centrum kontrolne bezustannie w czasie rzeczywistym monitoruje operacje transportowe, nadzorując pozycję każdego pojazdu, stan akumulatorów, ładunek, wymagania dotyczące obsługi technicznej oraz wiele innych parametrów. W dodatku tempo przemieszczania precyzyjnie i elastycznie dopasowuje się do obsługiwanych procesów zaopatrzeniowych, produkcyjnych i dystrybucyjnych. Powyższe okazuje się konieczne, by uniknąć niepotrzebnego oczekiwania i zapewnić wymaganą precyzję dostaw – tzn. w zależności od chwilowych potrzeb w sferach zaopatrzenia, wytwarzania, magazynowania czy dystrybucji – zestawy – z uwzględnieniem prognozowanego i rzeczywistego natężenia ruchu oraz zgodnie z zadaną i stale uaktualnianą marszrutą – zwalniają, przyspieszają, mogą zmieniać trasę, gdy alternatywna w danym momencie okaże się szybsza, by dotrzeć do zaplanowanego celu, a nawet mogą mieć zmieniony ten cel. W rezultacie przez cały czas pojazdy poruszają się z prędkością zoptymalizowaną w stosunku do zgłaszanych przez system nadrzędny i stale aktualizowanych w czasie rzeczywistym wymagań w tym względzie. Taki sposób działania pozwala zminimalizować straty w postaci nadmiernych zapasów, przywozić bądź odbierać ładunki na czas (*just-in-time*) oraz zredukować powierzchnię parkingową i zwiększać ogólną dyspozycyjność. Redukuje też natężenie ruchu i korki na drogach, przy czym sama droga – w stopniu o wiele większym niż dotychczas – staje się substytutem parkingu. Przebywając na niej pojazd przecież nie parkuje. Co więcej, pojazdy obsługujące tę samą trasę współdziałają ze sobą w celu dalszej i dokonywanej w czasie rzeczywistym optymalizacji przepływu ładunków. Tym samym wykazują potencjał, aby uczynić transport bezpieczniejszym, czystszy, płynniejszym oraz bardziej wydajnym i od samego początku ukierunkowanym na dość odważną zmianę dotychczasowego *status quo* w branży przewozowej. Docelowo mniej pojazdów wykona więc tę samą pracę przewozową, minimalizując wszelkie koszty i straty oraz przekładając się na brak generacji dodatkowych kosztów, jak w przypadku rozbudowanych parkingów. W tym modelu pojazdy mają jeździć, bo przychody wynikają właśnie z jazdy, a przestojów ma być jak najmniej i mają być one jak najkrótsze, poza tymi bezwzględnie koniecznymi, jak zamiana naczep albo wymiana/ładowanie akumulatorów czy konserwacja. Awarie mają nie występować wskutek stosowania obsługi zapobiegawczej – predykc-

cyjnej. Kluczowe są tu mianowicie stałe nadzór, aktualizacja, reagowanie w czasie rzeczywistym oraz płynność. Projekt ten ucieleśnia bowiem tę bardzo śmiałą wizję, gdyż bezpośrednio kwestionuje teraz (stan na rok 2022) obowiązujące konwencje.

Oznacza to, że Volvo Trucks będzie nie tylko dostawcą pojazdów, ale i dostawcą kompletnego, zintegrowanego megaprojektu przemieszczeniowego, ukierunkowanego na maksymalnie zoptymalizowany we wszelkich rozpatrywanych układach przesył ładunków z jednego węzła do drugiego. Ponieważ ten proponowany system jest w pełni zautomatyzowany, może umożliwiać całodobowe operacje, pomagając w tworzeniu ciągłego przepływu towarów z większą precyzją dostarczania. W takim układzie korzystanie z pojazdów autonomicznych, z zerową emisją spalin i bezgłośnych oznacza, że ich użytkowanie może się odbywać równie wydajnie zarówno w dzień, jak i w nocy.

Proponowane przez podmiot rozwiązanie transportowe powstało z myślą o realizacji regularnych, powtarzalnych zadań przewozowych, charakteryzujących się stosunkowo krótkimi odległościami, dużym wolumenem oraz wysoką precyzją dostaw – tzn. do regularnych i powtarzalnych zadań na krótkich dystansach, gdzie duże ilości towarów muszą być dostarczane w sposób bardzo precyzyjny. Typowe przykłady to przewozy w ramach danych centrów logistycznych, ale możliwe są także inne zastosowania w portach, fabrykach i centrach megaspedycyjnych. Jednocześnie, chociaż Vera została opracowana dla konkretnego typu zastosowań, w przyszłości da się ją z powodzeniem wdrożyć w aplikacjach innego rodzaju. W tym kontekście kluczowe będzie wprowadzenie jej do środowiska zewnętrznego – otwartego, by wykonywała operacje w pełnej interakcji ze zmiennym otoczeniem kreowanym przez innych użytkowników dróg publicznych. Niemniej wyzwanie polega na tym, że każda aplikacja jest wyjątkowa i *de facto* specyficzna, wobec czego wymaga unikatowego podejścia. A zatem w tym rozwoju niezwykle ważną rolę odegra partnerstwo z klientami. Tym bardziej, iż wydaje się raczej mało prawdopodobne, aby znaleźć uniwersalne rozwiązanie, które będzie w pełni akceptowalne dla wszystkich i wszędzie. Różnice wystąpią w zależności od aplikacji i potrzeb klienta. Dlatego właśnie tylko dzięki bliskiej współpracy można opracować niestandardową propozycję, pozwalającą w pełni wykorzystać zalety nowych technologii. Vera to w takim układzie baza, na podstawie której elastycznie może być konfigurowany ostateczny pojazd, zoptymalizowany do wykonywania konkretnego zadania w konkretnych warunkach lokalizacyjnych i klimatycznych. Pokazując Verę, Volvo Trucks udowadnia, że pozostaje gotowe do podjęcia tego wyzwania. Szczególnie, że wciąż nie widać jeszcze pełnej zdolności do całkowitego spożytkowania potencjału nadal immanentnie tkwiącego w branży transportowej. Tym samym prezentując Verę, szwedzka firma wskazuje, że pracuje nad nowym rodzajem inicjatywy transportowej, przeznaczonej do realizacji powtarzalnych zadań przewozowych między stałymi punktami i mającej uzupełnić obecne systemy. W najbliższej przyszłości to rozwiązanie transportowe koncern będzie oczywiście dalej dopracowywał we współpracy z wybranymi użytkownikami w wytypowanych, priorytetowych

zastosowaniach. Poprzez połączenie automatyzacji, łączności i elektromobilności otwierają się mianowicie zupełnie nowe możliwości sprostania wielu wyzwaniom, przed którymi stoi branża.

W rezultacie proponowany tu system oparty na modelu Vera można traktować i postrzegać jako rozszerzenie zaawansowanych rozwiązań logistycznych, które są już wdrażane w wielu branżach lub które dotąd wiele branż z powodzeniem stosuje. Wynika to z faktu, że pojazdy mają postać ciągnika siodłowego przystosowanego do łączenia ze współczesnymi naczepami oraz są wykorzystywane – m.in. ta sama infrastruktura i takie same jednostki transportowe – jak standardowe kontenery. Pozostaje to ważne, ponieważ globalny system logistyczny nie zmienia się z dnia na dzień. W takim układzie, bazując na modelu Vera jako przyszłej podstawowej jednostce transportowej odpowiedzialnej za fizycznie dokonywane przemieszczanie, transport będzie można realizować za pomocą autonomicznych wariantów elektrycznych skomunikowanych z chmurą danych oraz centrum kontrolnym.

Obecnie (stan na rok 2022) Vera pozostaje wyłącznie koncepcją, uzupełnieniem, mającym poszerzyć aktualną ofertę przedsiębiorstwa, a nie produktem, jaki wkrótce prawdopodobnie zobaczymy w prawdziwych operacjach. Tym bardziej, że nadal znajduje się w fazie rozwoju, gdyż firma musi podjąć kroki, aby zabezpieczyć aspekty bezpieczeństwa i zapewnić klientom najwyższą jakość usług, przekładających się na tzw. spokój ducha i bezproblemowe rozwiązania przewozowe. Niezaprzeczalnie jednak jej wdrożenie wpłynie na branżę transportową. W miejscach takich jak porty i megacentra logistyczne zanotuje się znacznie większą precyzję dostaw oraz podwyższoną elastyczność i wydajność. Dzisiejsze operacje są bowiem często projektowane zgodnie ze standardowymi godzinami pracy w ciągu dnia, lecz takie narzędzie, jak Vera otwiera możliwość nieprzerwanej pracy przez całą dobę i optymalnego przepływu. To z kolei może zminimalizować nakłady magazynowe i podnieść ogólną produktywność. Te zmiany niewątpliwie wpłyną na społeczeństwo. Całodobowe operacje mogą oznaczać szybsze terminy dostaw produktów konsumenckich. Ponadto, ponieważ pojazdy są elektryczne, społeczeństwo może czerpać korzyści z mniejszego hałasu, zmniejszenia zatłoczenia dróg i emisji spalin.

Vera wpłynie też na kierowców, głównie tych obsługujących aplikacje, w których bez problemu może ich w zupełności zastąpić. Niemniej w ogólnym obrazie Szwedzi przewidują zwiększony popyt na wykwalifikowanych prowadzących, szczególnie że – wbrew pozorom – technologia napędza dobrobyt i rozwija społeczeństwo. Dlatego w wielu fabrykach wciąż wybrane części produkcji są wysoce zautomatyzowane, a inne nadal wymagają obsługi przez ludzi. Należy więc przypuszczać, że sektor transportowy będzie ewoluował w ten sam sposób. Przewiduje się, że zwiększony poziom automatyzacji wykaże sens przykładowo w wypadku powtarzających się zadań. To z kolei podniesie dobrobyt i podwyższy zapotrzebowanie na kierowców samochodów ciężarowych w innych zastosowaniach. Vera jest przy tym – a przynajmniej powinna być – w pełni bezpieczna w eksploatacji, gdyż wszystko zostało zaprojektowane tak, aby było bezpieczne, a zarazem koncern po-

dejmując wszelkie niezbędne środki ostrożności. Tworząc ją, zintegrowano wobec tego nowe technologie, zarówno w aucie, jak i w otaczającej go infrastrukturze, co wymaga wielu testów, aby zapewnić ich wspólną pracę. Volvo patrzy także na to, co jest potrzebne w zakresie infrastruktury, pojazdów i wieży kontrolnej. W efekcie pojazdy mają niższą prędkość roboczą oraz są wyposażone w wiele czujników, radarów i kamer. Rozpoczyna się od wolniejszej prędkości w jasno określonym obszarze, a następnie stopniowo zwiększa prędkość i buduje konieczną infrastrukturę. Dzięki temu zwiększa się pewność podążania bezpieczną ścieżką w kierunku automatyzacji. Na tym etapie, jako następny krok Vera, zakłada się operowanie nią na krótkich dystansach w powtarzalnych przepływach. Gdy przedsiębiorstwo zdobędzie więcej doświadczenia, może rozważyć rozszerzenie do innych aplikacji. Mimo to Vera nie ma być rozwiązaniem dla wszystkich i wszędzie. Jest to rozwiązanie elastyczne, dostosowywane w myśl podejścia „od użytkownika do użytkownika”, w zależności od jego indywidualnych, unikatowych potrzeb i wymagań.

W 2019 roku Vera weszła w skład zintegrowanego rozwiązania do przewozu ładunków z centrum logistycznego do terminalu portowego w Göteborgu, w Szwecji³. Zadanie to stanowi wynik współpracy nawiązanej pomiędzy Volvo Trucks i DFDS – operatorem działającym w branży transportu morskiego i logistyki. Cel tej współpracy polega na zastosowaniu Vera do wykonywania rzeczywistych zadań – tzn. zgodnie z potrzebami przemieszczania kontenerów z centrum logistycznego DFDS w Göteborgu do terminalu portowego. Powyższe umożliwi stworzenie połączonego z siecią systemu ciągłego przepływu ładunków pomiędzy tymi lokalizacjami i dalszej ich dystrybucji na całym świecie. Ten połączony z siecią system, składający się z kilku aut Vera monitorowanych przez wieżę kontrolną, będzie autonomiczny, ale na bieżąco nadzorowany przez operatora w wieży kontrolnej, odpowiadającego także za transport. Kwestia dotyczy umożliwienia płynnego i ciągłego przepływu ładunków, stanowiącego odpowiedź na potrzeby większej efektywności, elastyczności i zrównoważonego rozwoju. Rozwiązanie przygotowano do realizacji powtarzalnych przejazdów z prędkością do 40 km/h. W tym kontekście współpraca z DFDS to pierwszy krok na drodze do zastosowania Vera w rzeczywistych zadaniach transportowych, odbywających się na wcześniej wyznaczonych drogach publicznych w obszarze przemysłowym.

Zanim jednak autonomiczne rozwiązanie transportowe stanie się w pełni funkcjonalne, będzie nadal rozwijane pod względem technologicznym, zarządzania operacjami i adaptacji infrastruktury. Zostaną też podjęte konieczne środki ostrożności, aby spełnić społeczne wymagania dotyczące bezpiecznej drogi do transportu autonomicznego. Dlatego m.in. niezbędne dostosowania w sferze infrastruktury wchodzi w zakres implementacji całego systemu transportowego, włącznie z automatycznymi bramami na terminalach. Jednocześnie, w miarę gromadzenia doświadczeń przez Volvo Trucks, coraz bardziej możliwe staje się wykorzystanie Vera w podobnych

³ <https://www.volvotrucks.pl/pl-pl/news/press-releases/2019/jun/pressrelease-190613.html>

zastosowaniach, jako uzupełnienia obecnych rozwiązań transportowych. Transport autonomiczny o niskim poziomie hałasu i braku emisji spalin w przyszłości odegra mianowicie ważną rolę w logistyce i będzie korzystny zarówno dla przedsiębiorstw, jak i dla społeczeństwa. Testy już się rozpoczęły i takie rozwiązanie podmiot zamierza wdrożyć w najbliższych latach. W rezultacie współpraca z DFDS stanowi ważny początek i przyczynę do stymulowania dalszego postępu w tej dziedzinie.

Poza tym, chociaż Volvo Trucks i DFDS są głównymi partnerami, to w przeprowadzeniu pierwszego zadania Very uczestniczą również inne zainteresowane strony – inicjatywa ta jest realizowana w ramach strategicznego programu FFI poświęconego badaniu pojazdów i innowacjom, przy wsparciu szwedzkiej agencji ds. innowacji Vinnova, szwedzkiego Urzędu Transportowego i szwedzkiej Agencji ds. Energii.

3.2. Scania NXT

Pojazd koncepcyjny Scania NXT⁴ miał swoją premierę na Światowym Szczycie Transportu Publicznego – UITP Global Public Transport Summit, odbywającym się od 10 do 12 czerwca 2019 roku w Sztokholmie. Stanowi on – podkreślmy – dzisiejszą wizję przyszłości transportu miejskiego. Dlatego został zaprojektowany jako prototyp do testowania i oceny, ale także do wystawienia opinii na temat tej koncepcji – powstał z myślą o celach na 2030 rok i kolejne lata. Odzwierciedla więc wizję przyszłości transportu w miastach, w tym nowego poziomu tego transportu. Jednocześnie zawiera i wykorzystuje kilka nowatorskich funkcji, już dzisiaj dostępnych, chociaż wybrane z wdrożonych w nim technologii służących spełnieniu postawionych wymagań nie są jeszcze w pełni rozwinięte. Jednak dla Scanii ważne stało się samo zbudowanie wariantu koncepcyjnego, aby w widoczny i techniczny sposób można było pokazać pomysły, których realizacja leży w zasięgu ręki. W związku z tym w ramach tego projektu koncern zgromadził ekspertów i dokonał wielu wyborów, które doprowadziły go do idei, jak może się kształtować przyszłość przewozów miejskich. Szczególnie, że z NXT zrobiono ogromny skok w przyszłość. Ten model dostarczy nieocenionych namacalnych danych, zapewniając dostęp do realnych informacji bezcennych w dalszym rozwoju zelektryfikowanych i elektrycznych pojazdów autonomicznych.

Generalnie w przypadku NXT kluczową rolę odgrywają składowe wdrożeniowo-aplikacyjne. Przede wszystkim w koncepcie tym wiele funkcji przygotowano z myślą o przyszłym pokoleniu, już zapewne zawsze funkcjonującym w środowisku sieciowym – środowisku *online*. Życie kolejnych generacji będzie zatem ściśle powiązane z technologią i w tym kontekście NXT wychodzi naprzeciw tym potrzebom

⁴ <https://www.scania.com/group/en/how-nxt-communicates-with-passengers-and-those-around-it>; <https://www.scania.com/group/en/taking-urban-transport-to-the-nxt-level-a-new-concept-from-scania-2>; J. Brach, *Pojazd koncepcyjny firmy Scania reprezentuje wizję przyszłości*, Ciężarówka i Autobusy, 2019, nr 7-8, s. 20-23.

jutra w zakresie współdzielonej i elastycznej miejskiej mobilności towarowo-osobowej. Został więc przygotowany, aby zaspokoić potrzeby przyszłego – usiecionego, proekologicznego, dynamicznie funkcjonującego, tętniącego życiem inteligentnego miasta. Zarazem ideą od samego początku było zaoferowanie jednego pojazdu, który spełniałby wszystkie wymagania takiego miasta, z jednoczesnym uwzględnieniem różnych przepisów i wymogów dotyczących przewozu ładunków i ludzi. W związku z tym NXT stanowi koncepcję zupełnie nowej bazowej platformy, pozwalającej budować i konfigurować pojazdy do różnych celów – powstałe z myślą o szybkiej regulacji zastosowaniowej, aby sprostać różnym ewoluującym i wciąż jeszcze nieokreślonym i niesprecyzowanym pragnieniom i wyzwaniom. Nastąpiło tu wyjście z założenia, że pojazd wdrażany dzisiaj przygotowano wczoraj na potrzeby co najwyżej jutra. Natomiast NXT, mimo że wywodzi się z przeszłości, nawet jutro ma odpowiadać na wyzwania dopiero co kreującej się przyszłości. Dlatego występuje tu modułowa platforma podwoziowa, elastyczna w przyszłych zastosowaniach, gdyż funkcjonalnie NXT składa się z dwóch zasadniczych elementów:

- zmodularyzowanej, w układzie komponentowym maksymalnie wystandaryzowanej podstawy podwoziowej, z pełnym układem napędowym i magazynem – modułem akumulatorów. Co ważne, w zależności od konkretnych potrzeb, można wprowadzać silniki elektryczne w różnej liczbie i o różnej mocy oraz różną liczbę akumulatorów;
- modułowego, znormalizowanego wymiarowo w sferze punktów mocowania, w pełni wymiennego nadwozia. Nadwozie to może być o odmiennym przeznaczeniu – mieć charakter nadwozia towarowego lub osobowego.

W układzie konstrukcyjnym inżynierowie zaprojektowali więc modułową koncepcję na 2030 rok – swoją wizję dotyczącą przyszłości transportu w miastach. Tym, co wyróżnia ten kreatywny wariant, jest wprowadzenie (wdrożenie) oddzielnych modułów napędowych, kontrolujących i sterujących pojazdem, oraz modułów funkcjonalnych, mogących służyć do różnych zastosowań. Oparto się zatem na wymiennych modułach funkcjonalnych – przednie i tylne moduły napędowe mogą być montowane pod nadwoziem autobusu, nadwoziem dystrybucyjnym lub śmieciarką, czyli da się je dopasować do potrzeb autobusu, samochodu bądź wersji specjalnej. W efekcie ten samobieżny – autonomiczny model elektryczny łatwo może zmienić swój użytkowy kształt z autobusu na odmianę dystrybucyjną bądź zbierającą odpady. Zarazem warto podkreślić, że sama koncepcja wykorzystania tego samego podwozia do samochodów i autobusów nie zalicza się do nowych, przez dziesięciolecia bowiem autobusy bazowały na ramowych podwoziach samochodów. Sytuacja w tej sferze, w związku z postępowaniem technicznym, uległa zmianom dopiero po drugiej wojnie światowej, gdy stopniowo – choć początkowo niezwykle powoli – zaczęły zyskiwać na znaczeniu autobusowe nadwozia samonośne. *De facto* więc, co ciekawe, obecnie (stan na rok 2022) nastąpił pewien powrót do przeszłości – oto ponownie samochody i autobusy opierają się na tych samych podwoziach, aczkolwiek oczywiście zupełnie innego rodzaju.

W układzie aplikacyjnym NXT oznacza wobec tego przeniesienie transportu miejskiego i w miastach na inny, wyższy poziom. Ten premierowy, autonomiczny – samobieżny model koncepcyjny o napędzie elektrycznym z zasilaniem akumulatorowym, oparty na bardzo zaawansowanym konstrukcyjnym systemie modułowym, może zmieniać kształt w zależności od zadań wykonywanych w przestrzeni miejskiej. W różnych warunkach środowiska miejskiego może więc służyć do różnych prac. Zaprojektowano go z myślą o elastyczności w przestawianiu się z transportu osobowego na towarowy i odwrotnie, czyli aby możliwe było jego zróżnicowane i optymalne zasobowo wykorzystanie zarówno do obsługi ruchu pasażerskiego w godzinach porannych i wieczornych – przewozu osób do pracy rano i wieczorem, jak i do dostaw ładunków w ciągu dnia, a w nocy – do zbierania odpadów albo do realizowania dostaw paczek. Wskutek tego NXT reprezentuje wizję i koncepcję elastycznego, dualistycznego w zastosowaniu środka transportu, w oparciu o jedno wystandaryzowane i zmodularyzowane podwozie oraz wymienne modułowe nadwozia o odmiennym przeznaczeniu, mogącego spełniać szereg funkcji w przewozach zarówno towarowych, jak i pasażerskich. Zasadniczymi zaletami użytkowymi tej koncepcji są zatem:

- wielofunkcyjne narzędzie przemieszczeniowe – wielofunkcyjna platforma mogąca wykonywać różne rodzaje przewozów – jednolita platforma podwoziowa i wymienne moduły nadwoziowe,
- lepsze wykorzystanie pojazdów – modułów podwoziowych,
- lepsze wykorzystanie infrastruktury,
- mniejsze zatłoczenie na drogach,
- lepsze wykorzystanie nadwozi, gdy nie są przemieszczane; wówczas towarowe mogą pełnić funkcje stacjonarnych mobilnych automatów paczkowych, magazynów czy hubów przeładunkowych, a osobowe – pasażerskie mogą występować w roli nocnych hoteli, miniklubów, foodtrucków, minikawiarni itd.,
- sposobność dojścia do poziomu w pełni efektywnego czasowo – 24 godziny na dobę i 7 dni w tygodniu – spożytkowania możliwości jazdy podwozi i gromadzenia ładunków/skupiania ludzi przez nadwozia,
- dążenie do redukcji wszelkich strat zasobowych we wszystkich obsługiwanych łańcuchach logistycznych oraz przy realizacji przewozów pasażerskich; do tego multifunkcjonalność oznacza możliwość redukcji strat zasobowych przy połączeniu obsługi ludzi i towarów/ładunków.

Generalnie zatem takie pojazdy będą odgrywać ważną rolę we wprowadzaniu i osiąganiu realnych zmian w ekosystemie transportowym. Kwestia dotyczy m.in. tego, że stale rosnące znaczenie odnotowywać będą współużytkowanie – udostępnianie i większa elastyczność. Dlatego, ponieważ transport przyszłości oznacza współużytkowanie – dzielenie się, obecne przemieszczanie należy przenieść na wyższy poziom. Ten transport przyszłości będzie w takim razie oznaczał wyższy stopień automatyzacji. Przy takim wyższym stopniu automatyzacji łatwiej będzie m.in. wprowadzić większą elastyczność w przewozach oraz eliminować wszelkie

straty zasobowe pojawiające się w całym systemie transportu ludzi i ładunków. To jest coś nowego i zupełnie innego, coś, u podstaw czego leżą elastyczna konstrukcja i modułowe jednostki.

Potrzeby bytowe i przemieszczeniowe mieszkańców mają zatem zupełnie zaspokajać: niewielka liczba podwozi, znajdujących się w ruchu przez 24 godziny i 7 dni w tygodniu, oraz odpowiednia liczba wielorakich zabudów, służących do wykonywania odmiennych zadań, w zależności od stałych bądź doraźnych potrzeb. W ramach miasta o wiele więcej musi być zatem robione na miejscu – w samym mieście, w oparciu o ograniczoną liczbę pojazdów. Niemniej, dzięki wzrostowi zakresu i czasu swojego wykorzystania, ta ograniczona liczba pojazdów ma w przyszłości tak samo zaspokajać potrzeby mobilności osobowej i towarowej, jak większa liczba nie zawsze w pełni skutecznie i efektywnie zaspokaja dzisiaj. Wymagany jest m.in. znaczący rozwój infrastruktury, aby można było odpowiadać na wymogi użytkowników pojazdów zarówno zelektryfikowanych, jak i autonomicznych. Ten rozwój powinien dotyczyć nie tylko składowych liniowych, ale i liniowo-punktowych, takich jak stacje szybkiego ładowania wraz z koniecznym usieciowieniem czy jednolite systemy nadzoru i kontroli. Szczególnie, że przepływ osób i ładunków w miastach przez 24 godziny na dobę i przez 7 dni w tygodniu musi być spójnie i łącznie rozwiązywany, a nie planowany w sposób rozbieżny – w logiczny sposób należy więc zająć się zagadnieniem całodobowego przemieszczania osób i towarów w miastach, traktując je nie jako odrębne byty, lecz jako składowe współistniejące ze sobą i wzajemnie się przenikające. Sprawa dotyczy korzystania z tej samej infrastruktury czy generowania wzmożonego ruchu w tych samych bądź zbliżonych porach. To z kolei wymaga wprowadzenia centralnie realizowanej i nadzorowanej pełnej integracji wszelkich działań w tym obszarze. Tym bardziej, że transport komercyjny pod wieloma względami stanowi o tzw. pulsie – tempie życia miasta i kreuje go. W ten sposób z jednej strony ludzie docierają do pracy lub szkoły czy na zakupy, z drugiej żywność i wybrane produkty trafiają do sklepów i restauracji, leki są dostarczane do aptek i szpitali, a materiały na budowę. Ważne pozostaje też, jak zbiera się i usuwa odpady. Tymczasem wciąż (stan na rok 2022) przepływy w miastach są dalekie od optymalizacji, gdyż zwykle ładunki są dostarczane w godzinach porannego szczytu, kiedy większość ludzi jest również uczestnikami tego ruchu. Taki stan rzeczy wynika m.in. z faktu, że na ogół transport handlowy w centrach miast bywa zakazany w nocy – w porze ciszy nocnej, kiedy mieszkańcy śpią. Jednocześnie żaden dostawca taboru w pojedynkę nie może przebudować całego systemu transportowego dla miast. Niemniej może sam zainspirować te zmiany i zachęcić do nich innych. I na tym właśnie polega pomysł NXT: myśleć o transporcie i pojazdach w kompletnie odmienny – nowy oraz zrównoważony sposób.

3.3. T-Pod Einride

Trzecim z samochodów ciężarowych Poziomu 4.0 jest model T-Pod – Einride Pod⁵. Jego wytwórca – Einride AB to start-up, firma technologiczna związana z biznesem transportowym, z siedzibą w Sztokholmie w Szwecji. Została założona w 2016 roku przez Roberta Falcka, Filipa Lilję i Linnéa Korneheda. Jej nazwa nawiązuje do nordyckiego boga piorunów i błyskawic – Thora i oznacza „samotnego jeźdźcę”. Opracowuje ona zrównoważony system transportu oparty na samojezdnym samochodach elektrycznych, projektuje mianowicie i produkuje pojazdy elektryczne i samobieżne – autonomiczne. Wiosną 2017 roku wprowadziła swój pojazd transportowy Einride Pod, czyli elektryczny samochód w ogóle pozbawiony kabiny. Pierwszy pełnowymiarowy prototyp tak zwanego T-Pod pokazano 4 lipca 2017 roku podczas Almedalen Week w Visby w Szwecji. Także w 2017 roku Einride ogłosiło nawiązanie współpracy z Lidlem, a w 2018 roku z wiodącym operatorem logistycznym – globalnym dostawcą logistyki DB Schenker. Einride i DB Schenker zawarli umowę handlową w kwietniu 2018 roku. Obejmuje ona pilotaż w Jönköping i opcję dla dodatkowych autonomicznych samochodów na arenie międzynarodowej. Natomiast 12 lipca 2018 roku, podczas Goodwood Festival of Speed, Einride przedstawił tzw. samobieżny pojemnik na drewno, będący autonomiczną i całkowicie elektryczną wersją do przewozu drewna. Do tego 5 listopada 2018 roku podmiot i DB Schenker zainicjowali pierwszy system – instalację autonomicznego, całkowicie elektrycznego T-Pod. Początkowo wszedł on do eksploatacji w obiekcie DB Schenker – magazynie położonym w Jönköping w środkowej Szwecji. Była to pierwsza tego rodzaju komercyjna instalacja na świecie.

Podczas tych jazd próbnych auto przemieszczało m.in. palety. Jazdy te pozwoliły na zebranie pierwszych doświadczeń dotyczących poprawności funkcjonowania systemu, w tym sprawdzenia działania tzw. pilota oraz ogólnie zapoznania się z tą innowacyjną technologią. Niedługo potem, bo 7 marca, szwedzka agencja transportowa stwierdziła, że T-Pod jest w stanie działać zgodnie ze szwedzkimi przepisami ruchu drogowego. 11 marca agencja ta zatwierdziła więc wniosek Einride o rozszerzenie

⁵ <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-1,39062,1>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-2,39064,1>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-3,39066,1>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-4,39068,1>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-5,39129,1>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-6,39131,1>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-7,39133,1>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-8,39135,1>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-9,39334,1>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-10,39357,1>

pilotażu na drogę publiczną. Zezwolenie dotyczyło niewielkiej odległości na drodze publicznej w strefie przemysłowej – między magazynem a terminalem towarowym, gdzie prędkość ruchu pozostaje zazwyczaj mała, i było ważne do 31 grudnia 2020 roku. Na tej podstawie, mając pozwolenie na krótkie przejazdy między magazynem a terminalem po drodze publicznej w strefie przemysłowej w Jönköping, już w maju 2019 roku kapsuła Einride rozpoczęła codzienne jazdy po zwykłych ulicach, stając się pierwszym komercyjnym rozwiązaniem tego rodzaju. Sama oficjalna inauguracja przedsięwzięcia odbyła się 15 maja 2019 roku w obiekcie DB Schenker w Jönköping, czyli tam, gdzie prowadzono pierwsze testy i gdzie trwać będą dalsze próby. Przy tym w trakcie wykonywania tych operacji dozwolona jest prędkość do 5 km/h.

Pierwotna trasa łączyła dwa obiekty oddalone od siebie o zaledwie 300 m (całkowita odległość), z czego około 100 m przypada na drogę publiczną. Do tego na pokonywanej trasie znajduje się pięć zakrętów. Dziennie T-Pod miał wykonać kilka takich kursów. Ta limitowana efektywność wynikała właśnie z bardzo ograniczonej narzuconej prędkości maksymalnej. Zagadnienie – co rozumiałe – dotyczyło tego, aby w sytuacji ewentualnych zdarzeń drogowych pojazd nie wyrządził większych szkód. Przy tym chociaż dystans nie był duży, był to jednak pierwszy krok mogący zrewolucjonizować część branży. Ważne pozostaje, aby postępować powoli. Jest to okazja do zdobycia wiedzy na temat nowych technologii i ruch w kierunku przejścia do zrównoważonego systemu transportu. Elektryfikacja i automatyzacja to zdecydowanie przyszłość i nowy kierunek rozwoju technologicznego, niosący nowe możliwości i wyzwania. Kolejnym krokiem może być wypróbowanie T-Poda na większej odległości, np. między terminalami w Jönköping i Borås. Daje to okazję do optymalizacji wewnętrznej logistyki DB Schenker między jego filiami w całej Szwecji. Im więcej punktów można bowiem w ten sposób połączyć, tym bardziej zwiększa się wydajność całego systemu.

Tym samym nowe, bezpieczne, wydajne i zrównoważone rozwiązanie transportowe oparte na autonomicznych pojazdach elektrycznych może potencjalnie zmniejszyć emisję CO₂ przez drogowy transport towarowy nawet o 90%. Co więcej, parafrazując pewne znane stwierdzenie, można rzec, że chociaż tylko część i tak krótkiej trasy jest pokonywana po drodze publicznej, nawet jeśli znajduje się ona w strefie przemysłowej, Einride robi jeden mały krok dla samochodu ciężarowego, ale zarazem jeden gigantyczny (ogromny) skok dla pojazdów w pełni autonomicznych.

A zatem na początku lat 20. obecnego wieku istnieje możliwość wykorzystania auta w ruchu między terminalami DB Schenker a magazynami w kraju, w których personel ładuje pojazd z jednej strony, a rozładowuje z drugiej, to znaczy między znanymi punktami załadunku i rozładunku. W takich realiach podstawowe zastosowania, przynajmniej w krótkim okresie, dotyczą mniej skomplikowanych warunków drogowych, czyli nie takich, jak autostrady czy drogi z intensywnym ruchem z przeciwnego kierunku. Zarazem zakłada się, że udane działanie pozwoli stopniowo ulepszać system i rozszerzać go pod względem powierzchni, prędkości oraz za-

sięgu działania. W związku z tym w przyszłości T-Pod ma być też przygotowany do pokonywania tras między Göteborgiem a Helsingborgiem.

W układzie konstrukcyjnym T-Pod powstał całkowicie od podstaw, od razu jako wariant w pełni autonomiczny, pozbawiony w ogóle kabiny kierowcy, z w pełni elektrycznym układem napędowym oraz dopasowany do eksploatacji w środowisku sieciowym. W zdecydowanym stopniu wpłynęło to na wygląd i zasadnicze funkcje tego autonomicznego transportera. Przede wszystkim rezygnacja z kabiny i tym samym z kierowcy oznacza:

- redukcję czasu i nakładów na prace badawczo-rozwojowe – projekt może być przygotowany szybciej i po zdecydowanie niższym koszcie, następuje skupienie wyłącznie na układzie napędowym, podwoziu i zabudowie, bez konieczności poświęcania jakichkolwiek nakładów na przygotowanie środowiska pracy kierowcy;
- nadanie od razu kształtów zoptymalizowanych pod kątem zadań przewidzianych do wykonywania, a nie uwzględnianie potrzeb prowadzącego, co nie wyklucza pewnych elementów ciekawych stylistycznie;
- w porównaniu z tradycyjnym – kabinowym odpowiednikiem o danej długości powierzchni ładunkowej – wystąpienie dwóch pozytywnych powiązanych zjawisk:
 - skrócenie długości całego pojazdu *de facto* do długości jedynie standardowej/zastosowanej powierzchni ładunkowej ewentualnie wydłużenie powierzchni ładunkowej do wartości dowolnej, ale nieprzekraczającej wartości długości całkowitej dopuszczonej przez prawo. W modelu klasycznym wartość ta obejmuje zarówno kabinę, jak i przestrzeń ładunkową, podczas gdy w T-Pod wyłącznie przestrzeń ładunkową;
 - wyraźny spadek masy własnej, co przy zadanej dopuszczalnej masie całkowitej oznacza – przy danej masie i pojemności akumulatorów – wzrost ładowności użytecznej bądź przy danej ładowności użytecznej wzrost liczby akumulatorów, skutkujący wzrostem zasięgu. Ponieważ akumulatory są dobierane w moduły – pakiety, w zależności od chwilowych potrzeb, w tej materii istnieje możliwość elastycznego dopasowywania ich liczby do konkretnych wymagań – gdy liczyć się będzie wysoka ładowność, a znaczenie zasięgu będzie drugorzędne, zmniejszy się liczbę (modułów) baterii, gdy z kolei, przeciwnie, zasięg będzie odgrywał kluczową rolę, wówczas dojdzie do wzrostu liczby i masy baterii kosztem ładowności użytecznej.

Generalnie zatem rezygnacja z kabiny oznacza mniejszy pojazd, zwiększoną ładowność oraz większą elastyczność eksploatacyjną. Do tego dochodzą wbrew pozorom większe bezpieczeństwo oraz niższe koszty operacyjne i zoptymalizowane zużycie energii. Wyższe bezpieczeństwo stanowi pochodną z jednej strony braku konieczności przygotowywania pojazdu pod kątem bezpieczeństwa osoby go prowadzącej, z drugiej następstwo faktu, że większość zdarzających się dzisiaj wypadków drogowych bywa spowodowana czynnikiem ludzkim. T-Pod dostał zaś komplek-

sowe systemy bezpieczeństwa, mające zapobiegać nieprzewidzianym zdarzeniom, chociaż nie można być aż tak naiwnym, aby myśleć, iż do jakichś niespodziewanych niebezpiecznych sytuacji w ogóle nie dojdzie. Następną kluczową zaletą – niższe koszty operacyjne, wynikłe tylko z braku kabiny kierowcy, według szacunków przyczynić się mogą do redukcji kosztów operacyjnych transportu drogowego o około 60% w porównaniu z autem z kierowcą i napędzanym przez silnik wysokoprężny. Natomiast zoptymalizowane zużycie energii powoduje, że T-Pod może być zasilany wyłącznie z akumulatorów.

Warto tu wskazać, że pewne oszczędności energii wynikają z braku kabiny i kierowcy na pokładzie – odpada m.in. konieczność zasilania oświetlenia wewnętrznego, wyświetlaczy, pokładowego systemu audio czy wreszcie systemów klimatyzacji i ogrzewania. Oczywiście, ich udział w konsumpcji energii na pokładzie zalicza się do mniejszych niż w odniesieniu do typowego auta osobowego, lecz zawsze występuje. A mniejsze zużycie w operacjach kabinowych oznacza większy zasięg, nawet jeśli kwestia dotyczy kilku kilometrów.

Wskutek tego T-Pod cechuje się przede wszystkim niebanalnym wzornictwem. Tym bardziej, że do jego budowy, w tym do zrobienia poszycia zewnętrznego, szeroko wykorzystano tworzywa sztuczne, którym dzisiaj można nadawać zróżnicowane kształty. W tym przypadku twórcy postawili na formę przypominającą hełm szturmowca Star Wars. Funkcjonalnie auto przygotowano natomiast do samodzielnego – w pełni autonomicznego poruszania się na poziomie 4 SEA. Podczas jazdy działa więc autonomicznie, w oparciu o radary, lidary i kamery. Łączność bazuje na sieci internetowej 5G, a systemem operacyjnym kontrolującym pojazd jest platforma AI Nvidia Drive, przeznaczona do przetwarzania danych wizualnych w czasie rzeczywistym. Zawiera ona dane pochodzące zarówno z systemów detekcji środowiska i planowania tras, informacje o ruchu drogowym pozyskane dzięki kamerom, radarom i trójwspółrzędnym lidarom, jak i dane o klientach. Przy tym samochód automatycznie dostosowuje swój kurs tak, aby zminimalizować zużycie baterii – na w pełni naładowanych akumulatorach zasięg dochodzi do 200 km. Poza tym centralnie zintegrowany i nadzorowany system służy do bieżącej kontroli każdego ruchu auta nie tylko co do kierunku, ale i co do prędkości. W rozwiązaniu Einride autonomiczne, całkowicie elektryczne pojazdy są bowiem stale koordynowane przez inteligentny system operacyjny służący do transportu drogowego ładunków. Niemniej, w razie potrzeby, istnieje opcja zdalnego sterowania – zdalnej obsługi za pomocą połączenia 5G przez operatora. Pozwala ona kierowcom monitorować wiele pojazdów i zdalnie sterować nimi w trudnych sytuacjach na drodze. Operator siedzący w odległości nawet wielu kilometrów może nadzorować i kontrolować do 10 pojazdów jednocześnie. Jednak opóźniało się wdrażanie samej technologii 5G, niezbędnej do sieciowości. Dlatego dla T-Pod Einride Ericsson i Telia musieli zbudować dwie nowe wieże.

Na początek przedstawiono dwie wersje, obie 3-osiowe, o dopuszczalnej masie całkowitej wraz z ładunkiem 26 000 kg, zasięgu na jednym ładowaniu – przy cał-

kowicie naładowanych akumulatorach – 200 km (124 mil) i prędkości maksymalnej – ograniczonej elektronicznie – do 85 km/h (53 mph). Pierwsza to tzw. wariant logistyczny, podpaletowy, podkontenerowy (pod nadwozia wymienne), zbudowany głównie do pracy w centrach logistycznych, portach i innych terminalach przeładunkowych. Jego zasadniczymi wyznacznikami są: powierzchnia ładunkowa na 15 europalet, ładowność aż 20 000 kg, czyli powyżej wartości typowej dla 3-osioowych, tradycyjnych odpowiedników, pojemność baterii 200 kWh i wymiary około 7×2,5 m. Drugą odmianę skompletowano z kolei do pracy w jakże popularnych w Szwecji tartakach, gdzie ma przewozić kłody drewna czy posortowaną i spakowaną tarcicę. Charakteryzują ją: ładowność 16 000 kg, pojemność baterii 300 kWh i wymiary około 7,3×2,5 m. Co równie ważne, pomimo wdrożenia zaawansowanych technologii, udało się zachować cenę na poziomie wybitnie akceptowalnym przez rynek. W 2020 roku pojawiła się kwota około 500 000 PLN, czyli 115 000 EUR, a więc całkiem atrakcyjna.

Oprócz Schenker⁶ Einride pozyskał zamówienia od znanej niemieckiej sieci handlowej Lidl, szwedzkiej firmy kurierskiej Svenska Retursystem oraz pięciu firm detalicznych z listy Fortune 500, co stanowiło podstawę ambicji uruchomienia 200 pojazdów do końca 2020 roku. Do tego doszła Grupa Michelin⁷, zamierzająca wdrożyć system zrównoważonego transportu od Einride. Jego operacje komercyjne miały rozpocząć się jeszcze w 2020 roku, początkowo wraz z rozmieszczeniem T-Pod w lokalizacjach Michelin we Francji. W tym kontekście globalny gracz świadczący usługi i oferujący produkty w zakresie opon i mobilności zwraca uwagę, że drogowy transport towarowy odpowiada za około 7% globalnej emisji CO₂, a zrównoważona mobilność stanowi kluczowy cel Grupy. Aby go osiągnąć, koncern zdecydował się więc na wdrożenie autonomicznego elektrycznego systemu transportu (AET) Einride. Ta nowa inicjatywa została zapoczątkowana przez Dział Łańcucha Dostaw Grupy Michelin, będąc częścią jej działań na rzecz bardziej innowacyjnej i zrównoważonej mobilności ładunków.

Partnerstwo między Einride i Michelin rozpoczęło się od komercyjnego wdrożenia w 2020 roku rozwiązania Einride w zakładach Michelin w mieście Clermont-Ferrand we Francji. Wprowadzenie, które obejmie digitalizację wybranych przeływów transportowych na platformie Einride, zajdzie w dwóch głównych fazach:

- wewnątrz ogrodzonego terenu: transport ładunków w jednym z obiektów Michelin w Clermont-Ferrand,
- na drodze publicznej: transport ładunków między różnymi lokalizacjami Michelin w mieście, jednak prowadzenie autonomicznego pojazdu elektrycznego na drodze publicznej wymaga koniecznej zgody władz francuskich.

⁶ <https://www.einride.tech/press/db-schenker-and-einride-launch-first-commercial-installation-of-an-einride-pod>

⁷ <https://www.einride.tech/press/michelin-group-to-implement-sustainable-transport-system-from-einride>

Poza tym w 2020 roku Einride zamierzało złożyć wniosek o więcej zezwoleń na poruszanie się po drogach publicznych oraz planowało ekspansję w Stanach Zjednoczonych. Plany należały zatem do niezwykle ambitnych. W tym kontekście firma stale prowadzi partnerskie rozmowy z głównymi dostawcami, aby pomóc zwiększyć skalę wytwarzania i dostarczać zamówienia. Nie można też wykluczyć przyszłych powiązań z dużymi wytwórcami samochodów ciężarowych.

W komercjalizacji autonomicznej technologii na drogach Einride – będąc pierwszą firmą programową i operacyjną – uważa, że partnerstwo z firmą produkcyjną stanowi dla niego coś, co postrzega jako klucz do rozwoju. Szczególnie że punktem zerowym dla pojazdów autonomicznych są Stany Zjednoczone. To w tym kraju, jako pierwszym, dzięki zmianom w prawie pojawi się rynek na tego rodzaju tabor na skalę gwarantującą opłacalność wdrażania takich przedsięwzięć.

3.4. MAN CitE⁸

MAN CitE to egzemplarz studyjny, jawiący się jako koncepcja przyszłościowego, miejskiego samochodu z napędem jedynie elektrycznym, wskazującego na kierunki rozwoju w transporcie dostawczym na obszarach mocno zurbanizowanych. Jego przygotowanie stanowi wyraźną odpowiedź koncernu na to, jak postrzega miejską logistykę przyszłości za kilka, kilkanaście lat. W tym kontekście eTGM powstał w odpowiedzi na potrzeby i wymagania dnia dzisiejszego w tej sferze. W CitE wzięto natomiast pod uwagę pewne przewidywania i wskazówki odnośnie do dnia jutrzejszego. Przede wszystkim założono, że przewozy drogowe w mieście dla niemal wszystkich zaangażowanych w nie stron są i będą stanowić coraz większe wyzwanie. Do 2050 roku liczba mieszkańców miast na całym świecie wzrośnie o około 50%. Taka tendencja wiąże się głównie ze wzmożonym przewozem dystrybucyjnym, wywozem odpadów i dostawami w ramach tzw. ostatniej mili, powodującymi hałas, korki oraz emisję spalin. Efektem tego są coraz bardziej zaostrzone przepisy i ustawy. Dlatego dostawcy usług transportowych i zaopatrzeniowych muszą powyższe uwzględnić w procesach roboczych w swoich firmach, a równocześnie być w stanie sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu na przemieszczanie. Stawia się tu jednak dość kluczowe pytania: W jaki sposób dostarczyć towary do sklepów w mieście mimo surowych ograniczeń w zakresie emisji hałasu i spalin? Jak skutecznie i efektywnie realizować dostawy w ramach tzw. logistyki ostatniej mili, przy: stale rosnącej liczbie przesyłek, wzroście wymagań jakościowych co do m.in. pewności, punktualności i bezpieczeństwa dostaw, nasilających się obostrzeniach i utrudnieniach w ruchu, braku wykwalifikowanych kierowców, problemach z komunikacją z odbiorcami w celu unikania ponownego przekazania? W jaki sposób zapobiegać wypadkom i szkodom w wyniku kolizji, powstającym wskutek coraz większego na-

⁸ Materiały prasowe MAN na targi IAA, 2018.

teżenia ruchu drogowego w miastach? Co może ułatwić codzienną pracę kierowcy, który, realizując zadanie, musi kilkadziesiąt razy wsiadać do samochodu i z niego wysiadać?

MAN daje odpowiedzi na te pytania w postaci modelu CitE dla ciężkiej dystrybucji. To coś więcej niż koncepcja pojazdu – to odpowiedź na wymagania świata miejskiego transportu ładunków. CitE to mianowicie nie tylko zupełnie nowa koncepcja auta, w którym zastosowano wiele innowacyjnych pomysłów, odbiegających od dotychczasowych standardów. Na etapie jego powstawania sami projektanci przecierali nieznaną dotąd szlaki. Początkowo zdawało się bowiem, że wymagania projektu są niemożliwe do realizacji: w okresie krótszym niż dwa lata miała powstać całkowicie nowa i kompletnie dostosowana do wymagań ruchu dystrybucyjnego w mieście odmiana z napędem elektrycznym – na taki projekt, od pierwszego szkicu po prezentację gotowego wyrobu, zwykle potrzeba około pięciu lat. Zespół projektowy szybko sobie uzmysłowił, że tak krótkiego terminu można dotrzymać tylko pod warunkiem wdrożenia nowatorskich metod organizacji pracy. Wyjście znaleziono w dziale projektowania oprogramowania, gdzie obowiązują porównywalnie krótkie cykle kreacji produktów. Sprawne techniki pracy to przy tym klucz do elastycznego kierowania projektami kompleksowymi, utrzymania wymogów biurokratycznych na minimalnym poziomie i tworzenia jak najmniejszej liczby sztywnych reguł. W oparciu o taki fundament dobrano zespół złożony ze specjalistów z różnych dziedzin, który dzięki zastosowaniu sprawdzonej metody Scrum zorganizował pracę w sposób elastyczny i dynamiczny. Regularne ewaluacje ze wszystkimi uczestnikami przedsięwzięcia wyraźnie wpłynęły na przyspieszenie procesów decyzyjnych. Za pomocą tej sprawnej metody udało się zatem zrealizować program – pojazd został opracowany od zera w ciągu zaledwie 18 miesięcy. Sukces ten stanowi następstwo nadzwyczajnych starań zmotywowanego do pracy zespołu.

Za podstawowe cele przy opracowywaniu tego koncepcyjnego *novum* przyjęto:

- poprawę warunków pracy kierowcy w dystrybucji, w tym przy uwzględnieniu konieczności wielokrotnego wsiadania i wysiadania w ciągu dnia,
- wzrost bezpieczeństwa jazdy na zatłoczonych ulicach, przy natężonym ruchu, częstej interakcji z innymi użytkownikami drogi, rowerzystami i pieszymi,
- zerową emisję substancji szkodliwych oraz ograniczoną hałaśliwość,
- redukcję całkowitego kosztu posiadania i dysponowania (TCO),
- ułatwiony montaż standardowych zabudów – w tym podejściu kluczową innowacją stanowi fakt, że CitE nie ma stałego, jemu wyłącznie przypisanego nadwozia powstającego wraz z nim, ale może służyć jako elastyczna baza – w granicach ograniczeń technicznych – dla innych nadwozi, nadających się do integracji z nim przy uwzględnieniu mas, wymiarów, rozkładu nacisków oraz punktów mocowania.

Stylistycznie CitE prezentuje się na wskroś nowocześnie, ale nie agresywnie czy nachalnie. Jego wygląd pozostaje raczej nawet dość stonowany, bardziej podporządkowany potrzebom i wymaganiom typowo użytkowym, niż naznaczony wizualnymi

fajerwerkami, może prezentującymi się nieźle, lecz ze względów eksploatacyjnych kompletnie zbędnymi. Ogólnie zwraca uwagę znaczne przeszklenie kabiny – potężnych rozmiarów szyba przednia, wąskie pionowe szyby za drzwiami oraz prawie całkowicie przeszklone drzwi po prawej stronie. Do tego kabina ma dość dużą – wysoką, wznoszącą się nadbudówkę dachową z mocno ściętymi przodem i bokami oraz łagodnie przechodzącą w górny spoiler dachowy, z kolei boki na dole między osiami są oczywiście kompletnie obudowane – ospojlerowane i zaopatrzone w czarne panele z otworami wlotów powietrza do chłodzenia modułu akumulatorów.

Pod względem pozycjonowania CitE to miejska ciężarówka dystrybucyjna z napędem w pełni elektrycznym, należąca do klasy tonażowej średniej, gdyż cechująca się dopuszczalną masą całkowitą 14 000-15 000 kg. Ideowo zaś ten projekt stanowi całkowicie nową koncepcję, wyrażoną poprzez połączenie wielu nowatorskich pomysłów i kreatywnych rozwiązań oraz występującą jako kompletna, konsekwentnie zaprojektowana propozycja przygotowana na potrzeby ruchu dystrybucyjnego w śródmieściu i ogólnie w transporcie dostawczym na obszarach aglomeracyjnych. Co więcej, ma wyznaczać inne standardy pod względem ergonomii stanowiska pracy, bezpieczeństwa oraz zrównoważonego rozwoju w miejskim ruchu dystrybucyjnym.

W takim razie w CitE postawiono na wyraźną poprawę ergonomii. Ze względu na to, że podczas miejskich dostaw kierowcy wsiadają i wysiadają nawet do 30 razy w ciągu dnia, samochód zaprojektowano tak, by zapewnić wyjątkowo niskie wejście i specjalnie szerokie drzwi. Dlatego występuje tu ergonomiczny design z obniżonym stopniem wejściowym – stopień ten po stronie kierowcy zamontowano na wysokości 350 mm, czyli relatywnie nisko. W tym zakresie CitE zapewnia więc dobre warunki pracy głównie kurierom, a to dodatkowo wskutek instalacji przestronnych, elektrycznie otwieranych drzwi obrotowo-przesuwnych, w tym drzwi pasażera otwierających się tuż po naciśnięciu przycisku. Takie podejście sprawia, że całe wycięcie drzwi pozostaje wolne. Ponadto drzwi przesuwne do całkowitego otwarcia wymagają bardzo niewiele miejsca. W ten sposób rozładunek staje się możliwy nawet na ciasnych miejscach parkingowych lub po zatrzymaniu się na bocznym pasie. Odpowiednio przygotowano także wnętrze kabiny. Dzięki lekko cofniętej, równej – płaskiej podłodze na całej powierzchni prowadzący może najpierw usiąść, a dopiero potem wciągnąć nogi. Całkowicie równa podłoga pozwala mu też na maksymalną swobodę ruchów w środku – z łatwością może przejść na drugą stronę, tym bardziej, że podnoszony fotel pasażera zapewnia więcej miejsca na przejście. W ten sposób kierowca może, nie trzymając się, jednym krokiem wsiąść i wysiąść z auta, w wyprostowanej i niewymuszonej pozycji. To ogromna zaleta w przypadku licznych dostaw pod różne adresy w ramach jednej trasy.

Poprawa ergonomii w CitE dotyczy również warunków prowadzenia. Wszystkie wskaźniki umieszczono wokół stanowiska pracy kierowcy, w bezpośrednim zasięgu jego wzroku. Wyświetlacz zaprojektowano z myślą o optymalnej wizualizacji wszelkich szczegółów jazdy w formie cyfrowej. Przełączniki ułożone w sposób logiczny

według częstotliwości użytkowania są łatwo dostępne w standardowej pozycji siedzącej, podobnie jak uchwyty na kubek czy schowki. Te ostatnie zostały umieszczone wokół fotela kierowcy i zapewniają dużo miejsca na rozmaite akcesoria robocze. Można wśród nich wymienić schowek na drzwiach kierowcy, w którym zmieści się nawet duża butelka na napoje, oraz podświetlany, sięgający aż do siedzenia pasażera schowek na tablicy rozdzielczej, z przeznaczeniem na drobniejsze przedmioty. Miejsce na dokumenty przewozowe zostało z kolei przewidziane na tablicy rozdzielczej – stąd nie zsuną się one podczas jazdy i będą zawsze pod ręką. Powyżej stanowiska pracy kierowcy ma zaś dodatkowo do dyspozycji zamykany schowek oraz schowek rozciągający się wzdłuż drzwi. Kurtki i inną odzież ochronną można zawiesić w zasięgu ręki na wieszaku zamontowanym na tylnej ścianie kabiny.

Poprawa warunków pracy dotyczy jeszcze innych obszarów. W klimatyzacji uwzględniono wyjątkowe wymagania wynikające z transportu dostawczego w mieście. W trakcie realizacji trasy kierowca musi mianowicie wielokrotnie wsiadać oraz wysiadać i przez cały czas pozostaje w ruchu, a drzwi często są otwarte. W efekcie przez to w zimie ciepło ucieka, w lecie wzrasta zapotrzebowanie na chłodzenie, co dla wersji elektrycznej wiąże się z niepożądaną utratą energii. Dlatego projekt instalacji klimatyzacyjnej dla CitE oznacza zredukowane klimatyzowanie kabiny, a w zamian zapewnia podgrzewane i wentylowane siedzenie kierowcy. W lecie dzięki wentylacji odprowadzane są ciepło i pot, w zimie bezpośrednio podgrzewanie fotela gwarantuje przyjemne uczucie i odciąża narządy ruchu. Oprócz tego w przypadku wyjątkowo niskich temperatur kierowca może ogrzać dłonie na podgrzewanej kierownicy.

Następny obszar zwiększonej uwagi projektowej dotyczy bezpieczeństwa. W przypadku miejskiej odmiany dostawczej oznacza ono przede wszystkim nieograniczony widok na bezpośrednie otoczenie pojazdu na drodze oraz na innych uczestników ruchu. Bezpośredni kontakt wzrokowy jest dla kierowcy istotny głównie w przypadku rowerzystów i pieszych, by można było właściwie ocenić sytuację, np. podczas skręcania. Dlatego MAN konsekwentnie uwzględnia te kryteria w samej koncepcji CitE. Obniżenie linii wszystkich okien pozwala prowadzącemu na maksymalną widzialność sytuacji na zewnątrz. Dzięki niskiej pozycji siedzącej w fotelu może on dosłownie zachować kontakt wzrokowy z pieszymi i rowerzystami. Aby równocześnie mógł swobodnie widzieć sygnalizację świetlną i znaki drogowe, pole widzenia przedniej szyby po stronie pasażera znacznie przesunięto do góry. Ponieważ w gęstym ruchu miejskim istotny okazuje się nie tylko widok z przodu i po bokach, ale i z tyłu auta, kierowca może korzystać z systemu kamer zabezpieczających widok 360° z lotu ptaka, aby zagwarantować maksymalne bezpieczeństwo i wyeliminować niebezpieczne martwe pola. Pełny obraz otoczenia ciężarówki z góry wyświetlany jest na dużym centralnym wyświetlaczu zintegrowanego systemu rozrywkowo-nawigacyjnego. Tym samym piesi i rowerzyści, ale i przeszkody, takie jak zaparkowane pojazdy, pozostają w zasięgu wzroku kierowcy podczas powolnej jazdy i manewrowania. Ogólnie

zatem w udoskonalonym pod względem ergonomii kokpicie, dzięki niskiej pozycji siedzenia, szerokim oknom bocznym, licznym przeszkleniom i kamerom pomocniczym. zarówno kierowca, jak i pasażer mają zapewniony dobry widok na całe otoczenie – na to, co dzieje się wokół na drodze. Kolejny skuteczny środek przeciwdziałający wypadkom, których przyczyna leży w tzw. martwym punkcie, to nowy system zastępczy lusterek. Kamery zamontowane po obu stronach eliminują martwy punkt, dostarczając obrazy w czasie rzeczywistym, pokazywane na dwóch wyświetlaczach zainstalowanych w polu widzenia prowadzącego. Jednym spojrzeniem może on więc ocenić całą sytuację, do czego w innym razie potrzebowałby lusterka tylnego, szerokokątnego i krawężnikowego. Wdrożona technologia kamer umożliwia wyświetlanie otoczenia samochodu w wysokiej rozdzielczości – bez względu na światło dzienne, wskutek czego kierowca dysponuje lepszą widocznością w nocy i w zmieniających się warunkach oświetlenia. Ponadto znikają ograniczenia związane z zaporowanymi, zabrudzonymi i odbijającymi światło słoneczne lusterkami. Wpływa to znacznie na wzrost bezpieczeństwa i zmniejsza ryzyko wystąpienia uszkodzeń w wyniku kolizji, a tym samym obniża wydatki przeznaczane na naprawy.

Zgodnie z powszechną elektryfikacją CitE to też model z napędem w pełni elektrycznym. MAN konsekwentnie projektował go właśnie jako miejski typ dostawczy wyłącznie z takim napędem. Rezygnacja z układu przeniesienia napędu z wysokoprężnego silnika spalinowego umieszczonego nad osią przednią pozwoliła na przygotowanie znacznie obniżonego wydania niskopodłogowego, zapewniającego kierowcy maksymalną swobodę ruchów w kabinie. Napęd CitE stanowi bowiem umieszczony centralnie silnik elektryczny z serii eMobility MAN. Akumulatory litowo-jonowe znajdują się po bokach i pozwalają na uzyskanie zasięgu do około 100 km, co w przybliżeniu wystarcza do realizacji dziennej trasy w ruchu miejskim. Podwozie całkowicie zabudowano, co podnosi poziom bezpieczeństwa dla innych uczestników ruchu. Takie rozwiązanie lepiej chroni także akumulatory w razie wypadku. Poza tym w trakcie prac projektowych nad CitE cel był jasny: możliwość połączenia ze standardowymi nadwoziami o tradycyjnej konstrukcji mimo innowacyjnej koncepcji. Zasadniczo więc CitE da się łączyć ze wszystkimi typowymi zabudowami z przeznaczeniem do transportu dostawczego w mieście, ale w pierwszym rzędzie akcent położono na zabudowy hermetyczne do dostarczania towarów i ładunków dla małych sklepów. Do tego CitE wyposażono w specjalnie zaprojektowane opony marki Continental. W wyniku analizy ogumienia opony Conti e.Motion-Pro zostały dostosowane do budowy auta i mają niestandardowy profil, a niebieskie paski umieszczone na ich ściankach bocznych oraz niebieskie dna rowków bieżnika idealnie wpasowują się w design tego modelu.

MAN pokazał CitE szerszej publiczności po raz pierwszy na targach IAA 2018. Przy odpowiednio pozytywnej reakcji i popycie możliwa jest produkcja dodatkowych wykonan na bazie tego wariantu.

3.5. Koncept IVECO Z Truck – nowa filozofia gazowego samochodu ciężarowego przyszłości⁹

We wrześniu 2016 roku, podczas pierwszego dnia targów IAA, IVECO pokazało swoją wizję gazowego samochodu ciężarowego przyszłości dedykowanego do obsługi ruchu na dalekich dystansach. Pojazd nazwany Z Truck idealnie odzwierciedla wszystkie potrzeby, jakie wobec taboru tego rodzaju formułują przewoźnicy.

Włoski koncern już od wielu lat przygotowuje pojazdy koncepcyjne. W 2014 roku także w trakcie targów motoryzacyjnych IAA zaprezentował Vision, koncepcyjnego vana będącego platformą biznesową zaprojektowaną pod kątem ułatwiania kierowcy jego codziennej pracy w każdym aspekcie. W takim układzie Z Truck stanowi kolejny krok ku przyszłości i pokazuje, w jaki sposób nowe technologie oraz zautomatyzowane prowadzenie pojazdu mogą zmienić rolę kierowców, ich czynności oraz ich dzień pracy w sektorze drogowego transportu długodystansowego.

Zaprojektowany przez fabryczne CNH Industrial Design Centre Z Truck miał przede wszystkim umożliwić komplementarną redukcję kosztów i zwiększanie przychodów, uzupełnionych przez maksymalne zmniejszanie negatywnego wpływu na środowisko i poprawę bezpieczeństwa. Redukcja kosztów miała zachodzić dzięki ograniczaniu wydatków na paliwo i inne materiały eksploatacyjne, obniżce wymagań obsługowych i redukcji prawdopodobieństwa wystąpienia wypadków wskutek m.in. poprawy komfortu pracy i wypoczynku kierującego oraz przechodzenia w kierunku technologii autonomicznego prowadzenia. Jednoczesne zwiększanie przychodów powinno wynikać z poprawy w zakresie mobilności, dostępności, pewności i efektywności realizowanych operacji. Przy tym zarówno redukcja kosztów, jak i wzrost przychodów wymagają włączenia do sieci i działania w warunkach systemowych. Do tego dochodzi cała kwestia ograniczania negatywnego wpływu na przyrodę we wszystkich możliwych dzisiaj do osiągnięcia wymiarach.

W takich realiach IVECO reklamowało Z Truck jako koncepcyjny samochód o zerowej emisji, odzwierciedlający transformację w kierunku ekologicznych źródeł energii oraz pojazdów autonomicznych w transporcie długodystansowym. To koncepcyjne auto do przewozów na dalekich trasach łamało bowiem liczne bariery na drodze do bezemisyjnych środków towarowego przemieszczania tworzących w pełni zrównoważony system mobilności.

Z Truck oznacza zatem:

- **Zerową emisję netto CO₂** dzięki zoptymalizowanej technologii skroplonego gazu ziemnego (LNG) oraz wykorzystaniu biometanu. Koncepcja zakłada wersję klasy tonażowej ciężkiej zasilaną skroplonym biogazem przechowywanym w zbiornikach konformalnych, charakteryzującą się ulepszoną aerodynamiką oraz systemem odzysku ciepła odpadowego, umożliwiającą realizację przewozów długodystansowych przy autonomii (zasięgu) 2200 km i praktycznie zerowej emisji CO₂.

⁹ IVECO – zestaw materiałów prasowych na targi IAA Nutzfahrzeuge, 2016.

- **Zero wypadków** dzięki szeroko zakrojonemu wykorzystaniu zautomatyzowanych technologii prowadzenia pojazdu. Z Truck określał sposób, w jaki nowe technologie oraz autonomiczne auta zmieniają rolę kierowcy, który stanie się połączonym operatorem logistyki.
- **Zero stresu i zero straconego czasu** dzięki skoncentrowanej na kierowcy budowie i kompletacji kabiny. Kabinę pozbawiono tradycyjnych ograniczeń, co pozwala na jej dowolną konfigurację dopasowaną do różnych potrzeb (przewodzenie pojazdu, jazda autonomiczna, praca biurowa, odpoczynek) oraz wprowadzenie interfejsu człowiek-maszyna (HMI). Ten ostatni oznacza dostosowanie sposobu prezentacji informacji do indywidualnych wymagań, tak aby właściwe informacje były wyświetlane we właściwym miejscu i czasie. W efekcie Z Truck stanowi krok na drodze ku przyszłości, wychodząc naprzeciw zmianom, które alternatywne źródła energii, nowe technologie oraz zautomatyzowane prowadzenie samochodu wprowadzą do życia kierowcy. To pionierskie podejście zaowocowało uzyskaniem 29 patentów chroniących nową koncepcję.

Poza tym tzw. zaawansowana aerodynamika wynikała także ze ścisłej integracji ciągnika z naczepą oraz przeprowadzonych wręcz ekstremalnych zmian kształtu samego ciągnika. W rezultacie opór aerodynamiczny zredukowano o 30% z potencjalną możliwością (potencjałem redukcyjnym) dalszej poprawy w tym obszarze w momencie wprowadzenia do powszechnej eksploatacji zintegrowanych konwojów (konfiguracji platooning). Poprawiono i zmieniono też sposób wchodzenia do kabiny. Przesuwane drzwi otwierają i niejako usuwają się, by umożliwić ruchomej platformie oraz pięciostopniowym schodom na wysunięcie się z boku, równoległe do pojazdu. Gwarantuje to ergonomiczny dostęp do wnętrza kabiny, podobny do tego, jaki ma się przy typowych schodach domowych.

Ponadto zmieniono rodzaj paliwa z oleju napędowego na gaz. Zasilanie skroplonym gazem ziemnym przełożyło się na uzyskanie oszczędności paliwowych dochodzących do 33%. Tym samym Z Truck zużywa do 33% mniej paliwa i emituje o wiele mniej CO₂. Dodatkowo dostał gazowy silnik nowej generacji, zasilany LNG i jako paliwo wykorzystujący biometan pozyskany z rafinowanego biogazu. Paliwo to, odgrywające kluczową rolę w działaniach CNH Industrial na rzecz rozwijania zrównoważonych środków transportu w drodze do osiągnięcia zerowych emisji, zapewnia niską emisję CO₂ oraz wyjątkowo niską emisję pyłów. Zasilany LNG silnik rozwijał maksymalne – moc 460 KM i moment obrotowy 2000 Nm oraz współpracował z 16-biegową, zautomatyzowaną przekładnią z systemem Powershift dostępnym dla wyższych przełożeń. Warto wskazać, że nieco ponad rok później silnik gazowy o takim nastawie trafił do seryjnych Stralisów NP.

Jednocześnie rozwój Z Truck znalazł poparcie koncernu PETRONAS Lubricants International, w ten sposób wspierającego zaangażowanie IVECO na rzecz rozwijania innowacji oraz ciągłej ewolucji w obszarze technologii LNG. Wykorzystywany gaz LNG w połączeniu z olejami silnikowymi o niskiej lepkości 3 PETRONAS Urania przyczyniał się do osiągnięcia celu zerowego poziomu emisji oraz do zmniejszenia zużycia paliwa.

Na redukcję zużycia paliwa pozytywnie wpływało również założenie opon Michelin X LINE ENERGY. Była to pierwsza gama opon, która uzyskała ocenę AAA w zakresie oporów toczenia. Dzięki temu pokonujące długie dystanse konwoje mogły zaoszczędzić nawet jeden litr paliwa na 100 km. Opony te mają wbudowane etykiety RFID, pozwalające śledzić każdy egzemplarz w ciągu całego cyklu życia i dostarczające informacji o ich rodzaju, rozmiarze, modelu, zużyciu, pracy oraz temperaturze. W połączeniu z systemem monitorowania ciśnienia zainstalowanym na obręczach czujniki te pozwalają jeszcze odczytywać bieżące ciśnienie w oponie.

Co więcej, starano się maksymalnie spożytkować całą powstającą na pokładzie energię, tak aby ograniczyć jakiegokolwiek jej marnotrawienie. W tym celu Z Truck otrzymał nowy, koncepcyjny zbiornik paliwa opracowany wraz z firmą SAG. Zbiornik ten został wykonany z aluminium z wielowarstwową izolacją w nowej technologii wielowarstwowej MLI (*Multi Layer Insulation*). Pokryto go folią odbijającą ciepło i chroniącą przed promieniowaniem cieplnym. Technologia umożliwia uzyskanie kształtu zbliżonego do sześcianu, przekładającego się na optymalizację wykorzystania przestrzeni oraz napełnianie dwóch zbiorników równocześnie. Zbiorniki o łącznej pojemności 1200 l pozwalają pojazdowi osiągnąć zasięg rzędu 2200 km. To o 60% więcej, niż mógł uzyskać ówczesny model Stralis NP. Pokładowy system odzysku ciepła odpadowego bazował zaś na obiegu Rankina, wykorzystującym gazy spalinowe jako źródło energii cieplnej i w efekcie umożliwiającym dalsze zmniejszenie zużycia paliwa w trasie.

Do tego zaprezentowane tu podejście, ukierunkowane na osiągnięcie zerowej liczby wypadków, opierało się na aktywnych i prewencyjnych systemach bezpieczeństwa, stanowiących najbardziej skuteczny sposób poprawy bezpieczeństwa na drodze.

Oprócz samego układu napędowego i jezdne liczne innowacje pojawiły się w innych obszarach. W tym kontekście Z Truck stanowił przykład tego, jak może wyglądać przyszłość kierowców samochodów ciężarowych – od poprawy funkcjonalności do stworzenia unikatowej przestrzeni do pracy i życia. W tym kontekście skupiono się na ulepszonej aerodynamice, poprawionym bezpieczeństwie oraz celu polegającym na stworzeniu nowej przestrzeni do życia w kabinie. Powyższe miało odzwierciedlać zatem wyobrażenie na temat tego, w jaki sposób zautomatyzowana jazda zmieni rolę kierowców, mniej czasu spędzających na prowadzeniu, a skupiających się bardziej na pracy biurowej. Koncepcja ta umożliwiała im zmianę konfiguracji kabiny tak, aby dopasować ją do bieżących potrzeb i zastosowania auta w danej chwili: od jazdy w terenie miejskim przez autonomiczną podróż po autostradach lub drogach szybkiego ruchu po pracę biurową oraz zasłużony odpoczynek po całym dniu. Gdy samochód był zaparkowany, kierowca mógł zmienić układ wewnątrz tak, by w pełni wykorzystać udogodnienia w zakresie zakwaterowania i pracy. Części ściany bocznej, tzw. pawilon i podłoga, zintegrowano w celu uformowania samowspomagającej przesuwanej struktury, wydłużającej wnętrze o 500 mm. Przesuwana tylna ściana odsuwała się automatycznie, przedłużając ka-

binę o te dodatkowe 500 mm i zwiększając dostępną przestrzeń. Pozwalało to na spożytkowanie wszelkich udogodnień, jakie może potrzebować kierowca, takich jak składane łóżko, prysznic, kuchnia, lodówka, umywalka oraz ściana z urządzeniami służącymi rozrywce. Adaptacyjny interfejs informacyjny człowiek-maszyna HMI (*Human Machine Interface*) zaprojektowano tak, aby z jednej strony zapewnić kierowcy pełną, doskonałą widoczność we wszystkich kierunkach, z drugiej przedstawić informacje adaptacyjne – właściwe informacje we właściwym miejscu i czasie.

Kolejną zaletą to zdecydowanie poprawione widoczność i świadomość sytuacyjna, bazujące na rozwiązaniach znanych choćby z samolotów bojowych. Potężnych rozmiarów przednia jednolita szyba, mocno zachodząca na boki, niezwykle poprawiała widoczność do przodu i na boki w każdym momencie prowadzenia. W dodatku obraz z systemu multikamer wyświetlano na ekranie w górnej partii szyby, zapewniając kierowcy pełną widoczność wokół całego samochodu przez cały czas. Również dane dotyczące działania auta, wyświetlane na tej tzw. inteligentnej szybie przedniej o dość znacznych rozmiarach, zmieniały się zgodnie z aktualnymi potrzebami kierowcy. Objęło to aktywne połączenie z oponami Michelin, dedykowane do kontroli ich ciśnienia, temperatury oraz zużycia, czyli informacji pozwalających znacząco zwiększyć bezpieczeństwo jazdy w czasie rzeczywistym. Tym bardziej, że fotel kierowcy, układ kierowniczy, pedały oraz elementy sterujące na konsoli tworzyły samodzielny zespół zawieszony niezależnie od kabiny, co niwelowało wszelkie nierówności drogi. Fotel kierowcy oraz chowany układ kolumny i koła kierownicy tworzyły systemy poruszające się razem „podwójnie” obrotowo po łuku: kiedy koło kierownicy poruszało się do przodu, siedzenie cofało się, by zapewnić kierowcy komfortową pozycję. Tak zwany tryb parkingowy – odpoczynkowy, który mógł być załączany, gdy pojazd stał, pozwalał kierowcy aktywować funkcje zmieniające wnętrze kabiny w autentyczną przestrzeń do życia i pracy. Natomiast w tzw. trybie prowadzenia miejskiego (*Urban driving mode*), ustalonym przy niskich prędkościach oraz w strefach ruchu o dużym natężeniu, fotel był ustawiony blisko szyby przedniej dla poprawy widoczności, a koło kierownicy i konsola wskaźników znajdowały się w standardowej pozycji. System klimatyzacji tworzył idealne warunki dookoła siedzenia kierowcy – bąbel klimatyczny obejmował jego stanowisko tak, aby mógł cieszyć się idealną temperaturą bez zakłócających odczucia przepływów powietrza. Dlatego właśnie Z Truck wskazywał, jak można przełamać wcześniejsze ograniczenia dzięki całkowicie nowemu myśleniu oraz pomysłom w zakresie efektywności energetycznej i odzysku ciepła odpadowego, ergonomii, sposobu interakcji i komunikacji pomiędzy pojazdem a kierowcą.

3.6. Rosenbauer CFT i RT

Austriacki koncern jako pierwszy skonstruował w pełni elektryczny integralny pojazd strażacki klasy tonażowej ciężkiej. Ten pojazd to pierwszy pożarniczy samochód ratowniczy/ratowniczo-gaśniczy Poziomu 4.0, nazwany *Concept Fire Truck* (CFT),

czyli koncepcyjny pojazd pożarniczy – Koncept Pojazdu Strażackiego Przyszłości¹⁰. Budując go, inżynierowie firmy poświęcili wiele godzin na teoretyczne rozważania dotyczące tego, jak ma wyglądać samochód bojowy przyszłości. Skłoniło ich to do pójścia dotąd nieprzetartymi ścieżkami postępu. W ten sposób opracowano zupełnie nowy, prototypowy wariant ratowniczo-gaśniczy, już dziś dający przedsmak tego, jak będą wyglądać pojazdy bojowe jutra.

Przede wszystkim sama stylizacja, za której przygotowanie odpowiadało Iconic Studio z Linzu, pozostaje oczywiście na skróś przyszłościowa – futurystyczna, jednoznacznie wskazując na dalekosiężny i wybitnie perspektywiczny wymiar całości. Niemniej stylizacja ta mogła być taka dzięki kompletnie nowej koncepcji budowy auta oraz szerokiemu wykorzystaniu tworzyw sztucznych, uzupełnionych o kluczowe komponenty aluminiowe, dających się dzisiaj łatwo formować, by otrzymywać niemal dowolne kształty. Oprócz tych kwestii wizualnych kluczową rolę w tym przedsięwzięciu odgrywają zagadnienia czysto eksploatacyjne. W tym wymiarze rezultat prac specjalistów stanowi kompaktowy i zwrotny pojazd ratowniczy o niezwykle funkcjonalnym designie, ale jednocześnie ustanawiający nowe standardy w dziedzinie ergonomii.

Generalnie postawiono na kompaktowość. W rezultacie podwozie, kabina kierowcy wraz z opcjonalną kabiną załogi oraz zabudowa pożarnicza tworzą jedną całość. Taka jedna całość kabiny kierowcy i załogi bez barier między nimi pozwala m.in. na dobre dopasowanie kabiny do odmiennych potrzeb (różnych) użytkowników. Bezspornymi zaletami takiego rozwiązania są szczególnie zwiększona dynamika oraz stabilność pojazdu, jego obniżona wysokość, a zarazem maksymalne wykorzystanie przestrzeni w skrytkach na sprzęt ratowniczo-gaśniczy oraz, co równie ważne, zwiększona ochrona strażaków. Co więcej, konstrukcja kabiny nie wymaga, aby strażacy musieli wysoko do niej wchodzić. Tak naprawdę CFT bardziej przypomina raczej mobilne centrum dowodzenia niż standardowy samochód pierwszowyjazdowy. Ogólnie ta tzw. zintegrowana kabina załogi pełni funkcję centrum komunikacyjnego i dowódczego. Przewidziana załoga liczy łącznie 8 osób – 1+7. W premierowym egzemplarzu wchodzi ona na pokład poprzez dwoje szklanych przesuwanych drzwi. Drzwi te, wraz z wysokością dostępu na poziomie zaledwie 150 mm, przekładają się na zdecydowanie szybsze i łatwiejsze wsiadanie oraz wysiadanie. Te ostatnie czynniki są o tyle ważne, że sukcesywnie mniejsza dostępność strażaków w godzinach pracy, rosnąca liczba kobiet i osób starszych w zawodzie oraz wzrost liczby zdarzeń i coraz większa potrzeba wsparcia strażaków zawodowych przez ochotników wymuszają zmianę w koncepcji projektu i obsługi samochodu pożarniczego.

Następna kluczowa cecha CFT to jego znaczna elastyczność funkcjonalna. Pozwala ona na szeroki dobór osprzętu, umożliwiający przeznaczenie tego auta do realizacji niezwykle szerokiego spektrum zadań bojowych. Innymi słowy, CFT jako samochód bojowy zaprojektowano tak, aby pełnił funkcję elastycznej bazy i, odpo-

¹⁰ <https://innovation.rosenbauer.com/de/concept-fire-truck/>

wiednio wyposażony, mógł być zadysponowany do najróżniejszych rodzajów misji. Powyższe wynika z faktu, iż statystyki działań operacyjnych straży pożarnych pokazują, że strażacy, szczególnie w miastach i na terenach zurbanizowanych, coraz częściej są dysponowani do zdarzeń z zakresu ratownictwa technicznego bądź innych miejscowych zagrożeń. Jednocześnie liczba wyjazdów utrzymuje się na podobnym poziomie. Pojazdy ratownicze bogato wyposażone, szczególnie pod kątem posiadanego sprzętu, już dziś więc dość dobrze spełniają swoją funkcję, ale w przyszłości nie tylko wyposażenie, lecz również sam pojazd będzie musiał być niezwykle uniwersalny. Dlatego właśnie *Concept Fire Truck* to wielozadaniowy wariant ratowniczy. W jego zoptymalizowanej koncepcji przestrzennej znajduje się miejsce na dowolny, wymagany przez daną jednostkę sprzęt ratowniczo-gaśniczy. Wyposażony w autopompę oraz zbiornik wody staje się wersją gaśniczą, zaopatrzony w zestaw narzędzi hydraulicznych może być wersją ratownictwa technicznego, a mając na pokładzie sprzęt specjalistyczny, znajdujący się w tylnej części zabudowy, jest uniwersalną odmianą ratowniczą. Odpowiednio wyposażony i szybko dostosowany może też stać się karetką, w której udzielane będą pierwsza pomoc czy medyczne czynności ratunkowe, a następnie może posłużyć do transportu poszkodowanych (w pozycji leżącej) do szpitala.

W związku z tym aluminiowa zabudowa demonstratora z każdej ze stron zawiera po trzy skrytki sprzętowe, zamykane lekkimi aluminiowymi żaluzjami wodo- i pyłoszczelnymi. Do tego dochodzą oznaczenia kolorami dla dźwigni i przełączników oraz system sterujący – ten ostatni to tzw. intuicyjny system sterowania Rosenbauer oparty na technologii CAN dla wszystkich funkcji elektrycznych. System gaśniczy zawiera natomiast pompę NH35 zgodną z EN 1028, o wydajności – przy normalnym ciśnieniu – 3000 l/min przy 10 barach i – dla stopnia wysokiego ciśnienia – 250 l/min przy 40 barach. Napęd pompy może być elektryczny lub mechaniczny. Pojemność zbiornika wody określono zaś na 1200 l. W tym przypadku jest to wartość w zupełności wystarczająca, gdyż bazowo CFT powstał jako tzw. wydanie miejskie, pierwszowyjazdowe.

Oprócz tego, zgodnie z tendencjami charakterystycznymi dla Poziomu 4.0, samochód musi cechować maksymalna elektryfikacja. Dlatego Rosenbauer postawił tu m.in. na w pełni elektryczny układ napędowy. Zamontowany silnik elektryczny uzyskuje moc maksymalną 350 kW, a sama niemal całkowita elektryfikacja systemu napędowego oznacza:

- dobre przyspieszenia, niezwykle istotne dla odmian pożarniczych, w tym w pierwszym rzędzie podczas dojazdu w miastach, gdy przejazd może się wiązać z dużą liczbą zatrzymań i przyspieszeń wynikłych z natężenia ruchu ulicznego,
- możliwość odzyskiwania części energii i jej ponownego spożytkowania na pokładzie, dzięki funkcji rekuperacji – w rezultacie energia normalnie tracona w trakcie hamowania wskutek jej zamiany na energię cieplną może być znowu wykorzystana jako energia elektryczna, przyczyniając się do poprawy ogólnej wydajności energetycznej samochodowego systemu CFT,

- zerową emisję substancji szkodliwych, w następstwie czego pojazd bez problemu może być eksploatowany wewnątrz budynków, w tym mieszkalnych,
- brak emisji gazów wydechowych, co oznacza, iż pojazd może się znajdować w pomieszczeniach/halach z substancjami łatwopalnymi i wybuchowymi, ale oczywiście w granicach bezpieczeństwa,
- minimalną emisję hałasu,
- zdecydowane ułatwienie rozlokowania elementów wymagających mechanicznego zasilania z przystawki odbioru mocy – w rezultacie elementy te mogą być umieszczone bardziej tam, gdzie powyższe wynika z dostarczania mechanicznego napędu, niż z dążenia do podniesienia ergonomii eksploatacji,
- możliwość bardzo dużej swobody w aranżacji wnętrza, ponieważ w pełni elektryczny układ napędowy nie narzuca takich ograniczeń w tej sferze jak układ tradycyjny – w pełni mechaniczny. Dzięki temu właśnie pojazd może się wyróżniać zwartymi, kompaktowymi wymiarami oraz łatwością dostępu do kabiny i przedziału sprzętowego, m.in. w efekcie nisko poprowadzonego poziomu podłogi.

W ramach tej elektryfikacji w samochodzie występuje również oświetlenie wykonane jedynie w technologii LED. Ponadto, w związku z tym, że jeden z zasadniczych wyznaczników Poziomu 4.0 stanowią powiązane łączność i sieciowość, model zaopatrzone m.in. w hotspot WLAN oraz zintegrowane w systemie zewnętrzne wyświetlacze.

CFT wyróżniają: długość 7600 mm, szerokość 2350 mm, wysokość 3065 mm, rozstaw osi 3800 mm, masa własna bez środków gaśniczych 10 500 kg, masa z pełnymi zbiornikami 17 600 kg, regulowany prześwit poprzeczny w zakresie 250-350 mm. Poza tym na wszystkich kołach założono wyłącznie pojedyncze ogumienie. Tym samym *Concept Fire Truck* to nie tylko drobny krok w przyszłość w postaci unowocześnionej zabudowy pojazdu, lecz także zupełnie nowe, kompleksowe podejście do tego, jak ma wyglądać samochód pożarniczy przyszłości. To *de facto* studium projektowe koncentrujące się na odpowiednich możliwościach bojowych, przy jednoczesnym zwiększeniu ergonomii, uniwersalności oraz zapewnieniu troski o środowisko naturalne. Pierwszy CFT pełnił funkcję jedynie demonstratora technologicznego i stanowił bazę dla hybrydowego Rosenbauer RT.

Latem 2017 roku w Rosenbauer podjęto strategicznie ważną decyzję: w oparciu o technologię CFT miał ruszyć seryjny rozwój pojazdów analogicznego typu. Cel polegał na ich prezentacji na ostatecznie odwołanych targach Interschutz 2020. Jednocześnie było jasne, że w dynamicznym środowisku elektromobilności nie można stosować czysto klasycznych metod zarządzania projektami, ale projekt musi być prowadzony tzw. metodami zwinnymi. Od samego początku, zgodnie z podejściem „otwartej innowacji”, celem stało się więc pozyskanie klientów wykazujących duże zainteresowanie włączeniem się już na starcie w rozwój serii CFT, aby aktywnie pomóc w kształtowaniu procesu rozwoju, a następnie również w przeprowadzeniu prób w rzeczywistym użyciu. Specjaliści z Rosenbauera byli też świadomi, że aby osiągnąć ten cel, należy zadbać o to, żeby zespół programistów mógł w pełni i bez rozpraszania

nia skoncentrować się na tym zadaniu. To skłoniło podmiot do utworzenia własnego, wewnętrznego start-upu. 18 sierpnia 2017 roku została założona firma Rosenbauer E-Technology Development GmbH (RED), której główne zadanie polega na wdrażaniu rozwoju serii i tym samym pozycjonowaniu się jako centrum kompetencyjne w zakresie e-mobilności w grupie Rosenbauer. Zaczynano od małego zespołu programistów, a większość inżynierów rekrutowała się wewnątrznie z projektu CFT.

Na tym wstępnym etapie pojawiło się oczywiście wiele znaków zapytania, szczególnie w zakresie organizacji projektu. Kluczowa kwestia dotyczyła tego, jak uda się wdrożyć produkcję seryjną w mniej niż 3 lata i przy małym zespole, skoro duzi producenci samochodów ciężarowych robią niewielkie postępy we wdrażaniu strategii e-mobilności, nawet przy znacznie większym wykorzystaniu zasobów?

Od samego początku zdecydowano się na użycie metody Scrum. Podczas pierwszego warsztatu inauguracyjnego wszystkie niezbędne pakiety zadań można było zebrać, uszeregować pod względem ważności i ocenić za pomocą punktów fabularnych zgodnie ze stopniem ich trudności – wymogami co do poświęconych zasobów. Od tamtej pory było zatem wiadomo, że od jesieni 2017 roku do czerwca 2020 roku osoby zaangażowane będą musiały przejść przez prawie 2500 punktów fabularnych – około 75 punktów fabularnych miesięcznie, co oznaczało swoisty comiesięczny sprint.

CFT (*Concept Fire Truck*) powstał pod kątem funkcjonalności, ergonomii i dynamiki jazdy. Wszystko to musiało zostać uwzględnione w rozwoju serii przynajmniej na tym samym poziomie. Jedynie pojemność akumulatora, w aucie koncepcyjnym wynosząca 20 kWh, okazała się zbyt niska, aby można ją było uznać za zdatną do użytku. Z oceny danych telematycznych zespół wnioskował bowiem, że będzie potrzebować co najmniej 50 kWh, aby móc elektrycznie obsługiwać większość operacji przeciwpożarowych. Jeśli jednak topologia w mieście jest bardziej wymagająca lub niezbędny okazuje się większy promień działania, konieczna może być też dodatkowa pojemność. W 2018 roku Rosenbauerowi udało się znaleźć idealnego partnera do dostawy elektrycznego układu napędowego w postaci Volvo Penta. Jako spółka zależna Grupy Volvo i wieloletni partner Rosenbauera przy dostawach silników D16 dla lotniskowych samochodów strażackich – ratowniczo-gaśniczych z linii PANTHER, Volvo Penta ma dostęp do *know-how* Grupy Volvo, której do 2021 roku dostarczona flota elektryczna składa się z ponad 4500 autobusów oraz aut z rodzin FL i FE, w tym FE-Electric. I to właśnie z tego systemu modułowego austriacki podmiot otrzymuje wszelkie komponenty wysokonapięciowe, takie jak akumulatory, silniki elektryczne i elektronikę, oraz jednostki sterujące, w tym układ chłodzenia opracowany specjalnie dla Rosenbauera.

Również BMW Group od dawna współpracuje z Rosenbauerem. W 2014 roku rozpoczęto specjalne partnerstwo rozwojowe z BMW Group dla CFT, a 6-cylindrowy silnik wysokoprężny do aut osobowych o pojemności 3 l i mocy 200 kW został wdrożony dla wzrostu zasięgu, jako tzw. zwiększacz – przedłużacz zasięgu. Dlatego Rosenbauer chciał włączyć ten wysokowydajny silnik do rozwoju seryjnego i mógł z powodzeniem kontynuować współpracę rozwojową z BMW Group oraz zawrzeć

stałą umowę na dostawę 6-cylindrowych silników wysokoprężnych B57 z fabryki silników BMW w austriackim Steyr.

Energia ze zwiększacza zasięgu napędza generator z systemu modułowego Volvo za pośrednictwem skrzyni rozdzielczej. Układ ten podłączono jeszcze do pompy wody gaśniczej za pośrednictwem tej samej skrzyni rozdzielczej. Dzięki temu pompa może być napędzana elektrycznie lub mechanicznie. Jako partnera odpowiedzialnego za opracowanie tej inteligentnej przekładni wybrano firmę Rögelberg, głównie ze względu na rozległą wiedzę tego niemieckiego producenta przekładni i jego wysoki poziom integracji pionowej. Niemniej nawet najsilniejszy napęd jest bezużyteczny, jeśli nie przeniesie się siły napędowej na drogę. Podobnie jak w przypadku CFT, w rozwoju egzemplarzy seryjnych zastosowano niezależne zawieszenie kół. Pomyślnie wdrożono to wraz z wieloletnim dostawcą Rosenbauera w tej sferze – Kesslerem. Ponadto Kessler odpowiada za rozwój mechanizmów różnicowych i dwustopniowego – z redukcją w piastach kół – przeniesienia napędu. Poza tym w CFT testowano zawieszenie hydropneumatyczne. Podczas rozwoju serii chciano spełnić wymagania klientów dotyczące pokazanej w CFT kontroli poziomu, ale technologia powinna być prostsza i bardziej przyjazna w konserwacji. Amerykańska firma Hendrickson miała odpowiednie rozwiązanie dla tych wymogów w postaci solidnych siłowników pneumatycznych, umożliwiających podnoszenie i opuszczanie pojazdu z prześwitu 175 mm do ponad 350 mm.

Zarazem pojazd ważący do 18 000 kg musi dobrze hamować. Choć zastosowanie wielostopniowej regulacji rekuperacji jest zwykle wystarczające w płynnym ruchu ulicznym, ale zawsze pojawia się moment, w którym siła hamowania ma kluczowe znaczenie. W przypadku pojazdów seryjnych Knorr-Bremse z pionierskimi technologiami (ABS, ESP i ADM) stał się właściwym partnerem rozwojowym.

W celu spełnienia wymagań bezpieczeństwa funkcjonalnego według ISO 26262 zdecydowano się na partnera, którego komponenty elektroniczne są odpowiednio certyfikowane. Tym partnerem został TTCControl, producent elektronicznych jednostek sterujących, specjalizujący się w maszynach mobilnych, z którym Rosenbauer wdraża też niezbędne elementy konieczne do pomyślnej certyfikacji całego pojazdu zgodnie z ISO 26262.

Za projekt CFT był również odpowiedzialny Moodley, znany z kooperacji przy seriach Panther, AT, ET i Avenger. W rozwoju seryjnym wprowadzono jeszcze bardziej funkcjonalną koncepcję, aby spełnić wszystkie normy i przepisy. Wyzwanie polegało na tym, by nie rezygnować z żadnych ergonomicznych zalet CFT. Wręcz przeciwnie – głównie przy projektowaniu wnętrza, wiele ustaleń i sugestii ulepszeń z CFT zostało pomyślnie wdrożonych.

Ostatecznie, po prawie trzech latach rozwoju, w dniu 14 czerwca 2020 roku¹¹ Rosenbauer zaprezentował RT. To także zapoczątkowało intensywną serię testów

¹¹ <https://www.rosenbauer.com/de/int/group/presse/wirtschaftspresse/wirtschaftspresse-detail/nd/rosenbauer-startet-den-internationalen-verkauf-seiner-rt-modellreihe-mit-hybridem-antrieb>, <https://www.rosenbauer.com/de/int/group/presse/wirtschaftspresse/wirtschaftspresse-detail/nd/rosenbauer-startet-den-internationalen-verkauf-seiner-rt-modellreihe-mit-hybridem-antrieb>

pojazdów przedseryjnych – najpierw próby wewnętrzne, a później sprawdziany odbiorcze przeprowadzane przez straż pożarną w Berlinie, Amsterdamie i Dubaju – zanim przed końcem 2020 roku, zgodnie z pierwotnym planem, pojazdy te mogły przejść do testów w warunkach rzeczywistych na miejscu.

Rosenbauer pracował trzy lata nad rozwojem swojego innowacyjnego produktu, wywodzącego się z CFT i oznaczonego jako RT – *Revolutionary Technology*. Na początek pierwsze trzy pojazdy z serii pilotażowej trafiły już do klientów. Te hybrydowe samochody ratowniczo-gaśnicze znacznie wyprzedzają swoje nowoczesne standardowe odpowiedniki niemal w każdej kluczowej rozpatrywanej sferze: operacyjnych korzyści taktycznych, opcji załadunku oraz wyposażenia przeciwpożarowego. Dlatego pod każdym względem są rewolucyjne. Wraz z RT Rosenbauer nie tyle więc wprowadza na rynek dalszy rozwoju istniejącej koncepcji pojazdu, ile zamiast tego proponuje zupełnie nową wizję oraz innowacyjną implementację wariantu strażackiego. W szczególności rewolucyjne są technologia napędu, architektura, funkcjonalność i łączność, wskutek czego RT idealnie nadaje się do codziennych zadań wykonywanych w straży pożarnej przyszłości (*Fire Department of the Future* – tzw. Straż 4.0).

Jedną z wielu cech wyróżniających RT jest jego duża dynamika jazdy. Dwa silniki elektryczne generują łączną moc do 360 kW/490 KM i ze względu na swoją charakterystykę pracy zapewniają RT napęd i przyspieszenia porównywalne tylko do lotniskowych wersji ratowniczo-gaśniczych z silnikami o mocy 1000 KM. Przy tym dwubiegowa skrzynia przekładniowa gwarantuje pełny moment obrotowy nawet podczas ruszania na wzniesieniach oraz wystarczającą przyczepność na stromych wzniesieniach. Inna zaleta to stabilne zachowanie auta podczas jazdy i wynikające z tego bezpieczeństwo poruszania się. RT otrzymał bowiem tzw. podwozie niskopodłogowe z rurową ramą między dwiema osiami, w której zainstalowano akumulator trakcyjny o masie około 550 kg. W ten sposób uzyskano znacznie niższy środek ciężkości niż w wersjach strażackich budowanych na podwoziach klasycznych samochodów ciężarowych. RT może się więc bezpiecznie utrzymywać na drodze, nawet podczas szybkiego pokonywania zakrętów.

Ponadto RT wyróżnia wysoka manewrowość, wynikająca z niezależnego zawieszenia kół opracowanego specjalnie dla tego modelu. Powyższe pozwala na praktyczne połączenie wymagań w zakresie zawieszenia, kąta skrętu i napędu na wszystkie koła. Niezależne zawieszenie kół oznacza znacznie większy kąt skrętu, a tym samym mniejszy promień zawracania w stosunku do konwencjonalnych typów z napędem na wszystkie koła. W porównaniu z rozwiązaniami ze sztywną osią zapewnia też lepsze komfort i dynamikę jazdy. W RT z najkrótszym rozstawem osi (3800 mm) średnica zawracania wynosi około 15 m, a przy włączonym układzie kierowniczym tylnej osi – z kołami przednimi i tylnymi ustawionymi przeciwbieżnie – ulega redukcji do zaledwie 12,5 m. Optymalizuje to manewrowość w wąskich uliczkach i umożliwia precyzyjne manewrowanie w tzw. trybie kierowania kraba (kierowanie

ukośne – poruszanie się po skosie). Szczególne na obszarach miejskich, podczas wyprzedzania innych uczestników płynnego ruchu, czy na szybko przejeżdżanych zakrętach o małym promieniu albo w trakcie jazdy po wąskich drogach i pod niskimi przejazdami, RT o łącznej masie zaledwie 18 000 kg wyraźnie przewyższa klasyczne pojazdy uprzywilejowane. Wynika to nie tylko z jego zwrotności i zwrotności, ale i z kompaktowych wymiarów. Przy rozstawie osi 3800 mm ma zaledwie 2350 mm szerokości i 7300 mm długości. Poza tym jest dostępny z rozstawami osi 4100 mm i 4400 mm, a jego wysokość przy – obniżonym poziomie oraz bez osprzętu i nadbudowy – wynosi zaledwie 2900 mm.

Kolejny specjalny wyróżnik RT to zawieszenie pneumatyczne z możliwością wyboru poziomów jazdy. W rezultacie prześwit pod osiami podczas jazdy da się dopasować do terenu lub sytuacyjnej potrzeby: wartość skoku można ustawić na 250 mm dla jazdy po drogach, 350 mm dla jazdy po nierównym terenie i 470 mm dla przejazdu przez zalane drogi (tryb Watt). Z drugiej strony, podwozie pozwala na obniżenie prześwitu pod osią w najniższym punkcie do 175 mm, w celu zmniejszenia do minimum wysokości wejścia do kabiny. Skutkuje to bezpiecznym, wygodnym i szybkim wejściem do kabiny załogowej oraz eliminuje potencjalne ryzyko obrażeń, gdyż nie istnieje konieczność wchodzenia po schodach, jak w przypadku konwencjonalnych pojazdów tej wielkości. Ponadto wymóg dotyczący tradycyjnych stopni na zawiasach staje się przestarzały, ponieważ po opuszczeniu auta maksymalna wysokość załadunku ulega redukcji do nieco ponad dwóch metrów. Powyższe umożliwia wyjęcie sprzętu z przedziałów sprzętowych na poziomie gruntu, nawet tych zainstalowanych na górze, i stanowi zauważalne odciążenie w pracy, głównie dla personelu ratunkowego muszącego podnosić ciężki sprzęt z pojazdu i składować go ponownie po akcji. Dostępne są także ręczne i elektryczne urządzenia do opuszczania, np. drabina rozsuwana na dachu.

RT dostał system hybrydowy Rosenbauera. Zaopatrzone go w jeden lub opcjonalnie dwa akumulatory wysokiego napięcia, każdy o pojemności 50 kWh, które nie tylko zasilają napęd trakcyjny, ale i dostarczają energię elektryczną w punkcie poboru. Kilka urządzeń zewnętrznych, takich jak wentylatory lub pompy głębinowe, o całkowitym poborze mocy do 18 kW, może być jednocześnie obsługiwanych przez gniazdo zasilania. Pompa wody gaśniczej może być obsługiwana elektrycznie za pomocą generatora lub przez przedłużacz zasięgu (silnik wysokoprężny). Do krótszych operacji gaśniczych wystarczy RT energia z akumulatorów 100 kWh. Do tego zwiększacz – przedłużacz zasięgu działa jako dodatkowa jednostka zasilająca m.in. wiele punktów odbioru, w tym krytycznych, poprzez wbudowane baterie wysokonapięciowe. Ten przedłużacz zasięgu, stosowany w przypadku dłuższych operacji, składa się z sześciocylindrowego silnika wysokoprężnego BMW o mocy 200 kW/272 KM i generatora mocy. Dzięki temu tandemowi RT staje się w pełni zintegrowaną elektrownią, będącą w stanie automatycznie ładować swoje akumulatory, gdy więcej energii się produkuje niż zużywa, co pozwala właśnie na magazynowanie nadwyżek. W rezultacie RT osiąga czasy pracy powyżej specyfikacji normy

EN 1846. Zewnętrzne ładowanie akumulatorów może się odbywać za pomocą prądu przemiennego ze standardowych gniazd przemysłowych lub odpowiednich stacji ładowania prądu stałego. Przy pełnej mocy ładowania wynoszącej 150 kW wystarczy kwadrans, aby podnieść poziom naładowania obu akumulatorów wysokonapięciowych (100 kWh) z 50 do 80%.

RT to pełnoprawny ratowniczo-gaśniczy miejski wariant przeciwpożarowy, zawierający bogate wyposażenie bojowe. Kompletacja bowiem obejmuje m.in. wbudowane autopompy Rosenbauer N/NH25 o wydajności 2500 l/min przy 10 barach i 400 l/min przy 40 barach oraz N/NH35 o wydajności 3500 l/min przy 10 barach i 400 l/min przy 40 barach. Pompy mogą być instalowane i łączone z systemem dozowania środka pianotwórczego wokół pompy lub systemem dozowania bezpośredniego wtrysku. Ze względu na przyjęte rozwiązania modułowe pojemności zbiorników na wodę wynoszą od 1000 l do 4000 l, a zbiorników na środki pianotwórcze – od 50 l do 400 l. Centralny dopływ wody umieszczono z tyłu, a nasady ciśnieniowe zlokalizowano w obu tylnych skrytkach 5 i 6 o pełnej wysokości oraz opcjonalnie z przodu i na dachu. Do tych wyjść można podłączyć następujące działka wodno-pianowe: wieżyczkę Rosenbauer RM15 o wydajności 1500 l/min zainstalowaną na zderzaku i na dachu – jako wieżyczka dachowa – lub RM35 o wydajności 3500 l/min, ale wyłącznie jako działka dachowe – wieżyczkę dachową.

Ponadto RT nadaje się jako transporter zaopatrzenia/załogi i dobrze się sprawdza jako odmiana dowodzenia, gdyż można go np. wyposażyć w drona, aby za pośrednictwem systemu zarządzania operacjami EMEREC zapewnić perspektywę widoku z powietrza do rozpoznania i monitorowania misji. To świadczy nie tylko o jego wszechstronności, lecz i o tym, że jest czymś więcej niż tylko najnowocześniejszym sprzętem: po prostu już dzisiaj wyznacza pewne standardy na przyszłość.

Dzięki RT straż pożarna może dotrzeć na miejsce zdarzenia w pełni elektrycznymi środkami transportu, w ten sposób eliminując lokalne emisje. Poza tym rekuperacja za pomocą silników elektrycznych zmniejsza zużycie hamulców, a tym samym ogranicza tworzenie drobnych cząstek pyłu. Stanowi to wielką zaletę dla ludzi i środowiska, szczególnie na obszarach miejskich, gdzie występują duża liczba interwencji służb ratowniczych i znaczne natężenie ruchu. Z kolei na etapie działania emisja spalin i poziom hałasu są zmniejszone, gdyż energia potrzebna do oświetlenia i wyposażenia technicznego pochodzi z wysokonapięciowych systemów magazynowania energii. Poprawia to warunki pracy wokół pojazdu, redukuje poziom stresu ekip ratowniczych i, co nie mniej ważne, przynosi korzyści lokalnym mieszkańcom.

Od lutego 2021 roku berlińska straż pożarna testuje RT – eLHF w regularnej eksploatacji (remizy Berlin Mitte i Suarez, od listopada remiza strażacka Schöenberg), a w ciągu ośmiu miesięcy przy jego pomocy wykonała około 800 interwencji, z których ponad 90% odbywało się wyłącznie w oparciu o zasób energii zgromadzony w akumulatorze, bez wytwarzania energii przez przedłużacz zasięgu. Dzięki eLHF służby ratunkowe stają się przyjazne dla środowiska nie tylko na drodze, ale i na miejscu zdarzenia są również narażone na mniejszą emisję spalin i hałasu.

3.7. Wnioski i spostrzeżenia

Modele koncepcyjne i studyjne są konstruowane od dziesięcioleci. W latach 80. takimi słynnymi modelami były: dedykowane do transportu na dalekich trasach Renault Virages VE10, Steinwinter, MAN X90, Bedford TM Long Concept, Pegaso 500, Maz 2000 Pierestrojka oraz dystrybucyjny Leyland TX450, a w latach 90. dystrybucyjne MAN SLW 2000 i Volvo ECT i dalekodystansowe Renault Virages VE20, MAN UXT czy DAF FCV. Ich zasadniczym wyróżnikiem koncepcyjno-konstrukcyjnym było zawieranie pewnych rozwiązań i idei, które potem trafiły do wyrobów seryjnych, w połączeniu z opracowaniami i wizjami, które nigdy nie znalazły się w takich wyrobach. Przykładowo pokazane w 1990 roku seryjne Renault AE Magnum opierało się na przeniesionej z VE10 Virages kabinie zawieszanej wysoko nad silnikiem, wskutek tego było pierwszym samochodem ciężarowym z wagonową kabiną z kompletnie płaską podłogą wewnątrz, bez wnikażącego do środka tunelu silnika. Analogicznie wiele późniejszych aut dystrybucyjnych z kabiną niskowejściową cechowały przesuwne, wysokie drzwi i niski poziom podłogi wewnątrz kabiny, zaproponowane pierwotnie w MAN-ie SLW 2000 i Volvo ECT.

Wspólnym mianownikiem tych wszystkich pojazdów w układzie eksploatacyjno-kosztowym było zaś skupienie się na:

- redukcji kosztów użytkowania, w tym poprzez zmniejszenie zużycia paliwa wskutek m.in. poprawy własności aerodynamicznych i dalszych usprawnień w układzie napędowym,
- wzroście zdolności przewozowych wskutek m.in. optymalizacji i ewentualnie powiększenia przestrzeni ładunkowej,
- redukcji masy własnej wybranych komponentów dla wzrostu ładowności,
- podniesieniu komfortu pracy i odpoczynku – dla odmian dalekodystansowych – załogi na pokładzie,
- spadku wymagań obsługowych i wyraźnej poprawie w sferze łatwości prowadzenia samej obsługi,
- poprawie bezpieczeństwa biernego i czynnego.

Do tego zazwyczaj dochodziły niezwykle ciekawe, nieraz uważane za futurystyczne, kształty, chociaż czasami takie egzemplarze w pewnym zakresie bazowały na seryjnych pierwowzorach, jak DAF FCV, Bedford TM czy MAN UXT. Niemniej przeważnie, jak Renault Virages VE 10 i VE20, MAN X90, Pegaso 500 czy szczególnie niezwykle futurystyczny Steinwinter, były to autentycznie bardzo wizjonerskie koncepty, zawierające komponenty i technologie oraz charakteryzujące się wyglądem w niczym czy niewiele odbiegającym od współczesnych wymagań. I w takim też kontekście należy rozpatrywać Volvo Verę albo Scanię NXT oraz IVECO Z Truck. Niemniej do wydań niemal już nawiązujących do konfiguracji seryjnej bliżej mają T-Pod Enride i Rosenbauer RT.

Gdyby przeanalizować zasadnicze przesłanki stojące za przygotowaniem takich modeli koncepcyjnych i studialnych obecnie oraz kilka dekad temu, okaże się więc,

że wszystkie one nawiązują do dalszej redukcji kosztów, w tym poprzez obniżkę zużycia paliwa. Oczywiście nastąpiło także jeszcze silniejsze niż dawniej przeniesienie akcentów na kwestie związane z ekologią. Postęp techniczny pozwolił zaś osiągać te wszystkie założone cele za pomocą nowych narzędzi, którymi są składowe Poziomu 4.0, takie jak sieciowość, gazyfikacja czy szczególnie elektryfikacja układu napędowego oraz automatyzacja w kierunku pełnej autonomizacji. W porównaniu z sytuacją z przeszłości wyeliminowana zatem została konieczność projektowania i wprowadzania coraz bardziej komfortowych i aerodynamicznie ukształtowanych kabin, co zresztą pozwala na dalsze zwiększanie przestrzeni ładunkowej. Sieciowość z kolei ukierunkowano na dalsze ograniczanie wszelakich strat zasobowych i poprawę kontroli – nadzoru nad wykonywanymi operacjami w czasie rzeczywistym, co przekłada się na wzrost ich efektywności, pewności i bezpieczeństwa.

Jednocześnie warto sobie w tym miejscu odpowiedzieć na pytanie, na czym polega przełomowość pojazdów Poziomu 4.0, takich, jak Volvo Vera czy T-Pod? Otóż wbrew pozorom na ich pełną autonomię w sferze poruszania się należy bezwzględnie spojrzeć w zdecydowanie szerszym kontekście, w tym uwzględniającym przewidywania odnośnie do tego, **jak będzie wyglądać przyszłość towarowego transportu samochodowego.**

Obecnie (stan na rok 2022) operatorzy frachtowi znajdują się pod niezwykle silną presją, aby skrócić czas dostawy, ograniczyć emisje oraz radzić sobie z rosnącym niedoborem kierowców. Do tego, przykładowo Schenker¹² wybrał Einride zamiast uznanych producentów samochodów ciężarowych, ponieważ jako operator o zasięgu globalnym musi się zmagać z dwiema największymi transformacjami sektorowymi: digitalizacją/cyfryzacją i elektryfikacją. Autonomiczne samochody ciężarowe będą więc coraz ważniejsze dla sektora logistycznego. Wprowadzone wraz z Einride autonomiczne, w pełni elektryczne pojazdy do ciągłego przepływu na drodze publicznej stanowią zatem kamień milowy w przejściu do systemu transportu jutra. Jest to również zapowiedź taboru towarowego całkowicie pozbawionego kierowców, czego domaga się sektor logistyczny, zarówno na drogach publicznych, jak i we własnych kompleksach przechowaniowo-dystrybucyjnych. W ciągu kilku lat nietrudno sobie zatem wyobrazić kilkadziesiąt takich jednostek przemieszczeniowych działających między magazynami w małym mieście, które mogą nawigować na światłach i prostych skrzyżowaniach, ale w bardzo realnych warunkach jazdy. Jednocześnie, wskutek przedstawienia przez DB Schenker i Einride planów wprowadzenia pojazdu autonomicznego, pojawiły się obawy kierowców, że ich zawód zniknie. Czy w takim układzie kierowcy samochodów ciężarowych powinni się martwić o swoją pracę? Po części tak, chociaż zapewne oczywiście nie dojdzie do

¹² Oparto na materiałach wewnętrznych DB Schenker oraz <https://www.dbschenker.com/se-sv/om-oss/presscenter/nyheter-fr%C3%A5n-db-schenker/nu-rullar-den-sjaelvkoerande-lastbil-p%C3%A5-allmaen-vaeg-594348>, <https://www.dbschenker.com/se-en/about-us/press-center/news-about-db-schenker/roent-ljus-foer-sjaelvkoerande-transporter-p%C3%A5-allmaen-vaeg-i-v%C3%A5r-585128>

tę w najbliższej przyszłości. Z całą pewnością obawy powinni zacząć wyrażać w ciągu dekady lub dwóch, przynajmniej w krajach, które zezwolą na autonomiczną jazdę, szczególnie że sektor transportu drogowego cechuje bardzo duża otwartość na autonomiczną technologię.

Przede wszystkim, to czy kierowcy zachowają swoją pracę, a zawód ten nie zniknie, pomijając kwestie prawne, stanowi rzeczywistą wypadkową dwóch procesów zachodzących dzisiaj niemal równolegle – z jednej strony relatywnego tanienia nowych, coraz bardziej zaawansowanych autonomicznych rozwiązań, z drugiej zaś wzrostu wymagań płacowych i braku chętnych do tej pracy. Jeśli w takim razie finansowe wymogi prowadzących, nierzadko wsparte przez obdarzone niesamowitą krótkowzrocznością związki zawodowe, dalej będą rosły, a koszty wejścia w posiadanie/użytkowania nowoczesnych technologii systematycznie malały, autonomiczne pojazdy szybciej zaczną subsydiować ludzi. W efekcie, im częstsze okażą się żądania podwyżek płac, tym bardziej ulegnie przyspieszeniu skłonność pracodawców do tej substytucji. Innymi słowy, jeśli kierowcy w większym stopniu nie zaczną uwzględniać realiów otaczającego ich świata, jednego dnia mogą zarabiać więcej, a następnego nie mieć już pracy – na własne życzenie. Oczywiście na razie, ze względu na panującą poprawność polityczną i brak chęci konfrontacji z milionami zatrudnionych, nikt tego głośno nie powie, raczej dorobi do tego odpowiednią ideologię. Przykładowo Mats Grundius, były dyrektor Schenker AB, wskazał „Po pierwsze, musimy mieć przeszkolonych kierowców, którzy monitorują pojazdy i w razie potrzeby mogą przejąć nad nimi kontrolę. Widzę zdalnych kierowców przyszłości jako część zespołu pracującego w sterowni, w której T-Pod jest monitorowany, i zachowującego gotowość do przejścia kontroli, gdy sytuacja tego wymaga. Po drugie, trudno mi dostrzec, że taki pojazd może realizować ruch dystrybucyjny, w którym faktyczna dostawa przez pojazd stanowi jedynie niewielką część treści pracy”¹³.

Dlatego obecnie (stan na rok 2022), w zależności od tego, z kim się rozmawia w branży motoryzacyjnej, zdania i opinie są mocno podzielone. Według jednych pojazdy bez kierowcy mogą się pojawić już za kilka lat, zdaniem innych równie dobrze dopiero za dwie dekady, po 2040 roku. Główne przyczyny tak szerokiego spektrum spodziewanego rozwoju wypadków i powiązanych z tym wdrożeń sprowadzają się do środowiska i lokalizacji kierowcy, tempa i kierunku zmian legislacyjnych, barier technologicznych oraz rodzaju zadań, które będzie wykonywało auto. Za szybkim wdrożeniem technologii autonomicznych wyjątkowo mocno opowiadał się Mercedes pod rządami prezesa Andreasa Renschera. Temu m.in. celowi służyło przygotowanie i pokaz w 2014 roku autonomicznego modelu Actros Future Truck 2025. Ten rok w nazwie nie był przypadkowy, gdyż zdaniem niemieckiego koncernu już wtedy technologie autonomicznej jazdy miały być wprowadzone na drogach. Potem Mercedes jeszcze przez dwa-trzy lata mocno promował autonomię pojazdów, po czym ten temat przestał być jakby dla niego kluczowy. Szczególnie,

¹³ Tamże.

że zarządzający innymi koncernami, jak MAN i Volvo, dość realnie wówczas oceniali sytuację i rzeczywiste możliwości wdrożeniowe tych systemów, wciąż obciążone wieloma wyzwaniami w sferach technicznej, prawnej, organizacyjnej oraz mentalnościowej – akceptacji społecznej. Ponadto w obszarze możliwości technologicznych współczesnych systemów autonomicznych dużą rolę odegra środowisko jazdy – pracy: taksówka bez kierowcy może się poruszać po ulicach miasta, unikając rowerów elektrycznych oraz pieszych i stojąc przed innymi – trudniejszymi wyzwaniami niż samochód bez ładunku poruszający się po w dużej mierze pustych drogach. Są to prawdopodobnie dwa końce spektrum, ale autonomiczna technologia dzisiejszych czasów powoli może sobie z nimi poradzić, chociaż w różnym stopniu i przy odmiennych obostrzeniach. Omawiając tę tendencję do automatyzacji, trzeba też zwrócić uwagę na bardzo istotne zmiany zachodzące po stronie popytowej. Nabywcy, szczególnie jeśli kwestia dotyczy tzw. dostaw ostatniej mili, chcą być obsługiwani niezwykle szybko, najlepiej jeszcze, by dostawę otrzymać tego samego dnia, którego złożono zamówienie, oraz chcą otrzymywać nabyte dobro do konkretnej lokalizacji, nawet jeśli zmienia się ona w czasie. Przykładowo taki autonomiczny ciężarówkowy samojezdny dron może dowieźć buty do biegania na szlak albo jedzenie na konkretny przystanek konkretnej linii komunikacyjnej o konkretnej realnej godzinie, szczytywanej nie z teoretycznego rozkładu jazdy, lecz z danych rzeczywistych, pobieranych z miejskiego ITS. Taki system, bazujący na usługach MaaS, może się także okazać przydatny, gdy np. jadąc pociągiem, zauważy się, że część bagażu została w domu. W przyszłości zaistnieje możliwość dostarczenia go niemal w dowolne miejsce, gdziekolwiek znajduje się zleceniodawca, nawet tego samego dnia. Taka sytuacja wyniknie z faktu, że to właśnie zleceniodawca ustali wymagania dotyczące dostawy, z kolei firmy logistyczne muszą ich bezwzględnie przestrzegać.

W przyszłości zatem stanie się oczywiste, że dostawy będą dokładnie dopasowane do wymogów klientów i ich klientów. Nawet małe dostawy odbędą się częściej i szybciej – gdziekolwiek odbiorca by się znajdował. Dziś kierowca za kółkiem nie raz ma swoje skróty na trasie, ale w przyszłości to system informatyczny w czasie rzeczywistym na podstawie całej palety danych ustali i poda najlepszą trasę, aby dostawa mogła być zrealizowana dokładnie wtedy, kiedy klientowi odpowiada. W dodatku system IT wskaże, czy ten klient właśnie nie przeniósł się z pracy do miejsca odpoczynku. Caroline Montini, konsultant ds. logistyki w Schenker Consulting, ocenia: „Odległości są zredukowane i musimy stale zbliżać się do klienta. Dlatego ważne jest, aby mieć inteligentne systemy informatyczne” i dodaje na temat tzw. inteligentnych propozycji: „Wiele ekscytujących rozwiązań, które są obecnie testowane, może stać się transportem przyszłości. Na przykład zelektryfikowane samochody ciężarowe jeżdżące po drodze elektrycznej. Tak jak po szynie. Lub jazda w zintegrowanym konwoju (kolumnie), w którym trzy samochody ciężarowe jadą w rzędzie, a dwa ostatnie poruszają się samodzielnie”¹⁴. Dlatego w przyszłości odzież do

¹⁴ Tamże.

biegania może pojechać zelektryfikowanym autem do terminalu w Krakowie lub Zakopanem, a następnie zostać dostarczona bezpośrednio do odbiorcy dronem. Albo wręcz taki pojazd samobieżny pojedzie pod adres ostatecznego odbioru, a odbiorca dostanie kod do jednego z jego pojemników, aby wyciągnąć adresowaną do niego przesyłkę. Caroline Montini twierdzi: „Nie tylko przepisy środowiskowe wpływają na nasze firmy logistyczne, ale wszyscy klienci stawiają stuprocentowe wymagania środowiskowe, niezależnie od tego, czy są to osoby prywatne czy firmy... Kolejnym ekscytującym rozwiązaniem jest hyperloop, elektryczny pociąg, poruszający się bardzo szybko w tunelach, testowany przez założyciela Tesli, Elona Muska. Kwestia dotyczy tego, by przewozić zarówno ładunki, jak i ludzi szybko oraz ekologicznie. Mówi się, że 450 kilometrów ze Sztokholmu do Helsingborga zostanie pokonanych w zaledwie 28 minut”¹⁵.

W takich realiach środowisko wskazuje drogę i jedno pozostaje pewne: logistyka przyszłości stanie się szybsza i bardziej przyjazna dla przyrody. Jak ocenia Montini „Przed nami szokujące i ekscytujące wyzwania. W przyszłości olej napędowy zostanie całkowicie zakazany, strefy środowiskowe będą się zwiększały, a takich rozwiązań, jak transport pieszo w centrum miasta, myślę, że zobaczymy więcej”¹⁶.

Niemniej, omawiając transport przyszłości, trzeba sobie również zdać sprawę z jednej zasadniczej kwestii – pojazdy takie jak Volvo Vera czy T-Pod *de facto* od samego początku, by w ogóle mogły funkcjonować, muszą działać w środowisku sieciowym. Będzie to zintegrowany oraz centralnie nadzorowany i kontrolowany, holistyczny system, w którym ruch każdego takiego pojazdu w czasie rzeczywistym będzie analizowany i łączony. To połączenie z jednej strony nastąpi z ruchem realizowanym na danej trasie – w danej relacji przez inne pojazdy i tym samym będzie uwzględniało rzeczywiste natężenie, cykle świateł, możliwe zatory czy inne zjawiska. Z drugiej strony wystąpi ściśle wpięcie w wymagania i potrzeby systemów zaopatrzenia, produkcji i zbytu – dystrybucji – obsługiwanych przez te pojazdy łańcuchów logistycznych. Innymi słowy, pojazd będzie opuszczał miejsce załadunku w konkretnym momencie i także w konkretnym momencie będzie musiał przybyć do miejsca rozładunku, przy czym ten konkretny moment przybycia może być zmieniany w czasie rzeczywistym w trakcie jazdy. Co więcej, teoretycznie zmianie może ulec nawet ostateczne miejsce samej dostawy. W przewidywaniu tego czasu przybycia uwzględnione zostanie m.in. realne natężenie ruchu na wybranej trasie podstawowej czy na trasach alternatywnych. W dodatku pod uwagę będą brane chwilowe możliwości i zapotrzebowanie miejsca rozładunku. Jeśli się więc okaże, że dana dostawa może czy powinna przybyć szybciej, jazda takiego auta, naturalnie przy uwzględnieniu ograniczeń prawnych co do prędkości i notowanego w danym momencie na danych ulicach zatłoczenia, zostanie przy-

¹⁵ Tamże.

¹⁶ Tamże.

spieszona. W przeciwnym przypadku, gdy jednak określona dostawa będzie wskazana później, ruch tego pojazdu będzie odpowiednio spowolniony. Wszystko po to, by systemowo ograniczyć wszelkie straty zasobów, w tym czasu, by pojazdy niepotrzebnie nie czekały na parking na załadunek bądź rozładunek. Tym bardziej, że przestrzeń parkingowa też kosztuje, a nie generuje praktycznie żadnych przychodów. W dodatku każdy parking zabiera przestrzeń, którą potencjalnie da się spożytkować bardziej wydajnie i ekologicznie, nawet ostatecznie ją zalesiając.

Wszystkie te pojazdy – Vera, NXT i T-Pod – wyrażają więc nową filozofię środka transportu towarowego Poziomu 4.0, który charakteryzują, oprócz proekologizacji i wysokiej autonomizacji, duża elastyczność eksploatacyjna, pogłębiona i poszerzona modułowość w sferach konstrukcyjnej i implementacyjnej – komercjalizacyjnej oraz przygotowanie do działania wyłącznie w środowisku sieciowym. Do tego w wypadku NXT, wskutek opcji elastycznej wymiany modułowych znormalizowanych nadwozi, dochodzi dualizm obszarowy – pojazd może równie dobrze spełniać swoje zadania w przewozach towarowych i osobowych, poprzez zuniwersalizowane podwozie łącząc te dwie sfery. I wydaje się, że ta tendencja do ich przenikania w przemieszczaniu będzie się w przyszłości nasilać.

Wprowadzanie do eksploatacji bardziej ekologicznego taboru

4.1. Założenia wstępne

Komercjalizacja jakichkolwiek nowych rozwiązań transportowych musi uwzględniać istniejące wyzwania i ograniczenia pięciu podstawowych rodzajów: natury technicznej, ekonomicznej, użytkowej, ekologicznej i prawnej. W przypadku natury technicznej kwestia dotyczy możliwości przygotowania funkcjonalnych prototypów i rozpoczęcia seryjnej produkcji. W odniesieniu do natury ekonomicznej ważne są m.in.: proponowane ceny wejścia w posiadanie/użytkowanie/dostępu do mobilności, średnie zużycie paliwa/energii i ogólne koszty eksploatacji/TCO, poprawa – osiągnięcie najwyższej w danych warunkach rentowności – zdolności do generowania TOE oraz poprawa zyskowności sprzedaży, czyli tego, by projekt był nie tylko wykonalny technicznie, ale i ekonomicznie opłacalny. Sfera użytkowa wiąże się z tym, jak odbiorcy ocenią własności eksploatacyjne. W przypadku ekologii rozpatruje się m.in. redukcję emisji substancji szkodliwych, w tym CO₂, oraz poprawę tzw. proekologicznego – prośrodowiskowego – „zielonego” wizerunku, ważnego, by się chwalić wymaganym przez społeczeństwo zaangażowaniem w ochronę przyrody i także czerpać z tego korzyści. Natomiast kwestie prawne bezpośrednio i pośrednio odnoszą się *de facto* do wszystkich poprzednio wymienionych sfer, gdyż prawo, określając wymogi ekologiczne bądź techniczne, wpływa na opłacalność realizowanych działań czy sposób samej ich realizacji. Dlatego niestety przeważnie nie istnieją rozwiązania idealne. I do takich propozycji suboptymalnych zaliczają się wszelkie paliwa stosowane w drogowych technologiach transportowych. Tradycyjne paliwa są łatwe w dystrybucji i magazynowaniu, silniki, w których się je stosuje – dość mocne, ale ich spalanie powoduje wydzielanie licznych substancji szkodliwych. Po części analogiczne elementy cechują gazy zawierające metan, z wyjątkiem bardziej ekologicznego biogazu. Technologie wodorowe także nie są wolne od licznych wad, podobnie jak ostatnio mocno promowane technologie elektryfikacyjne, zarówno w formie mieszanej – hybrydowej – spalinowo-elektrycznej, jak i czysto elektrycznej. Podstawowym obszarem zastosowania tych ostatnich są mianowicie zadania wykonywane w ramach przewozów w miastach, w których często dochodzi do ruszania i zatrzymywania się, czyli gdzie da się wykorzystać zalety funkcji start-stop oraz w ekonomicznym i technicznym zakresie sensowne staje się odzyskiwanie energii normalnie bezpowrotnie traconej w trakcie hamowania. W transporcie dalekobieżnym tymczasem zdecydowanie ważniejsze są dobra aerodynamika/niskie opory powietrza, małe opory toczenia oraz tzw.

inteligencja pojazdów, definiowana przez Daimlera jako maksymalne wykorzystanie ładowności czy/i przestrzeni do załadunku, skutkujące pełnym spożytkowaniem eksploatacyjnie nadających się do spożytkowania wolnych przestrzeni.

O tym, że w pierwszych dwóch dekadach tego stulecia stosowanie technologii hybrydowych w transporcie na długich trasach nie ma większego technicznego oraz ekonomicznego uzasadnienia, świadczą i inne fakty. W rozważaniach przyjęto¹, iż 12-tonowe auto dystrybucyjne ma do pokonania dystans 500 km, 100 l paliwa w jego zbiorniku waży 85 kg, zużycie paliwa wynosi przeciętnie 20 l/100 km, z kolei 40-tonowy zestaw do ruchu dalekobieżnego zabiera 990 l paliwa ważącego 836 kg, zużywa średnio 33 l/100 km oraz, podobnie jak wariant dostawczy, ma do pokonania 500-kilometrowy dystans. Jednocześnie w przypadku obu typów samochodów silnik spalinowy cechuje się sprawnością 40%, silnik elektryczny sprawnością 80% (są to zaniżone kryteria, gdyż sprawność silników spalinowych dochodzi już do 50%, a elektrycznych przekracza 90%), zawartość energii w oleju napędowym wynosi 11,8 kWh/kg, w akumulatorach litowo-jonowych 0,19 kWh/kg, jeden litr oleju napędowego waży 0,845 kg, jeden litr akumulatorów litowo-jonowych – 2 kg, a akumulatory są naładowane w przedziale od 25 do 75% swojej nominalnej pojemności. Przyjmując takie dane za wyjściowe, by możliwe stało się poruszanie w 100% oparte na napędzie elektrycznym i tym samym pobieranie energii wyłącznie z akumulatorów litowo-jonowych:

- auto dystrybucyjne musiałoby być zaopatrzone w zestaw akumulatorów o masie własnej 5,2 t i objętości 2,6 m³,
- zestaw do ruchu dalekodystansowego musiałby mieć zamontowane akumulatory o objętości 26 m³ i masie własnej aż 52 t.

O ile w pierwszym przypadku utrata ładowności równałaby się „jedynie” około 80%, to w drugim – zestawie do transportu dalekodystansowego – sama masa własna akumulatorów o 30% przekroczyłaby dopuszczalną kodeksowo masę całkowitą tego zestawu! Byłby to oczywiście czynnik dyskwalifikujący.

Niemniej, pomimo licznych poważnych barier i wyzwania, ekologizacja i proekologizacja współczesnego drogowego transportu ładunków są procesami nabierającymi coraz większego tempa. W szczególności powyższe odnosi się do tzw. czystej proekologizacji, oznaczającej oferowanie na rynku pojazdów o całkowicie i trwale zerowej emisji substancji szkodliwych, docelowo najlepiej z równie ekologicznym zabezpieczeniem pełnego łańcucha – tzn. zapewnieniem pełnej zeroemisyjności w obiegu zamkniętym w myśl zasady „od koła do koła”, czyli włączając w to także ekologizację produkcji i dostaw samych paliw/energii.

Tym samym na obecnym etapie:

- elektryczne systemy napędowe oparte na technice akumulatorowej uważa się za rozwiązanie *de facto* tymczasowe, o ile do ich zasilania nie jest wykorzystywana energia powstała ze źródeł w pełni odnawialnych, tzn. z energii wiatru lub wody oraz fal słonecznych,

¹ Na podstawie materiałów wewnętrznych Daimler – Mercedes, 2009.

- wodór jest uważany na paliwo przyszłościowe i ekologiczne, o ile jest to tzw. czysty ekologicznie – zielony wodór, tzn. wytworzony wyłącznie z w pełni zielonej, odnawialnej energii elektrycznej,
 - wodór może być stosowany w układach napędowych w pełni elektrycznych z ogniwami paliwowymi, a także jako gaz do zasilania gazowych silników spalinowych.
- Poza tym usprawnienie, przyspieszenie, potaniecie oraz zindywidualizowane przechodzenie w kierunku proekologizacji ma ułatwić zespół stale poszerzanych i pogłębianych skojarzonych usług towarzyszących, zaliczany do modułu serwisacyjnej.

Osobną kwestię stanowią składowe samej polityki wdrażania ekologizacji oraz strategię przyjęte przy tym wdrażaniu. Tu baczna uwagę zwraca się na:

- włączenie w to wdrażanie jak największej liczby zaangażowanych stron – interesariuszy;
- fakt, że ponieważ – ze względu m.in. na koszty i zasięg koniecznych zmian – żadna ze stron nie jest w stanie zrealizować wymaganych prac, posunięć i inwestycji samodzielnie, wręcz bezwzględnie konieczne okazuje się zawieszenie konkurencji w pewnych wybranych obszarach nawet pomiędzy dotychczasowymi kluczowymi rywalami. Ma to na celu obniżkę kosztów wskutek przyspieszenia i potaniecia prowadzenia prac badawczo-rozwojowych, a potem samej komercjalizacji, w tym strategii *win-win*. Współpracując kooperacyjnie, strony po prostu więcej zyskują współdziałając, niż twardo walcząc. Co więcej, na tej częściowej współpracy zyskują nie tylko same firmy, ale i całe społeczeństwo, gdyż właśnie implementacja dokonywana szybciej i przy wyższym wolumenie przyczyni się m.in. do redukcji kosztu jednostkowego oraz wyraźnego skrócenia czasu. Innymi słowy, zainteresowani więcej tu zyskują kooperując niż konkurując.

Sam proces wdrażania paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych w drogowych przewozach towarowych trwa od dziesięcioleci. Na tym etapie dotyczy głównie różnych rodzajów gazu oraz napędów alternatywnych – przede wszystkim zelektryfikowanych. Bardzo szybko silnik spalinowy chciano bowiem zasilać nie tylko paliwami ciekłymi, ale właśnie też gazowymi. Przez dekady tak zasilane silniki, pomijając w jakiejś mierze okres drugiej wojny światowej i stosowanie w formie paliwa gazu drzewnego, stanowiły niszę – ilościowy margines wśród wszystkich silników stosowanych do napędu samochodów ciężarowych różnych klas i typów. Jako zasadnicze tego powody należy wskazać:

- relatywnie niskie moce i momenty obrotowe uzyskiwane przez jednostki gazowe, co automatycznie eliminowało je w charakterze źródła napędu cięższych aut solo i zestawów,
- problemy z modułami zbiorników na gaz, zajmującymi wiele miejsca i relatywnie dużo ważącymi, co z jednej strony negatywnie wpływało na zdolności przewozowe pojazdów gazowych, z drugiej wyraźnie limitowało ich zasięg,
- wyższą cenę zakupu, nie zawsze kompensowaną późniejszymi oszczędnościami na paliwie; do tego wartość rezydualna po założonym okresie mogła być niska lub wręcz nie występował (prawie) w ogóle rynek wtórny.

W rezultacie bardzo długo odmiany gazowe nadawały się głównie do obsługi ruchu na krótszych dystansach, czyli lokalnego – miejskiego i regionalnego – podmiejskiego, a zazwyczaj wykorzystywano je w dwóch zasadniczych sferach: dystrybucji oraz służbach komunalnych, w pierwszym rzędzie z nadwoziami do wywozu śmieci.

Komercyjny przełom, oznaczający poważne zmiany w obszarze wdrożeń, nastąpił dopiero w czerwcu 2016 roku², gdy IVECO pokazało w Madrycie pierwszy gazowy silnik o średniej pojemności i mocy. Koncern zaprezentował wtedy swój flagowy wówczas szosowy typoszereg Stralis zaopatrzony w gazowy silnik Cursor 9, uzyskujący maksymalne – moc 294 kW/400 KM i moment obrotowy 1700 Nm. Tak zaopatrzony Stralis 400 NP nadawał się już do:

- tworzenia cięższych zestawów, w tym o dopuszczalnej masie całkowitej 40 000 kg,
- obsługi ruchu na średnich i dłuższych dystansach, w tym ruchu krajowego, a nawet międzynarodowego; konieczne zwiększenie zasięgu uzyskano, instalując moduły zbiorników na CNG lub nowoczesne zbiorniki na LNG,
- realizacji przewozów przez tereny bardziej wymagające pod względem topograficznym.

Poza tym silnik o mocy 400 KM mógł trafić do cięższych wersji wykorzystywanych nie tylko w sektorze komunalnym czy selektywnej zbiórki odpadów, ale i w drogownictwie oraz budownictwie. Co więcej, włoska firma wprowadziła go nawet w samochodach pożarniczych – ratowniczo-gaśniczych.

Wdrażanie napędów zelektryfikowanych przebiega, jak dotychczas, analogicznie powoli, przy czym podstawową barierę w takiej implementacji nie stanowiły niskie moce i momenty obrotowe jednostek elektrycznych, gdyż ze względu na charakterystykę ich pracy odmienną niż w silnikach spalinowych z tym nigdy nie było problemu, ale kluczowe wyzwanie odnosiło się do zdolności efektywnego magazynowania energii na pokładzie. Z tym zagadnieniem ludzkość przez lata nie mogła sobie skutecznie poradzić – tzn. służące w roli magazynów energii/paliwa akumulatory:

- były ciężkie – co negatywnie wpływało na ładowność,
- były drogie – co negatywnie rzutowało na cenę,
- wyróżniały się relatywnie niską gęstością energii – co wpływało na ich rzeczywistą pojemność,
- cechowały się zaledwie kilkuletnim cyklem życia,
- wciąż na masową skalę nie mogą być poddawane efektywnemu ekologicznie i ekonomicznie recyklingowi, gdyż taka technologia nie istnieje.

Te wszystkie składowe powodowały, że modele elektryczne były niezwykle drogie, ważyły relatywnie dużo oraz uzyskiwały zasięg satysfakcjonujący jedynie poruszających się na krótszych dystansach, przede wszystkim w ruchu miejskim. W nim zresztą można spożytkować najważniejsze eksploatacyjne i ekologiczne za-

² IVEVO – zestaw materiałów promocyjnych na temat modelu Stralis NP400, Madryt, czerwiec 2016.

lety pojazdów elektrycznych w postaci niskiego poziomu emitowanego hałasu oraz braku emisji substancji szkodliwych.

Pewne wyjście pośrednie między silnikami spalinowymi a układami w pełni elektrycznymi stanowi hybrydyzacja układu napędowego. Polega ona – w uproszczeniu – na połączeniu najlepszych cech układu tradycyjnego oraz elektrycznego układu napędowego. Odnosi się to więc do połączenia relatywnie dużego zasięgu, wciąż cechującego układ tradycyjny, z wykorzystaniem szeregu zalet silnika elektrycznego, w tym odzyskiem energii w procesie rekuperacji podczas hamowania, cichobieżnością, praktycznie żadnymi wibracjami oraz bardzo wysokim momentem obrotowym, dostępnym już realnie od zera obrotów na minutę. Przy tym stosowane w układach hybrydowych technologie elektryczne oraz układy sterowania całym systemem napędowym musiały osiągnąć odpowiednio wysoki stopień rozwoju, by hybrydy mogły być w pełni użytkową oraz w znacznym stopniu ekonomiczną alternatywą w stosunku do wyłącznie spalinowego odpowiednika.

Jeszcze pod koniec pierwszej dekady tego stulecia technologie hybrydowe rozwijano wyłącznie czy praktycznie wyłącznie w wariantach proponowanych do zastosowań wybitnie miejskich – dystrybucyjnych i komunalnych, ze względu na liczne ograniczenia techniczno-kosztowo-eksploatacyjne związane z modułem elektrycznym: kwestia dotyczyła kosztów i masy baterii oraz bardzo małego zasięgu w trybie jazdy czysto elektrycznym. Takie warianty proponowały wtedy: IVECO – modele z serii Eurocargo, Mercedes – model z serii Atego, MAN – model z serii TGL, Renault – modele z serii Premium Distribution, Volvo – model z serii FM oraz DAF – model z serii LF. W przeważającej większości były to samochody średniotonażowe. Jedynie członkowie Grupy Volvo – Volvo Trucks i Renault Trucks – oferowali odmiany klasy ciężkiej: Renault – 2- i 3-osiove, Volvo – 3-osiove. Do tego znaczna część z wymienionych pojazdów trafiła na linie montażowe i była składana w krótkich seriach. Przy tym nawet sami twórcy tych pojazdów nie ukrywali, że na ówczesnym poziomie rozwoju technicznego, szczególnie w obszarze akumulatorów, ich konstruowanie stanowiło sztukę dla sztuki i gdyby nie liczne programy wsparcia, w tym możliwość otrzymania znaczących dotacji, oraz konieczność bycia wytwórcą poprawnym politycznie w dziedzinie ochrony przyrody, warianty tego typu jeszcze przez wiele lat nie miałyby najmniejszej racji bytu. Ponadto samym dostawcom z bardziej masową produkcją zwyczajnie się nie spieszyło. W trakcie lipcowej konferencji PreIAA w 2008 roku przedstawiciel MAN-a stwierdził wręcz otwarcie, iż cały projekt, pomijając kwestie etykiety bycia prośrodowiskowym, poprawności politycznej itd., jest zwyczajnie, jak powiedział, „poroniony”. Nie istniały mianowicie wtedy żadne przesłanki czystej natury ekonomicznej, bez ulg i dotacji, by wówczas hybrydy na dużą skalę komercjalizować, a ewentualne korzyści mogły nie zostać zrekompensowane nakładami. Po prostu, licząc jedynie oszczędności wynikłe z niższego zużycia paliwa, zakup hybrydy miał zacząć się opłacać dopiero po przejechaniu 1 200 000-1 500 000 km (zakładane oszczędności rządu 10%, czyli 2 l/100 km, cena paliwa 1,5 EUR za

litry). Jeśli uwzględniliby się oszczędności wynikłe z mniejszego zużycia elementów w układzie hamulcowym, okres amortyzacji – przebieg do pełnej amortyzacji skróciłby się do około 1 000 000 km. Są to *de facto* jednak wartości – 1 000 000-1 200 000 czy tym bardziej 1 500 000 km – przy których pojazd zostaje skierowany do utylizacji – na złomowisko. Do tego mały w tamtym czasie przebieg hybryd w trybie w pełni elektrycznym – rzędu 2 km – ograniczał obszar ich eksploatacji wyłącznie do samego centrum miasta, a nie całego jego terenu. Naturalnie korzyści prośrodowiskowe są bezcenne, tylko w tym momencie wciąż dochodzi jeszcze jedno istotne „ale”. W obliczeniach trzeba uwzględnić ekonomiczne i ekologiczne koszty wyprodukowania oraz późniejszej utylizacji 2-3 zestawów akumulatorów litowo-jonowych. Koszty te, jak wiadomo, nie są małe.

Problemy hybryd, dotyczące głównie ich modułu elektrycznego – tzn. kosztów, masy i pojemności baterii, udało się relatywnie efektywnie rozwiązać dopiero w ostatnich latach. W rezultacie na rynku zaczęły się pojawiać warianty coraz bardziej naturalnie opłacalne kosztowo oraz pozwalające na dość elastyczne i bardziej długotrwałe spożytkowanie zalet jazdy w trybie w pełni elektrycznym.

Przez lata jeszcze większe ograniczenia kosztowo-eksploatacyjne dotyczyły i wciąż dotyczą wersji w pełni elektrycznych. Wersje te mianowicie nadal są niezwykle drogie oraz – podobnie jak w przypadku gazu – mogą być stosowane z reguły w miastach, w dystrybucji oraz w służbach komunalnych. Możliwe są też już pewne aplikacje specjalizowane i specjalistyczne, jak wsparcie budownictwa i straży pożarnej, trwają również intensywne próby z eksploatacją w ruchu lokalnym i regionalnym – tzn. na średnich dystansach.

Obecnie (stan na lata 2020-2022), z związku z polityką klimatyczną i potężnymi nakładami w segmencie akumulatorów, elektryczne samochody ciężarowe:

- uzyskują zasięg przekraczający 200 km, co powoduje, że z powodzeniem mogą już obsługiwać ruch regionalny,
- mogą zasilać z pokładowych modułów akumulatorów osprzęt i urządzenia takie jak agregaty chłodnicze, żurawie przeładunkowe czy betonmieszarki, gdyż mimo tego zasilania następuje spadek dziennego zasięgu – bez doładowania na trasie – do poziomów akceptowanych w normalnym ruchu w miastach,
- nadają się do realizacji cięższych przewozów, w tym zestawami ponad 40- czy wręcz przeszło 60-tonowymi, ale na tym etapie rozwoju technologii akumulatorowej za cenę ograniczenia zasięgu do 60-70 km.

Oznacza to także, że modele elektryczne mogą służyć do wykonywania szerszego niż dawniej spektrum prac ze względu na wzrost efektywnego zasięgu, coraz mniejszy realny spadek ładowności oraz przygotowanie pojazdów mogących wykonywać zadania w innych sektorach gospodarki, w tym nawet specjalizowane i wybitnie specjalistyczne. Oprócz niejako tradycyjnych dystrybucji i służb komunalnych nadają się one do obsługi:

- budownictwa, ale na razie jedynie przy poruszaniu się po drogach o nawierzchni utwardzonej, co ogranicza obszar implementacji do w pierwszym rzędzie budów

realizowanych w miastach i ich okolicach; do tego obecnie (stan na rok 2022) przygotowano niewielką gamę specjalnych nadwozi, które mogą być posadzone na takich nośnikach – są nimi wywrotka ewentualnie uzupełniona o zaka-binowy żuraw, także zasilany elektrycznie, oraz betonmieszarka,

- kontenerów i platform przez hakowe i bramowe systemy załadownicze, co mogą wykorzystać sektory komunalny, selektywnej zbiórki odpadów, drogownictwo oraz budownictwo,
- drogownictwa, przy analogicznych zabudowach jak w przypadku budownictwa,
- ciężkiego ruchu regionalnego, w tym wahadłowego między terminalami,
- specyficznych zadań, w tym w straży pożarnej.

4.2. Wdrożenie do użytkowania bardziej ekologicznych pojazdów pochodzących od poszczególnych koncernów

4.2.1. Scania

Biopaliwa

Emmelev A/S z Otterup na Fionii³ jest największym duńskim wytwórcą zrównoważonego biodiesla na bazie rzepaku. Biodiesel ten powstaje z duńskiego rzepaku i jest używany m.in. do mieszania z tradycyjnym paliwem nawet w proporcji do 7% (tzw. paliwo B7). Zapewnia także minimalną redukcję emisji CO₂ o 72% w porównaniu z tradycyjnym olejem napędowym. Co więcej, od 2022 roku firma dystrybuuje wytworzony przez siebie biodiesel wśród duńskich klientów za pomocą dwóch ciągników siodłowych Scania R 590, obu dopuszczonych do jazdy na w 100% czystym biodieslu. To pierwsze w Danii samochody ciężarowe zasilane czystym biodieslem z własnej produkcji. Dystrybuują roczną produkcję biodiesla Emmeleva dochodzącą do 130 000 ton.

Emmelev A/S wskazuje, że najszybszy i najtańszy sposób znacznej redukcji emisji CO₂ z ciężkiego transportu drogowego zapewniają biopaliwa już dostępne na rynku. Biodiesel jest produkowany lokalnie, a odpowiednim autom można tankować własny produkt bezpośrednio do zbiorników paliwa. Przy tym wciąż jazda nawet na własnym biodieslu okazuje się w Danii droższa niż na tradycyjnym oleju napędowym – chociaż biodiesel jest zwolniony z podatku od CO₂, to nadal pozostaje o około 2,50 DKK droższy za litr niż kopalny olej napędowy. Obciążenie ekonomiczne można by usunąć poprzez zniesienie podatku energetycznego od przyjaznego dla

³ <https://www.scania.com/dk/da/home/about-scania/newsroom.html#/news/med-baeredygtig-biodiesel-i-tankene-442147>

CO₂ biodiesla, po czym stałby się on nieco konkurencyjny w stosunku do tradycyjnego „czarnego” oleju napędowego. Dopóki tak się nie stanie, podmiot sam musi ponieść dodatkowy wydatek.

Biodiesel firmy Emmelev jest zatwierdzony zgodnie z tzw. normą EN590, wymaganą dla większości nowoczesnych silników wysokoprężnych, by mogły działać płynnie. Do tego, aby można było jeździć na w 100% czystym biodieslu, dodatkowe wymogi są stawiane w sferze specyfikacji silnika. Wymagania te spełnia kilka silników Scanii, w tym V8 o mocy 590 KM, w który są wyposażone ciągniki Emmelev. Firma podkreśla też, że dzięki własnemu zbiornikowi na placu obieg paliwa we własnej produkcji i dystrybucji nie może stać się bardziej lokalny. Taki system ma się przyczyniać nie tylko do zmniejszenia emisji CO₂, ale także do maksymalnego ograniczenia emisji CO₂ z własnego transportu. Tym samym maksymalna redukcja emisji CO₂ zachodzi coraz szybciej dzięki rozwiązaniom wydajnym, zrównoważonym i dostosowanym do warunków lokalnych.

Sam Emmelev A/S to młyn paszowy, od 2002 roku będący również liderem w produkcji biodiesla. Historia firmy sięga 1838 roku, kiedy została założona przez Maren i Adriana Johansenów jako Emmelev Mølle. W ciągu ostatnich 30-40 lat Emmelev został przekształcony z wiejskiego młyna w nowoczesną firmę przemysłową, produkującą głównie z duńskiego rzepaku rocznie duże ilości biodiesla, oleju rzepakowego, makuchów paszowych i gliceryny. Gdy biodiesel jest ekstrahowany z rzepaku, pozostały produkt, stanowiący około 2/3 całkowitej ilości, służy do wytwarzania makucha paszowego dla bydła, zawierającego białko i wolnego od GMO. Tym samym zastępuje śrutę sojową importowaną z innych części świata. Emmelev zatrudnia około 3050 pracowników i ma roczny obrót przekraczający 1 miliard DKK.

Gaz⁴

Dostawa do Urbaser w ramach realizacji przedsięwzięcia ProjectZero⁵

Po koniec 2020 roku Urbaser odebrał 10 egzemplarzy Scanii 6×2 na gaz. Stanowią one część ProjectZero, będącego wizją duńskiego miasta Sønderborg. Wizja ta polega na zmniejszeniu do 2029 roku w tym regionie emisji CO₂ do zera, a jednocześnie na tworzeniu nowych umiejętności i zielonych miejsc pracy. Wizja neutralizacji w 2029 roku emisji CO₂ została stworzona w 2007 roku przez think tank Futura Syd i jest wspierana przez radę miasta Sønderborg oraz wielu partnerów. Przy tym ProjectZero to projekt demonstracyjny dla całego świata, który pokaże, jak można zredukować emisję CO₂ poprzez współpracę i działania, a równocześnie tworzyć zielone miejsca pracy. Jednym z głównych obszarów projektu jest „transport cięż-

⁴ Gazowe pojazdy Scanii dotąd na różnych rynkach europejskich trafiły do setek odbiorców. Zostaną tu jedynie przybliżone najciekawsze z tych aplikacji.

⁵ <https://www.scania.com/dk/da/home/about-scania/newsroom.html###/news/10-gasdrevne-renovationslastbiler-til-urbaser-og-projectzero-416089>; <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/biogas-gives-finnish-operator-an-edge.html>

ki”. W tej sferze zostało przyjętych 9 inicjatyw mających przyczynić się do obniżki emisji CO₂ – dwie z nich to skupienie się na rodzajach paliw i infrastrukturze paliw ekologicznych. Tutaj dużą rolę odegrają samochody na gaz. Scania działa celowo, aby promować przejście na zrównoważony system transportowy, w którym partnerstwa są ważnym elementem. Dostawa aut gazowych do Urbaser to dowód i wyraz istnienia współpracy, ukierunkowanej na promowanie ekologicznej transformacji. Wszystkie 10 aut to 3-osiowa odmiana na gaz, z ostatnią osią skrętną oraz kabiną niskowejściową. Zasila ją przyjazny dla klimatu biogaz, wobec tego podczas pracy cechuje się ona całkowitą neutralnością dla klimatu pod względem zużycia energii. Dokładniej powyższe oznacza rocznie – przy 10 samochodach gazowych – oszczędność w zużyciu około 130 000 l oleju napędowego i redukcję emisji o około 351 t CO₂. Oprócz przyjazności dla klimatu obniżono poziom hałasu. Niski poziom hałasu jest wielką zaletą, gdy śmieciarki muszą odbierać odpady od mieszkańców gminy Sønderborg. To nie pierwszy raz, kiedy Scania dostarcza do Sønderborga pojazdy przyjazne dla klimatu. W 2015 roku Umov zainwestował w 44 nowe autobusy gazowe Scania Citywide LE, które na trasach miejskich i podmiejskich poza jazdą na certyfikowanym biogazie zabierają cztery rowery. Autobusy te są tankowane na stacjach benzynowych, w które zainwestowała gmina Sønderborg, a łączna pojemność zbiorników wynosi 1280 l biogazu sprężonego do 200 barów, podzielonego na cztery butle aluminiowe/z włókna węglowego, znajdujące się na dachu.

Operacje transportowe realizowane na biogazie Skänninge Godstransporter⁶

Wybór paliwa często zależy od zaangażowania zleceniodawcy w ochronę środowiska, a to, że klienci określają warunki środowiskowe, staje się coraz bardziej powszechne w branży. Dla szwedzkiego przewoźnika Skänninge Godstransporter wybór był prosty, gdyż jego główny klient, Toyota Material Handling Manufacturing Sweden, przestawił się na wykorzystanie biogazu. Dlatego obsługując Toyotę, firma zaczęła eksploatować Scanię R 410 zasilaną skroplonym biogazem. Praca na biogazie była tu wymogiem. Zadanie polega na dostarczaniu komponentów do produkcji wózków ręcznych i elektrycznych wózków magazynowych Toyoty w Mjölby w Szwecji.

Auta Scanii na gaz płynny, bez potrzeby dodawania AdBlue lub oleju napędowego, można zamówić z dwoma zbiornikami, przekładającymi się na możliwość uzyskania łącznego zasięgu 1600 km. Skänninge zdecydowało się jednak na jeden zbiornik, gdyż jego pojazd dziennie pokonuje średnio 300 km. Tankowanie odbywa się na stacji skroplonego biogazu w Mjölby. Potrzebne są okulary ochronne, rękawice i przeprowadzenie samej procedury w odpowiedniej kolejności. Ale wtedy operacja napełniania jest szybka.

⁶ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Biogas-transport-operations-the-self-evident-choice.html>

Firma została założona przez Ivara F. Svenssona w 1937 roku i przekazana jego dwóm synom. Pod koniec lat 50. Ivar jeździł po Europie pojazdem Scania L10, później zastąpionym Scanią LS75. Obecnie (stan na rok 2022) przewoźnik skupił się na jazdach lokalnych, wykonywanych w Szwecji dla DB Schenker.

Praga i czyszczenie kanalizacji⁷

Praska spółka zajmująca się zaopatrzeniem w wodę i kanalizacją – Pražské vodovody a kanalizace (PVK) w 2020 roku uruchomiła pierwszy w Europie Środkowej samochód ciężarowy na biogaz do wysokociśnieniowego mycia sieci kanalizacyjnej. Dzięki zabudowie firmy Kaiser system pod wysokim ciśnieniem oczyszcza kanał ściekowy strumieniem wody z recyklingu i usuwa osiadły brud. W tym przypadku połączenie wydajnego recyklingu wody i napędu na biogaz znacznie redukuje emisję dwutlenku węgla. Tym samym miejskie spółki publiczne pomagają wypełniać zobowiązania klimatyczne Pragi. Do tego PVK, jako pierwsza w Europie Środkowej, wykorzystuje biogaz do obsługi takiego pojazdu. W 2020 roku biogaz produkowany w centralnej oczyszczalni ścieków w Pradze służył do wytwarzania energii elektrycznej, ale w 2021 roku zakład rozpoczął produkcję biogazu dla aut PVK.

Arla

Arla Foods⁸, spółdzielnia mleczarska działająca w siedmiu krajach europejskich, ma na celu redukcję emisji dwutlenku węgla o 30% do 2030 roku w kierunku neutralnego wpływu na klimat do 2050 roku. W Finlandii dla Arli drugim największym sektorem wpływającym na klimat jest transport. W związku z tym firma w tym kraju rozpoczęła wdrażanie 3-osiowych, zaopatrzonych w zabudowę, podwozi Scania na biogaz, w ten sposób zmniejszając emisję dwutlenku węgla nawet o 90%.

Nowe samochody na gaz, tym razem 2-osiowe ciągniki siodłowe sprzęgane z 2- i 3-osiowymi naczepami chłodniczymi, Arla⁹ wdraża także w Danii. Wyposażone są one w tzw. technologię bioCNG, czyli sprężonego biogazu. Silnik jest zasadniczo zaprojektowany jako silnik wysokoprężny, ale jest przekształcany na gazowy przy użyciu innej technologii wtrysku, świec zapłonowych itp. Biogaz magazynowany z boku podwozia w zbiornikach ciśnieniowych zapewnia wariantom gazowym zasięg około 500 km. To więcej niż wystarcza na cały dzień jazdy, po którym auto można zatankować w kilka minut, dzięki czemu jest gotowe do nowej zmiany. Jako kolejna zrównoważona technologia nowe Scanie P 340 na gaz firmy Arla są również wyposażone w tak zwane systemy TRS do wytwarzania dużych ilości mocy z przystawki

⁷ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/prague-deploys-scania-biogas-truck-for-sewer-cleaning.html>

⁸ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/Dairy-giant-switches-to-biogas.html>

⁹ <https://www.scania.com/dk/da/home/about-scania/newsroom.html#/news/stigende-interesse-for-biogaslastbiler-396100>

odbioru mocy silnika. Napęd ten służy do zasilania układu chłodniczego zabudowy i utrzymywania podczas przewozu produktów mlecznych w niskiej temperaturze. Eliminuje to emisję CO₂ i hałas oraz koszty paliwa i konserwacji z oddzielnego silnika wysokoprężnego, normalnie zasilającego układ chłodniczy naczepy. Ponadto zanieczyszczenia pyłowe z naczep są całkowicie wyeliminowane, a emisje innych zanieczyszczeń znacznie obniżone, gdyż silnik biogazowy samochodu ma znacznie lepsze właściwości środowiskowe niż tradycyjny silnik wysokoprężny w układzie chłodniczym naczepy. Częściowo koszty są tu niższe niż w przypadku innych biopaliw, a częściowo znacznie niższe niż np. w przypadku napędu elektrycznego. Interesujące pozostaje również to, że dodatkowa cena typowego artykułu w supermarkecie wzrasta tylko o kilka øre, jeśli artykuł jest rozprowadzany pojazdem na biogaz. Dlatego w tym momencie sfinansowanie zielonej transformacji nie stanowi żadnego wyzwania, gdyż konsument nie jest poważnie obciążony kosztami. W tym kontekście wykorzystanie energii elektrycznej, nieraz postrzeganej jako „najczystsza” forma energii, zależy od tego, jak jest wytwarzana ta energia. W tej sferze Dania znajduje się na dobrej drodze z rosnącym udziałem energii powstającej w sposób zrównoważony, ale redukcja emisji CO₂ zawiera się obecnie (stan na rok 2022) w zakresie „tylko” od 60 do 80%, a zatem niższym, niż przy zastosowaniu czystego biogazu. Klimatowi może sprzyjać fakt, że wszystkie inwestycje zostały poczynione w pojazdy na biogaz, z dopracowaną technologią dostępną już teraz, a nie dopiero za wiele lat, jak w odniesieniu do rozwiązań silnie zelektryfikowanych.

HAVI – McDonald’s w Finlandii¹⁰

Pomimo populacji wynoszącej zaledwie 5,5 mln, Finlandia ma jedną z najbardziej rozwiniętych sieci biogazowych w Europie, z 33 stacjami publicznymi, z których 16 oferuje biogaz w najczystszej postaci (CBG100), a 17 dostarcza biogaz zmieszany z metanem kopalnym.

Przy tak dobrej infrastrukturze HAVI Logistics przestawiło połowę swojej fińskiej floty złożonej z 8 aut na biogazowe Scanie. HAVI, dostarczające żywność do McDonald’s i innych restauracji w ramach ogólnoeuropejskiej umowy zawartej w 2017 roku ze Scanią i McDonald’s, jest bowiem zobowiązane do stopniowego wycofywania swojej działalności związanej z paliwami kopalnymi. To zaś wymaga podjęcia szybkich działań na rzecz bardziej zrównoważonego transportu. Realizując je, przy planowaniu nowych operacji, HAVI ściśle współpracowało z fińskim państwowym dostawcą energii Gasum. Sieć tankowania gazu Gasum pokrywa potrzeby HAVI w całej Finlandii, a najbliższa stacja gazowa znajduje się zaledwie 500 m od Fińskiego Centrum Logistycznego HAVI w Vantaa, niedaleko Helsinek. Poza tym McDonald’s zmniejsza ślad węglowy swojej działalności restauracyjnej dzięki biodegradowalnym materiałom opakowaniowym, recyklingowi i poszerzaniu menu

¹⁰ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/sustainable-deliveries-to-mcdonalds-in-finland.html>

o produkty roślinne. Ale polega też na swoich partnerach w rozwiązywaniu problemów związanych z transportem, gdyż ufa, że ci partnerzy mają niezbędną wiedzę specjalistyczną w zakresie ograniczania emisji dwutlenku węgla z przewozów.

Ze swojej strony HAVI podejmuje wiele działań ukierunkowanych na redukcję emisji dwutlenku węgla. Druga połowa fińskiej floty pojazdów może być nadal zasilana olejem napędowym, ale 4 sztuki są zasilane hydorafinowanym olejem roślinnym (HVO), co przyczyni się do zmniejszenia rocznej emisji dwutlenku węgla firmy z przewozów o 83%. W tym czasie Centrum Logistyczne HAVI przeszło gruntowny remont, aby mogło być bardziej energooszczędne. W sumie środki te obniżą emisje dwutlenku węgla przez HAVI Logistics w Finlandii o 1388 t rocznie – to równowartość około 8,8 mln km przejechanych przez auta osobowe.

HAVI to globalna, prywatna firma skoncentrowana na innowacjach, optymalizacji i zarządzaniu łańcuchami dostaw wiodących marek. Założona w 1974 roku zatrudnia ponad 10 000 osób i obsługuje klientów w przeszło 100 krajach.

Układy hybrydowe

Na tym etapie warto rozważyć powszechniejsze wdrożenie hybrydowych samochodów ciężarowych. W niedalekiej przyszłości mogą się one stać coraz częstszym widokiem na ulicach miast. Koszty ich eksploatacji wyraźnie bowiem spadają, co wynika z niższego spalania oraz potaniaenia technologii elektryfikacji. Do tego dochodzą – realizowane w trybie w pełni elektrycznym – możliwości cichej jazdy nocą, gdy ulice są puste. Przy tym dystans pokonywany wyłącznie w oparciu o silnik elektryczny, bez pracy silnika spalinowego, sukcesywnie rośnie. Dzięki temu zwiększa się wydajność pojazdu, a dostawy stają się bardziej punktualne. Przydzielając dwóch lub trzech kierowców do jednego egzemplarza, można zatem pracować przez całą dobę przy dystrybucji towarów, zbiorce i wywozie odpadów oraz innych pracach miejskich. Tym bardziej, że obecnie większość ludzi mieszka w miastach i liczba ich mieszkańców wciąż wzrasta.

Analizując problematykę realizacji dostaw ładunków nocą, trzeba wskazać, że nie zalicza się ona do zagadnień nowych. Takie dostawy były już mianowicie wykonywane wiele lat temu – przykładowo do ich idei powrócono w Polsce w latach 80., wskazując, że przejazdy samochodów dystrybucyjnych nocą – w związku z mniejszym ruchem na ulicach – mogą się odbywać szybciej i taniej, m.in. ze względu na niższe zużycie paliwa, ułatwione parkowanie, ograniczoną liczbę operacji hamowań i startów – przyspieszeń oraz szybszy rozładunek. Co więcej, notowano wzrost bezpieczeństwa ruchu drogowego, a realizujący takie nocne dostawy pracownicy magazynów, kierowcy, obsługa sklepów otrzymywali za nie dodatkową gratyfikację pieniężną. Jednocześnie oczywista wada takich dostaw polegała na ich hałaśliwości, szczególnie jeśli zaopatrywane w ten sposób sklepy były położone w środku osiedli. Dlatego z czasem ten pomysł upadł. Jednak ponieważ jego przewagi kosztowe i organizacyjne nadal zaliczają się do znaczących, powoli zaczyna się powracać do

tej idei, naturalnie przy spełnieniu obecnych wymogów co do emisji hałasu i zanieczyszczeń. Tym bardziej, że są już dostępne drogowe technologie dostawcze pozwalające na niemal bezgłośne działania związane z zaopatrzeniem.

Jedną z europejskich aglomeracji badających celowość wdrażania nocnych dostaw jest Sztokholm¹¹. Wynika to z tego, że obowiązuje w nim ogólny zakaz ruchu samochodów ciężarowych między godzinami 22:00 a 6:00, aby jego mieszkańcy mogli się dobrze wyspać. W ramach projektu częściowo finansowanego przez UE na swoim terenie Sztokholm postanowił więc ocenić i zbadać następstwa dostaw nocnych o zerowej emisji. Partnerami stolicy Szwecji w tym przedsięwzięciu są operator łańcucha dostaw – HAVI – McDonald’s oraz Scania i Royal Institute of Technology. W tym celu miasto udzieliło specjalnego zezwolenia na testowanie dostaw nocnych lub poza szczytem.

W ramach tego projektu dostawy do 3 restauracji McDonald’s w centrum zostały przeprowadzone przez HAVI przy użyciu hybrydowego pojazdu Scania typu *plug-in*. Od stycznia do końca sierpnia 2019 roku HAVI realizował 3 cotygodniowe trasy dostaw ze swojego magazynu znajdującego się w odległości 22 km od śródmieścia Sztokholmu. Po drodze z magazynu samochód był zasilany biopaliwem Hydrotreated Vegetable Oil (HVO). Po wjechaniu do miasta system geofencing auta automatycznie prosił go o przejście w tryb elektryczny. Przy tym auto mogło również ładować akumulatory podczas dostaw do jednej z restauracji.

Praca w tym ośmiomiesięcznym okresie została potem przeanalizowana przez Lots Group, która porównała wydajność hybrydy typu *plug-in* z analogicznymi dostawami realizowanymi przez 4 warianty dystrybucyjne Scania z tradycyjnymi silnikami Euro 5 i Euro 6. Dokonana ocena pokazała, że dostawy poza szczytem były przeciętnie o 30% szybsze niż średnia dla równoważnej trasy przewozu w ciągu dnia. Te dostawy w nocy były też średnio o 38% szybsze niż dostawy w ciągu dnia w węższym przedziale czasowym od 7 rano do 12 w południe.

Generalnie dostawy poza szczytem wykonywane przez egzemplarze hybrydowe i niehybrydowe przyczyniają się do niższej emisji dzięki łatwiejszemu procesowi parkowania w punktach dostawy, krótszemu staniu w korkach i tym samym samodzielnemu generowaniu większego zatłoczenia, wyższej prędkości oraz częstszemu występowaniu na skrzyżowaniach zielonych świateł – tzw. zielonej fali. Poza tym traktowane jako referencyjne modele z jednostkami Euro 5 i Euro 6 były zasilane odnawialnym HVO, już teraz (stan na rok 2022) redukującym emisję związków węgla o 90% w porównaniu z konwencjonalnym paliwem kopalnym. Jednak emisje związków węgla podczas dostaw poza szczytem wersją hybrydową były średnio o 44% niższe niż w egzemplarzach referencyjnych, głównie z powodu zastosowania w hybrydzie silnika elektrycznego. Równie zachęcające okazały się skutki łagodzące

¹¹ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2019/night-time-deliveries-save-time-and-slash-emissions.html>; J. Brach, *Dostawy w nocy oszczędzają czas i redukują emisje*, Ciężarówki i Autobusy, 2020, nr 3-4, s. 45.

dla innych emisji. Wyniki pokazują bowiem, że nocne dostawy poza szczytem dokonywane przez hybrydę *plug-in* zredukowały emisję cząstek stałych (PM10) o 28%, z kolei tlenków azotu – o ponad 80%. Tak duże obniżki wynikają przede wszystkim z notowanych w nocy: mniejszej ilości czasu spędzonego na prowadzeniu pojazdu i ustawianiu się w kolejce oraz lepszej dostępności miejsc parkingowych. Niemniej częściowo stanowią pochodną włączenia odmiany Euro 5 jako samochodu referencyjnego.

W ramach oceny kierowca testowy HAVI, który prowadził hybrydę *plug-in*, został poproszony o opinię na temat korzyści płynących z dostaw w nocy. Stwierdził on, że o wiele łatwiej się prowadzi, ponieważ ruch jest mniejszy, łatwiejsze staje się manewrowanie oraz uwzględnia się mniej innych pojazdów. Jest także więcej miejsca do parkowania, a pracownicy restauracji z zadowoleniem przyjmują dostawy w nocy, gdyż jest mniej klientów, co daje im czas na otrzymywanie towarów bez stresu i pośpiechu¹².

Dokonana ocena jasno w takim razie określa zalety dystrybucji w nocy. Nocne dostawy w Sztokholmie, możliwe dzięki wykorzystaniu aut jadących w cichym trybie elektrycznym, znacznie skracają czas wykonania zadań oraz skutkują niższą emisją dwutlenku węgla, tlenku azotu i cząstek stałych. Powyższe pokazuje potencjał wyższej wydajności takich przewozów oraz korzyści ekologiczne i społeczne wynikające z realizacji dostaw poza szczytem.

Te prace dotyczące dostaw hybrydowym taborem Scanii są kontynuowane. W 2021 roku¹³ do przeprowadzenia stosownych badań dostarczyła ona HAVI nową hybrydę typu *plug-in*. Obsługuje ona regularne operacje HAVI w Sztokholmie i na jego przedmieściach, ale jednocześnie jest poddawana próbom w kilku różnych projektach badawczych. Oznacza to, że jest eksploatowana przez większość godzin, zarówno w nocy, jak i w dzień. HAVI, realizując od 2019 roku dostawy nocne w Sztokholmie, pokazuje potencjał niezwyklej wydajności transportu i korzyści społecznych wynikających z dostaw poza godzinami szczytu.

Nowy samochód stanowi ulepszoną wersję modeli dotychczas używanych. Tym razem ma hybrydową jednostkę chłodzącą, która może być zasilana energią elektryczną. Ma też własny system oraz własną baterię, aby zachować ciszę. Dostawy są jeszcze cichsze dzięki zastosowaniu w zabudowie windy załadowniczej i podłogi z materiałów przekładających się na dalszą redukcję hałasu. Z perspektywy środowiska pracy kierowcy HAVI po raz pierwszy wypróbowano zaś kabinę z niskim wejściem, co zostało docenione przez kierowców. Ważną rolę odgrywa jeszcze znacznie dłuższy zasięg w trybie elektrycznym, dochodzący do 60 km. HAVI musi się nauczyć z tego odpowiednio korzystać, by wnioski użyć do optymalizacji elektryfikacji w mieście, a nawet dalej od centrum.

¹² Tamże.

¹³ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/HAVI-to-use-new-plug-in-hybrid-truck-from-Scania-in-research.html>

Prace te odbywają się w ramach szwedzkiego projektu badawczego HITS, czyli dostaw poza godzinami szczytu posuniętych o krok dalej. Dla HAVI jest to świetny sposób na kontynuację testów przeprowadzonych wcześniej. Jego klienci są również bardziej elastyczni i ciekawi korzyści płynących z elektryczności. HITS składa się z kilku części – m.in. obejmuje dostawy nocne i poza godzinami szczytu. W kolejnym kroku są rozważane dostawy w miejscach, w których nikogo nie ma, jak np. w restauracjach bezałogowych. Oczywiście wyzwaniem stanowi tu kwestia: „Jak można obsługiwać dostawy, gdy nikt nie pracuje w miejscu, które potrzebuje towaru?”

Oprócz HITS samochód bierze udział w projekcie dotyczącym inteligentnych stref ruchu miejskiego, na bazie których Sztokholm tworzy platformę IoT, aby na Hornsgatan, jednej z najbardziej ruchliwych ulic stolicy, wypróbować dynamiczny geofencing, z czujnikami mówiącymi kierowcom, by jeździli wolniej. Scania jest zaangażowana w to przedsięwzięcie rozpoczęte jesienią 2021 roku.

HITS¹⁴ – Hållbara&Integrerade urbana TransportSystem (zrównoważony i zintegrowany system transportu miejskiego/w mieście) to platforma współpracy ukierunkowana na opracowanie wydajnych rozwiązań transportowych, co skutkuje czystszyimi i bezpieczniejszymi miastami. Jej gospodarzem jest Scania, finansuje ją Vinnova, a koordynuje platforma CLOSER. Głównym celem HITS są obszary związane z transportem w miastach, gdzie dzisiejsze rozwiązania okazują się problematyczne. HITS pracuje nad umożliwieniem udostępniania danych transportowych, ale chce też dostosować kwestie polityczne z myślą o rozwoju nowych usług transportowych i samochodowych.

Inteligentne strefy ruchu miejskiego – to część przyszłego, elastycznego miasta, w którym pojazdy poruszają się w oparciu o kondycję/warunki ludzi. W oparciu o geofencing ma być potężnym narzędziem umożliwiającym dotarcie do cichszych, bezpieczniejszych i zdrowszych środowisk. Projekt prowadzony przez Szwedzką Administrację Transportu i CLOSER finansują Vinnova oraz partnerzy.

Poza tym Scania pracuje nad wprowadzeniem samochodów z napędem hybrydowym do obsługi ruchu lokalnego. Temu służy współpraca ze znanym producentem alkoholi – The Absolut Company.

Absolut Company¹⁵

Miasto Åhus w południowej Szwecji liczy zaledwie 10 000 mieszkańców, ale znajduje się w nim siedziba producenta znanej na rynku międzynarodowym wódki Absolut. Absolut Company codziennie ekspediuje do odbiorców na całym globie około 600 000 butelek swojego alkoholu. Wskutek tego ulice tego małego nadmorskiego miasteczka są zatłoczone, gdyż kilka samochodów należących do przedsiębiorstwa transportowego Åhus Åkeri nieustannie kursuje między fabryką a lokalnym portem.

¹⁴ <https://closer.lindholmen.se/projekt/hits-2024>

¹⁵ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/An-absolutely-great-decision-for-cleaner,-quieter-transport.html>

Dla mieszkańców Åhus oznacza to dużo hałasu oraz emisji dwutlenku węgla, gdyż do tej pory trzy auta przewoźnika Åhus Åkeri jeździły na biodiesel. Jednak Absolut Company jest zobowiązany do produkcji do 2030 roku wódki całkowicie neutralnej dla klimatu. Dlatego dotąd obniżył swoje bezpośrednie emisje związane z wytwarzaniem o 98%, a teraz (stan na rok 2021) wraz ze swoimi partnerami i dostawcami koncentruje się na rozwiązaniach przyjaznych dla klimatu. W tym kontekście wspólna inwestycja z Åhus Åkeri oznacza, że przewoźnik swoją flotę przestawia na hybrydowo-elektryczne Scanie. Absolut to bowiem duży pracodawca w stosunkowo małym mieście i tym samym ponosi znaczną odpowiedzialność oraz stanowi naturalną część lokalnej społeczności. Ta zmiana, oznaczająca mniej emisji, spalin i hałasu, nie jest więc dla niego tylko sposobem na osiągnięcie wysokich celów zrównoważonego rozwoju.

Dokonana w 2021 roku inwestycja transportowa Åhus Åkeri objęła trzy hybrydowo-elektryczne 2-osiove ciągniki siodłowe Scania P 320, wówczas będące najnowszym hybrydowo-elektrycznym modelem koncernu. P 320 zasila kombinacja odnawialnego paliwa i energii elektrycznej, w porównaniu z pojazdami zasilanymi olejem napędowym, redukując emisje o ponad 90%.auta te wykonują przewozy do pobliskiego portu.

Wcześniej, w ciągu trzech lat, Åhus Åkeri testował już jeden z hybrydowych samochodów elektrycznych i stwierdził przy tym, że jest on znacznie mniej głośny niż odpowiedniki z silnikiem Diesla. Dla mieszkańców Åhus poziom hałasu generowanego przez samochody ciężarowe został obniżony z 81 decybeli w przypadku poprzedniej wersji do 65 decybeli w przypadku odmian hybrydowych. Nowe hybrydy umożliwiają jazdę bez wysokiego poziomu hałasu i spalin w centrach miast, w których mieszkają i pracują ludzie. Rekuperują również energię generowaną podczas hamowania, co obniża zużycie paliwa o około 25%. Ta oszczędność paliwa przez przewoźnika okazuje się dobra nie tylko dla środowiska, ale być może przede wszystkim dla Åhus, które dzięki temu staje się jeszcze przyjemniejszym miejscem do życia.

Dla Åhus Åkeri inwestycja ta stanowi naturalną kontynuację bliskiej, długoterminowej relacji, jaką nawiązał z Absolut Company. Ta współpraca to w rzeczywistości coś więcej niż tylko relacja biznesowa. Codziennie strony uczą się od siebie nawzajem i cały czas sobie pomagają. Surowe wymagania dotyczące zrównoważonego transportu oznaczają, że Åhus Åkeri dotąd ograniczył emisję dwutlenku węgla o 90%. Dzięki autom hybrydowym zmniejsza też zużycie paliwa i sprawia, że przewóz ten staje się znacznie mniej hałaśliwy zarówno dla mieszkańców Åhus, jak i dla kierowców.

Zelektryfikowane drogi

Zelektryfikowana droga była jednym z najbardziej interesujących projektów elektryfikacji, w jakim uczestniczyła Scania. Od czerwca 2016 roku¹⁶ pod szwedzkim miastem Gävle funkcjonuje 2-kilometrowy pas zelektryfikowanej autostrady E16.

¹⁶ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/towards-a-zero-impact-ehighway.html>; <https://www.scania.com/group/en/home/about-scania/innovation/technology/electrification>.

Inwestycję tę zrealizowano w trwającym projekcie z partnerem infrastrukturalnym w postaci niemieckiej korporacji Siemens. Testowane tam Scanie są wyposażone w moduł pantografu, wraz z koniecznym osprzętem zamontowanym na ramie za kabiną. Pantografy są z kolei połączone z napowietrznymi liniami energetycznymi znajdującymi się powyżej prawego pasa drogi. Samochody mogą w ruchu swobodnie łączyć się i odłączać od przewodów napowietrznych i ładować akumulatory w egzemplarzach zaopatrzonych w hybrydowy elektryczny układ napędowy.

W tym kontekście przyszły rozwój technologii akumulatorowej i infrastruktury ładowania, takiej jak droga zelektryfikowana, określi, w jaki sposób zasilać przyszłe ciężkie pojazdy użytkowe z napędem elektrycznym i hybrydowe. Elektryczny projekt drogowy już przyciągnął międzynarodową uwagę, a na terenie Niemiec¹⁷ planowany jest jego dalszy rozwój. Projekt zyskał prawdziwą aprobatę w 2017 roku, kiedy niemiecka kanclerz Angela Merkel oraz szwedzki premier Stefan Löfven spotkali się, aby zainicjować nowe partnerstwo innowacyjne między Szwecją i Niemcami, które będzie się koncentrować na „innowacji i współpracy na rzecz zrównoważonej przyszłości”. Głównym celem tej współpracy będzie przetestowanie i dalsze rozwijanie możliwości, jakie daje zelektryfikowana technologia drogowa, w ramach prac już rozpoczętych w kooperacji z firmą Siemens. W tym niemieckim przypadku Scania i Siemens są zaangażowane w projekt badawczy „Trucks for German eHighways”, w którym Volkswagen Group Research i Siemens technologicznie opracują elektryczne hybrydowe samochody dalekobieżne dostarczane przez Scanię dla niemieckiego projektu badawczego eHighway. Badania te stanowiły wstępną fazę przed uruchomieniem 3 osobnych testów na niemieckich drogach publicznych w pobliżu Lubeki, Frankfurtu nad Menem i na drodze B462 w Badenii-Wirtembergii.

Pierwszy w Niemczech elektryczny – z trakcyjnymi liniami napowietrznymi, pięciokilometrowy odcinek testowy w pobliżu Frankfurtu został oddany do użytku na początku lipca 2019 roku¹⁸. Wykorzystuje go 5 hybrydowych Scanii R 450 wyposażonych w pantografy, a 4 ciągniki są obsługiwane przez firmy Schanz, Meyer Logistics, Contargo i Merck. Ostatni został zaś przekazany do niemieckiej firmy Knauf, dostawcy materiałów budowlanych. Ten projekt pilotażowy dobrze wpisuje się w jego zobowiązanie do odpowiedzialnego wykorzystywania wszystkich zasobów. Projekt ten może dostarczyć informacji, które pomogą firmie Knauf uczynić jej procesy logistyczne jeszcze bardziej zrównoważonymi, szczególnie w obszarach metropolitalnych.

Ponieważ obecnie (stan na rok 2022) wszystkie te 5 aut wykonuje operacje przewozowe w codziennym ruchu na zelektryfikowanym odcinku autostrady A5, dane

html; <https://www.scania.com/pathways-study.html>; <https://www.scania.com/group/en/home/sustainability/sustainable-transport/electrified-solutions.html>

¹⁷ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/scania-and-electrification-a-multi-faceted-approach.html>

¹⁸ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/first-german-e-road-trial-now-fully-operational.html>

zostaną zebrane do kilku badań w celu stwierdzenia korzyści płynących z wdrażania i użytkowania e-dróg. Contargo, które w czerwcu 2020 roku odebrało trzecią hybrydową sztukę Scanii dla tego pilotażowego projektu, ocenia że pięciokilometrowy tor testowy w obu kierunkach na autostradzie może się wydawać bardzo krótki, ale celem jest sprawdzenie technologii. Jeśli opinie będą pozytywne i jeśli około jedna trzecia niemieckiej sieci autostrad będzie zaopatrzona w zelektryfikowane sieci trakcyjne, w przyszłości niemal 80% samochodów ciężarowych zarejestrowanych w Niemczech będzie mogło jeździć w trybie elektrycznym z wykorzystaniem tej technologii. To naprawdę istotnie przyczyni się do zmniejszenia emisji dwutlenku węgla.

Obecnie (stan na rok 2022) w Niemczech trwają 3 próby ze zelektryfikowanymi drogami. Odcinek autostrady A5 w Hesji jest jednym z takich odcinków testowych z poprowadzonymi napowietrznymi liniami trakcyjnymi. Drugi odcinek drogi pod koniec 2019 roku otwarto w Szlezwiku-Holsztynie na autostradzie A1 w pobliżu Lubeki, gdzie początkowo była sprawdzana jedna Scania. Natomiast pod koniec 2020 roku ostateczna próba rozpoczęła się w Badenii-Wirtembergii na trasie B462. Wraz z rozwojem niemieckiego projektu zelektryfikowanej drogi (e-drogi) zostanie dostarczonych 7 kolejnych egzemplarzy Scanii¹⁹. Na początku 2021 roku ukazała się bowiem informacja, że w ramach najnowszego etapu rozwoju, dotyczącego odcinka autostrady A5 zlokalizowanego w pobliżu Frankfurtu w Hesji, pierwszy niemiecki tor do prób drogowych dla pojazdów z napędem elektrycznym zostanie wydłużony o prawie 7 dodatkowych kilometrów napowietrznych linii trakcyjnych. W sumie zwiększy to długość tego próbnego odcinka do 12 km w kierunku Darmstadt i 5 km w kierunku Frankfurtu. Prace te mają zostać zakończone do końca 2022 roku, a Scania dostarczy 7 dodatkowych aut wyposażonych w pantografy, które będą jeździć na tym wydłużonym odcinku zelektryfikowanej autostrady.

Przy 135 000 pojazdów dziennie, w tym 14 000 samochodów ciężarowych, położona na południe od Frankfurtu autostrada A5 należy do jednych z najbardziej ruchliwych i zarazem najbardziej zanieczyszczonych odcinków dróg w Niemczech. Przy tym – jak wskazano – na A5 odbywa się jeden z trzech przeprowadzanych w Niemczech testów dotyczących napowietrznych linii trakcyjnych. W sumie na tych 3 torach testowych będą jeździć 22 auta, gdyż następne zostaną dodane do tych już eksploatowanych.

Scania już wcześniej dostarczyła 5 hybrydowych R 450, wyposażonych w pantografy i służących do jazdy wzdłuż zelektryfikowanej A5. Podobnie jak w przypadku tych pięciu, siedem kolejnych będzie obsługiwanych przez kilku różnych klientów. Podczas testów Scania zarządza konserwacją pojazdów i zbieraniem z nich danych. Opracowany przez Siemens i stosowany na tych drogach system elektryfikacji przy pełnym zasilaniu elektrycznym pozwala samochodom z niezbędnym pantografem

¹⁹ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Seven-more-Scania-trucks-to-be-delivered-as-German-e-road-expands.html>

zamontowanym na dachu jeździć z prędkością do 90 km/h, a po opuszczeniu zelektryfikowanego odcinka z powrotem przekształcić się w tradycyjne odpowiedniki z silnikiem spalinowym, w idealnej opcji zasilanym biodieslem w celu większej redukcji emisji CO₂.

Następny projekt zelektryfikowanej drogi – autostrady ruszył we Włoszech²⁰. Po Szwecji i Niemczech Włochy będą bowiem kolejnym krajem, w którym rozpoczną się próby drogowe zelektryfikowanej autostrady. Odbędą się one na odcinku autostrady A35 Brebemi w północnej części kraju. Odcinek ten ma się więc stać najnowszą lokalizacją technologii elektryfikacji dróg, a Scania zaopatrzone w pantografy Siemens i złącza zasilania posłużą do przeprowadzenia na nim pierwszych testów.

Wybrana autostrada A35 Brebemi łączy Brescię, Bergamo i Mediolan, czyli trzy główne miasta we włoskim regionie Lombardia. Niemniej początkowo projekt skupi się głównie na sześciokilometrowym odcinku tej autostrady między zjazdami Romano di Lombardia i Calcio. Jednak ci, którzy są zaangażowani w tę inicjatywę, mają jeszcze bardziej ambitne plany, ponieważ ostateczny cel liderów tego przedsięwzięcia polega na przygotowaniu pierwszego w Europie eHighway o minimalnym negatywnym wpływie na środowisko. Powyższe uzyska się wskutek rozlokowania wzdłuż trasy o długości 62,1 km paneli słonecznych pokrywających wymagane zapotrzebowanie na energię elektryczną, generujących konieczną moc. Tym samym nie istnieje konieczność doprowadzania rozbudowanej sieci zasilania energetyki systemowej, co wydatnie redukuje koszty i skraca czas uruchomienia tego projektu oraz cenę tak pozyskiwanej energii elektrycznej. Czyni to włoskie przedsięwzięcie, ze względu na znaczne naturalne nasłonecznienie, niedostępne bardziej na północ kontynentu, a więc w Niemczech i Szwecji, wysoce konkurencyjnym. Może to więc stanowić asumpt do uruchamiania w przyszłości kolejnych kilometrów takich zelektryfikowanych, samowystarczalnych energetycznie (przy określonej podaży czystej solarnej energii oraz określonym zapotrzebowaniu na energię zgłaszanym przez pojazdy pantografowe) autostrad nie tylko na południu Włoch, ale i we Francji, w Hiszpanii, Portugalii oraz w Grecji.

Ten plan dla Włoch pozostaje zgodny z podobnymi projektami w Szwecji i Niemczech, wskazując na rosnący udział elektryfikacji jako skutecznego, pozabionego paliw kopalnych sposobu zwalczania emisji dwutlenku węgla.

W związku z dynamicznym rozwojem projektu we Włoszech zaangażowani są w niego politycy krajowi i miejscowi oraz przedstawiciele Scanii, Siemensu i lokalnych partnerów A35 Brebemi i Concessioni Autostradali Lombarde (CAL). Scania pozostaje gotowa do współpracy z A35 Brebemi, aby pomóc w uruchomieniu pierwszej zelektryfikowanej autostrady we Włoszech – rewolucyjnego projektu mającego zmienić koncepcję transportu drogowego. Współpraca koncernu z A35 Brebemi, Siemensem i innymi uczestnikami tego programu pokazuje, że jedynie dzięki takie-

²⁰ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/towards-a-zero-impact-ehighway.html>

mu współdziałaniu z partnerami strategicznymi zainteresowane strony mogą przyspieszyć proces zmian w kierunku zrównoważonego systemu transportu. Rozwój pierwszej zelektryfikowanej autostrady we Włoszech – jednej z pierwszych tego typu w Europie, stanowi przykład wielkich innowacji i udowadnia, że ta rewolucja w elektrycznym transporcie drogowym to właściwy krok. Tym bardziej, że projekt elektryfikacji A35 ma wsparcie finansowe CAL i partnerów takich jak Scania i Siemens – obu należących dzisiaj do grona wiodących dostawców dla branży logistycznej, a dzięki tym nowym technologiom będących w stanie wprowadzić innowacje w całym sektorze transportu towarowego.

Auta jeżdżące na A35 Brebemi wykorzystują sprawdzoną technologię hybrydową, wcześniej wprowadzoną na rynek pod koniec 2016 roku. Współdziałanie Scanii z koncernem Siemens bazuje tu mianowicie na dwóch innych projektach z udziałem tych partnerów – jednym w Szwecji oraz jednym w Niemczech. Przez kilka lat obie te firmy w kooperacji z władzami regionalnymi testowały bowiem technologię elektryfikacji na szwedzkiej elektrycznej autostradzie E16 w pobliżu Gävle oraz w Niemczech.

Poza tym Scania uczestniczy w dużym studium wykonalności eksploatacji długodystansowych zelektryfikowanych samochodów wykorzystujących dynamiczne ładowanie zapewniane przez linie napowietrzne na drogach elektrycznych. To pionierskie brytyjskie studium wykonalności elektrycznej drogi – e-road²¹. Będzie to pierwsze tego typu badanie, które odbędzie się w Wielkiej Brytanii, a jego cel polega na zademonstrowaniu gotowości tej technologii do wprowadzenia na tamtejszy rynek. Scania angażuje się w badania w ramach konsorcjum, którego innymi członkami są Siemens Mobility, Costain, The Center for Sustainable Road Freight (Cambridge University i Heriot-Watt University), ARUP, Milne Research, SPL Powerlines, CI Planning, BOX ENERGI i Possible. Badanie to jest finansowane z części 20 milionów GBP, które w ramach ogłoszonego Planu Dekarbonizacji Transportu (TDP – *Transport Decarbonisation Plan*) rząd brytyjski odłożył na próby bezemisyjnego transportu drogowego. Departament Transportu przyznał finansowanie konsorcjum za pośrednictwem Innovate UK, będącego częścią brytyjskiego działu badań i innowacji – pozaresortowego organu publicznego finansowanego z dotacji rządu Wielkiej Brytanii. Konsorcjum zaproponowało elektryczny system drogowy wykorzystujący technologię Siemens Mobility „eHighway” jako najszybszy, najmniej emisyjny i najbardziej opłacalny sposób na dekarbonizację brytyjskiego transportu drogowego i utrzymanie czystszej powietrza. Dziewięciomiesięczne badanie rozpoczęło się w sierpniu 2021 roku i ma być zwiastunem programu ukierunkowanego na sprawdzenie do lat 30. XXI wieku głównych dróg w Wielkiej Brytanii pod kątem ich obsługi przez linie napowietrzne.

²¹ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scania-participates-in-pioneering-UK-e-road-feasibility-study.html>

Podobnie jak w przypadku takich przedsięwzięć w Niemczech, Szwecji i Włoszech, te e-autostrady umożliwiają specjalnie przystosowanym samochodom ciężarowym podłączanie do przewodów – linii napowietrznych i poruszanie się przy użyciu energii elektrycznej, analogicznie jak w odniesieniu do systemów szynowych i trolejbusowych.auta Scanii są wyposażone w akumulator ładowany podczas jazdy, dzięki czemu w dowolnym momencie mogą się odłączyć czy wyprzedzić pojazd poprzedzający oraz od początku do końca z zerową emisją są w stanie dotrzeć do miejsca docelowego.

Elektryfikacja transportu drogowego stanowi klucz do osiągnięcia przez Wielką Brytanię zerowej emisji netto. Współpraca z partnerami w celu opracowania i udoskonalenia zelektryfikowanych technologii drogowych wykazuje, że są one nie tylko realną, ale też atrakcyjną, opłacalną alternatywą dla pojazdów opartych na paliwach kopalnych. To partnerstwo ma na celu połączenie zaawansowania technicznego z wizjonerską ambicją, dzięki czemu ma się udać uzyskać praktyczny i niedrogi system dróg elektrycznych dla branż transportu towarowego i logistycznej.

Obecnie (stan na rok 2022) Scania współpracuje więc z gminami, środowiskiem akademickim, prywatnymi firmami, zarządcami infrastruktury oraz dostawcami paliw i energii, aby osiągnąć opłacalne, zrównoważone rozwiązania transportowe. Z jej punktu widzenia ważne pozostaje, aby stawiać takie same wymagania swoim partnerom, jakie sama sobie stawia w sferze współpracy i wspólnych działań dotyczących zrównoważonych wyborów.

Zarazem zelektryfikowane drogi zapewniają racjonalne i efektywne ładowanie na trasie. Chociaż technicznie jest to tylko inny sposób ładowania pojazdów elektrycznych, rozwiązanie to może być niezwykle przydatne na drogach o dużym natężeniu ruchu, a dodatkowo oszczędza akumulatory i zmniejsza obciążenie sieci energetycznej. Szczególnie, że według kilku badań e-drogi stanowią alternatywę mogąą się przyczynić do znacznej redukcji emisji CO₂. Dlatego właśnie zelektryfikowana technologia drogowa to jedno z podejść, które Scania testuje w celu przejścia na zrównoważony system transportowy. Ponieważ pojazdy z ogniwami paliwowymi będą droższe, oczekuje się, że znaczny wzrost popytu na nie nastąpi później niż w przypadku typów z akumulatorem. Do 2050 roku pojazdy te mogą stanowić 60% ogółu taboru klasy tonażowej ciężkiej w grupie pozostałych pojazdów z napędem elektrycznym. Przy tym dostawy wodoru muszą być znaczne, a sam wodór – dostępny po niskich kosztach. Pojazdy z ogniwami paliwowymi są też lepiej przystosowane do wykonywania transportu długodystansowego ze względu na mniejszy rozmiar baterii i dłuższy zasięg operacyjny niż klasyczne warianty elektryczne jedynie z samymi akumulatorami.

Specjaliści koncernu wskazują zatem, że elektryfikacja dróg może stanowić dobre rozwiązanie dla samochodów ciężarowych. W przeciwieństwie mianowicie do aut osobowych, które przez większość dnia pozostają zaparkowane i nieruchome, samochody te przez długie godziny są używane do zadań transportowych, podczas gdy zatrzymywanie się w celu naładowania może być bardzo uciążliwe dla wykonywania operacji.

Układy w pełni elektryczne z akumulatorem bez zasilania z sieci

Ciężka dystrybucja

Posten Norge²²

Na trasie między Oslo a Tromsø, na odcinku o długości 1600 km, od 2021 roku norweska poczta testowała swoją nową, całkowicie elektryczną wersję dystrybucyjną Scanii. Przy pojemności akumulatora do 300 kWh i szacowanym zasięgu około 250 km są to, jak dotąd, największe wyzwania dla samochodu ciężarowego oraz najdłuższa trasa, jaką kiedykolwiek pokonała e-ciężarówka. Trasa ta zalicza się do wymagających, gdyż prowadzi przez kręte drogi oraz omija kilka gór.

Na początek pojazd pokonał drogi we wschodniej Norwegii na trasie o długości ponad 250 km. Posten Norge chciało wiedzieć, czy auto spełni obietnicę Scanii dotyczącą zasięgu, zużycia energii i sposobu pracy w planowanych punktach ładowania. Interesowały ją również rzeczywiste koszty eksploatacji. Ostatecznym miejscem pracy było Tromsø, położone daleko na północy Norwegii. Panuje tam wymagający, subarktyczny klimat. Sezon zimowy przynosi dużo śniegu, a zaspasy śnieżne często mają ponad 2 m wysokości. Temperatury od -10 do -20°C nie są rzadkością. Najcieplejszym miesiącem jest lipiec, kiedy średnie temperatury sięgają nieco poniżej 13°C . Auto naprawdę musiało więc udowodnić, że stanowi dobrą opcję użytkową nawet w takich zimowych warunkach.

Ponieważ nowe produkty są stale rozwijane, testowane i dostosowywane do rynku, doświadczenia z jazd e-samochodem Posten Norge dostarczyły cennych informacji, mogących przyczynić się do tego, że więcej osób wybierze rozwiązanie w zakresie transportu zelektryfikowanego.

Axfood/Dagab²³

Transport żywności w regionie Sztokholmu stanie się bardziej przyjazny dla środowiska, gdyż firma logistyczna wiodącego szwedzkiego detalisty spożywczego Axfood zobowiązała się do elektryfikacji swoich aut Scanii w celu korzystania z nich przy realizacji dostaw miejskich. Tym samym, stawiając na zrównoważony rozwój, wchodzący w skład Axfood dział zakupów i logistyki Dagab kupił elektryczne pojazdy od Scanii – typy P 360 PHEV i 25 P BEV. Wdrożył je do wykonywania codziennych dostaw żywności do sklepów w Sztokholmie i okolicach. Ponadto podmiot kupił hybrydową odmianę elektryczną typu *plug-in*.

Elektryczny tabor ma codziennie jeździć z magazynu Dagab w Jordbro, na południowych przedmieściach Sztokholmu, do sklepów spożywczych w mieście.

²² <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/posten-norge-is-testing-an-all-electric-truck-from-oslo-to-tromso.html>

²³ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/All-electric-deliveries-for-Swedens-leading-food-retailer.html>

Rozszerzona gama pojazdów w połączeniu ze zoptymalizowaną strategią ładowania oznacza, że Dagab będzie w stanie dostarczać swoje ładunki bez poświęcania dostępności i wydajności, a jednocześnie wyraźnie zmniejszy ogólny wpływ swój i firmy Axfood na środowisko.

Uruchomienie nowych e-ciężarówek to jeden z elementów partnerstwa między Scanią i Dagab, ukierunkowanego na stworzenie zelektryfikowanych rozwiązań logistycznych na przyszłość. Pierwszym krokiem w tym partnerstwie jest uczestnictwo Scanii i Dagab w projekcie REEL1, częściowo finansowanym przez szwedzką agencję innowacji Vinnova i Szwedzką Agencję Energii. Cel tego przedsięwzięcia polega na zaprojektowaniu, przetestowaniu i zademonstrowaniu dostaw żywności w rejonie Sztokholmu, tak aby odbywały się taborem samochodowym z napędem elektrycznym. Projekt REEL1 rozpoczął się w sierpniu 2020 roku i obejmuje również operatora ładowania EV-Box. Ostatecznie Scania wierzy, że jeśli społeczeństwo ma odnieść sukces w promowaniu rozwoju elektryfikacji, głównie w sferze publicznej infrastruktury ładowania, potrzebna jest szeroka współpraca między firmami, ale także między biznesem i władzami publicznymi. W tym czasie Scania nadal będzie wspierać stymulowanie rozwoju i dostępności wolnych od paliw kopalnych, zrównoważonych rozwiązań transportowych.

Lidl Italia²⁴

W drugiej połowie 2021 roku Lidl Italia, jedna z głównych sieci supermarketów we Włoszech, odebrał swój pierwszy elektryczny samochód ciężarowy na baterie. To kamień milowy dla podmiotu, od dawna należącego do liderów w przejściu na zrównoważony system transportowy w kraju. Poza tym stanowi wynik dalekowzroczej współpracy z włoską spółką zależną Scania Italia i firmą transportową LC3 Trasporti.

Nowy pojazd Scania Battery-Electric Vehicle (BEV) na jednym ładowaniu ma zasięg około 250 km i w formie zabudowy otrzymał nadwozie chłodnicze na 23 europalety, chłodzone ciekłym azotem dostarczonym przez partnera Lidla – przedsiębiorstwo LC3 Trasporti. Zastosowane europalety całkowicie redukują emisję CO₂, drobnego pyłu i NOx oraz pomagają wyeliminować hałas silnika. Trzyosiowe podwozie BEV zaopatrzone w silnik elektryczny o mocy ciągłej 230 kW/313 KM i mocy szczytowej 295 kW/401 KM, a furgon chłodniczy zawiera dwie odrębne przestrzenie do przewozu ładunków wymagających różnych temperatur przechowywania i przemieszczania. Auto działa z centrum logistycznego Lidl w Arcole niedaleko Werony i służy do zaopatrywania supermarketów firmy w północno-wschodnich Włoszech.

Długoterminowym celem Lidl Italia jest dekarbonizacja transportu, a wprowadzenie na rynek tego nowego pojazdu z napędem akumulatorowym stanowi ważny krok naprzód w tym kierunku. Wybór Lidla był możliwy dzięki opracowanym przez Scanię technologiom. Scania wspiera tę transformację nie tylko jako dostawca ta-

²⁴ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/lidl-italia-gets-its-first-electric-truck.html>

boru, ale też w kluczowych działaniach związanych z analizą dynamiki operacyjnej i definiowaniem infrastruktury ładowania oraz w połączeniu z rodzajem wykonywanych usług i rozległą siecią w całym regionie. Przy tym tylko w pierwszej połowie 2021 roku zaangażowanie stron w zrównoważony i przyjazny dla środowiska transport towarowy sprawiło, że pojazdy LC3 Trasporti pokonały miliony kilometrów, korzystając z alternatywnych i odnawialnych źródeł energii, takich jak bio-CNG i bio-LNG, co znacznie zmniejszyło emisje. LC3 kontynuuje swoje zobowiązanie, uczestnicząc w tym innowacyjnym projekcie z Lidl Italia.

Lidl Italia to sieć supermarketów, która powstała we Włoszech w 1992 roku. W 2021 roku zatrudniała przeszło 18 500 osób i dysponowała siecią ponad 680 supermarketów, codziennie zaopatrywanych przez 10 centrów logistycznych zlokalizowanych na terenie całego kraju. Natomiast LC3 Trasporti działa w sektorze transportu drogowego od 2009 roku, a w 2021 roku miał flotę ponad 200 pojazdów, z których 65% mogło być napędzanych w 100% zrównoważonym napędem. To synteza INBLUE, trwającego projektu firmy, rozpoczętego w 2016 roku i ukierunkowanego na całkowitą redukcję emisji CO₂. Od 2019 roku LC3 wprowadziło na włoski rynek chłodnictwo azotowe – bezemisyjny i w 100% zrównoważony system, natychmiast wdrożony do normalnego ruchu we flocie 20 naczep kriogenicznych. LC3 specjalizuje się w transporcie w temperaturach kontrolowanych oraz w przewozach kontenerowych do i z włoskich portów. Może polegać na systemach śledzenia pojazdów i ładunków przewożonych we Włoszech i za granicą.

Bona²⁵

Niemiecka firma Bona zajmująca się wykonawstwem podłóg klasy premium na przełomie listopada i grudnia 2021 roku odebrała pierwszy w Niemczech samochód Scania z elektrycznym napędem akumulatorowym. Używa go jako miejski pojazd wahadłowy, wykonujący wiele kursów dziennie, aby przewieźć gotowe wyroby z zakładu produkcyjnego na południu miasta do centrum dystrybucyjnego na północy. Dystans do pokonania wynosi 6 kilometrów. Podczas każdej jazdy w przestrzeni ładunkowej można umieścić około 21 europalet, dzięki czemu auto staje się idealnym bezemisyjnym systemem transportowym dla działalności Bony w Limburgii w zachodnich Niemczech, niedaleko Frankfurtu nad Menem i okolic.

Bona pozostaje zaangażowana we włączanie i wprowadzanie zrównoważonych produktów, systemów i praktyk w całej firmie, a nowa elektryczna Scania jest ważnym elementem na jej drodze ku bardziej ekologicznej przyszłości. Przejście na pojazd bezemisyjny to ważna część szerszej strategii zrównoważonego rozwoju. Ze względu na duży ruch w Limburgii występuje mianowicie problem z nadmiernie wysokimi poziomami dwutlenku azotu. Głównym źródłem są pojazdy z silnikami wysokoprężnymi i jest bardzo prawdopodobne, że 1 kwietnia 2022 roku w Limbur-

²⁵ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/german-company-bona-gets-country-first-scania-battery-electric-truck1.html>

gii zostanie wprowadzony zakaz ruchu dla tych pojazdów. Dzięki temu bezemisijnemu autu Bona może w Limburgii wnieść wkład w obniżenie poziomu dwutlenku azotu i globalną dekarbonizację.

Wybrana Scania 25 P przechowuje energię w 5 akumulatorach litowo-jonowych, każdy o pojemności 33 kWh. W optymalnych warunkach akumulatory są zaprojektowane na zasięg do 110 km, co okazuje się więcej niż wystarczające dla lokalnego użytku Bony, gdyż średnio dziennie pokonywany dystans równa się około 50 km.

Na początku 2022 roku sposób, w jaki pojazd ładuje akumulatory, również stał się „zielony”. Bona przygotowała bowiem stację ładowania zasilaną zieloną energią elektryczną generowaną przez potężny system fotowoltaiczny na dachu dużej hali zakładu podmiotu w Limburgii. W pełni elektryczny wariant jest ładowany prądem stałym, a moc ładowania może dochodzić do 130 kW, co przy 20% pojemności pozwala na pełne naładowanie akumulatorów w ciągu około godziny. Półgodzinny postój na stacji ładowania wystarczy zaś, aby naładować energię na kolejne 50 lub 60 km.

Falkenklev Logistik²⁶

Scania wspiera ambitny projekt Falkenklev Logistik dotyczący centrum ładowania i parku słonecznego w południowej Szwecji. Ponieważ Falkenklev Logistik stara się zelektryfikować całą swoją flotę, Scania dostarcza tej szwedzkiej firmie rozwiązanie z zakresu e-mobilności, w tym 5 elektrycznych samochodów akumulatorowych i sprzęt do ładowania o mocy 1,6 MW. Powyższe odbywa się w ramach wizjonerskiego planu przewoźnika dotyczącego uruchomienia w nowej bazie podmiotu w Malmö, największej szwedzkiej publicznej stacji ładowania elektrycznego.

Stacja, którą potencjalnie można rozbudować, aby zamiast początkowych 22 pojazdów ładować do 40 pojazdów jednocześnie, gdy zostanie otwarta, jeszcze w 2022 roku stanie się największą w Szwecji stacją ładowania samochodów ciężarowych. Powstała w wyniku realizacji pomysłowego projektu, w który zaangażowało się kilka firm z ekosystemów transportu i energii odnawialnej.

System Falkenklev Logistik stanowi klucz do celu polegającego na wprowadzeniu do całej floty pojazdów elektrycznych. Pięć elektrycznych aut Scania 4×2, z napędem akumulatorowym i z nadwoziem zbudowanym przez SKAB, będzie wykorzystywanych przez przewoźnika do zadań związanych z dystrybucją ładunków w całej Skanii w południowej Szwecji. Stacja ładowania w Malmö zostanie wyprodukowana przez fińskiego wytwórcę Kempower i dostarczona przez Scanię. System opiera się na inteligentnej technologii, mogącej dostarczać energię w oparciu o liczbę pojazdów ładowanych jednocześnie, z początkową maksymalną mocą na pojazd 250 kW i w przyszłości możliwością rozbudowy do 320 kW na pojazd. Rozważono przygotowanie stacji na przyszłość, aby umożliwić ładowanie następnych generacji pojazdów akumu-

²⁶ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4174375-scania-to-supply-5-battery-electric-vehicles-and-1-6-mw-of-charging-equipment-to-swedish-haulier-for>

latorowych z pojemniejszymi akumulatorami i większym zasięgiem. Falkenklev zlecił również firmie Soltech Energy Solutions budowę 1,5-hektarowego parku słonecznego wraz z systemem magazynowania energii z baterii o mocy 2 MW, aby stworzyć najnowocześniejsze centrum energetyczne. Park słoneczny wyprodukuje ponad milion kilowatogodzin. W ten sposób zapewniona zostanie wolna od paliw kopalnych energia słoneczna z własnej produkcji dla wszystkich pojazdów. Wartość zamówienia to 7,5 mln SEK, a instalację i gotowość parku zaplanowano na drugi kwartał 2022 roku. Ale chyba najciekawszym szczegółem tej inicjatywy pozostaje to, że Falkenklev zgodził się na publiczne udostępnienie stacji ładowania do ładowania innych pojazdów, oprócz własnych samochodów. Stacja będzie też mogła obsługiwać tzw. ładowanie na trasie elektrycznych wersji dalekobieżnych. W związku bowiem z potrzebą bardziej zrównoważonego rozwoju i wzrostem cen oleju napędowego staje się oczywiste, że należy przechodzić na elektryfikację taboru. Gdy energia elektryczna jest wytwarzana przez energię słoneczną, jest w 100% odnawialna i tania.

To innowacyjne, zrównoważone i ekonomiczne rozwiązanie dla dobra publicznego będzie częściowo finansowane przez fundusz klimatyczny szwedzkiej agencji ochrony środowiska Naturvårdsverket. Pokryje ona połowę kosztów projektu Falkenklev o wartości 18 mln SEK oraz pozostałe koszty.

Dostarczenie takiego rozwiązania z zakresu e-mobilności stanowi kolejny dowód na szybki rozwój elektryfikacji w branży transportu ciężkiego. Ta inicjatywa to dobry przykład tego, jak tworzone są nowe ekosystemy i modele funkcjonowania użytkowników, aby opracować rozwiązania elektryczne, pilnie potrzebne do dekarbonizacji systemu transportowego, by w perspektywie długoterminowej był on zrównoważony. Wymaga to jednak zmian w dotychczasowych modelach biznesowych po stronie użytkowników oraz dostawców infrastruktury do ładowania. Takie prywatne stacje ładowania, ale rozbudowane na tyle, że mogą także służyć jako stacje ogólnodostępne, jawią się zatem jako właściwa propozycja do potania i przyspieszenia procesu elektryfikacji ciężkiego drogowego transportu towarowego.

Sektor wydobywczy

Zelektryfikowane, w tym w pełni elektryczne ciężarówki zaczynają także powoli trafiać do sektora wydobywczego, a dokładnie do kopalni odkrywkowych. Co więcej, auta te mogą również tworzyć zestawy klasy LHV. Tu pionierem jest właśnie Scania.

LKAB²⁷

Elektryczna wywrotka Scanii zostanie wykorzystana do pracy w kopalni LKAB w Malmberget w północnej Szwecji, gdzie będzie eksploatowana wraz z elektrycznym żurawiem przystosowanym do operacji górniczych. Kooperacja ta stanowi dla

²⁷ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4215203-scania-puts-electric-trucks-in-lkab-mine-in-northern-sweden>

Scanii okazję do sprawdzenia w pełni elektrycznych samochodów w praktyce – w wymagającym środowisku kopalni.

Scania i LKAB funkcjonują w branżach przechodzących obecnie (stan na rok 2022) znaczne zmiany, aby mogły osiągnąć wyższy poziom zrównoważonego rozwoju. Te dwie duże firmy łączą więc siły, aby wdrożyć pojazdy elektryczne w kopalniach, co jest istotnym krokiem w kierunku rozwoju zrównoważonego transportu w tej branży. LKAB dąży do tego, aby stać się jednym z najbardziej zrównoważonych podmiotów na świecie w sektorze górnictwym. Droga do bezpiecznej, wydajnej i wolnej od emisji dwutlenku węgla produkcji żelaza i stali zaczyna się bowiem od wydobywania rudy żelaza w kopalniach, a teraz jest rozszerzona również na transport. Tym samym elektryczny tabor to element procesu tworzenia nowego standardu dla zrównoważonego górnictwa, wolnego od paliw kopalnych. Dochodzi do przestawienia floty z oleju napędowego i testów możliwości pojazdów elektrycznych. Nie tylko pojazdy mianowicie muszą zapewniać wyższą wydajność, ale przede wszystkim kopalnie muszą działać w sposób bardziej zrównoważony i stanowić bezpieczniejsze środowisko pracy.

Resztki produktów będzie przewozić 3-osiowa wywrotka klasy tonażowej ciężkiej – o masie całkowitej, łącznie z ładunkiem, wynoszącej 49 000 kg. Drugie auto – przeznaczone do transportu stali wiertniczej do podziemnych platform wiertniczych – zaopatrzone zaś w żuraw. Elektryczny samochód z żurawiem będzie ładowany w bazie. Stało się też możliwe jego mobilne ładowanie w różnych lokalizacjach, co zwiększy elastyczność wykonywania zadań przemieszczania. Oba te samochody wejdą do użytku w LKAB w 2022 roku.

Realizując ten projekt wraz z LKAB, Scania kontynuuje współpracę z klientami chcącymi wspólnie z nią testować innowacyjne rozwiązania i wdrażać transformację w kolejnych branżach. Dla Scanii bardzo cenna pozostaje możliwość sprawdzenia w praktyce odmian elektrycznych, które pracując w ekstremalnych warunkach, wykonują rzeczywiste operacje klientów w kopalni. Co więcej, elektryczna ciężka wywrotka jest pierwszym tego typu pojazdem w branży. To kolejny duży krok na drodze do wdrażania zrównoważonych rozwiązań transportowych we wszystkich zastosowaniach. Cel na teraz (stan na rok 2022) polega na dojściu do sytuacji, gdy pojazdy wolne od paliw kopalnych będą równie produktywne, a nawet bardziej wydajne niż aktualne odpowiedniki napędzane przez silniki Diesla.

Boliden²⁸

Do transportu ciężkiego firma górnicza – wydobywca Boliden kupiła zelektryfikowany samochód Scanii, który został dostarczony wiosną 2022 roku. Inwestycja ta wpisuje się w cel tego podmiotu, polegający na zmniejszeniu do 2030 roku emisji CO₂ o 40%.

²⁸ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4210588-mining-company-boliden-buys-74-tonnes-electrified-scania-truck-for-heavy-transport>

Zelektryfikowany 3-osiowy ciągnik przystosowano do tworzenia zestawu o masie całkowitej 74 000 kg, złożonego z dwóch wzmocnionych naczep 3-osiowych podnaczepowych – łącznikowych, każda z bliźniaczym ogumieniem i kontenerem wymiennym na urrebek. Zestaw ten będzie wykorzystywany przez firmę przewoźową Renfors Åkeri AB na 30-kilometrowej trasie po drogach publicznych przy kopalni w północnej Szwecji.

8 czerwca 2022 roku²⁹ ukazała się informacja, że Boliden właśnie wprowadził do eksploatacji ten zestaw. Wykonuje on kursy między kopalnią Renströmsgruvan a zakładem Concentrator w Boliden i przewozi codziennie 2000 ton rudy złota. Jego praca trwa 19 godzin na dobę, a jedyna przerwa pojawia się, gdy doładowuje baterie. Przy tym Boliden chce, aby jeździł jak najwięcej. Kiedy trzeba go naładować, przedsiębiorstwo korzysta z innych pojazdów, ale jest to jego pierwszy transport w tym przepływie operacyjnym, w dodatku dokonywany na drogach publicznych. Co więcej, firma postrzega to jako pierwszy krok w kierunku bardziej zrównoważonego przewoźu, gdyż chce w przyszłości korzystać z większej liczby pojazdów elektrycznych. Kiedy już bowiem taki pojazd funkcjonuje w tym wymagającym środowisku, należy uwzględnić transport do huty i innych kopalń w okolicy.

Pojazd stanowi część ścisłej i innowacyjnej współpracy pomiędzy Scanią i Boliden. Otwiera ona możliwość zelektryfikowania większej liczby przepływów transportowych Boliden w przyszłości. Scania udziela Boliden wskazówek, jak zoptymalizować przepływ operacyjny, do którego jest używany ten samochód, oraz analizuje, jakie są dalsze możliwości rozwoju tego przedsięwzięcia. Strony pracują nad tym razem. Jest to partnerstwo obejmujące produkt, którego wciąż nie ma w regularnej produkcji. Rozwiązania tego zelektryfikowanego auta bazują na technologii stosowanej w modelach wówczas produkowanych w fabrykach Scanii, ale z dodatkowymi mocniejszymi komponentami. Powyższe sprawia, że wariant taki sprawdza się podczas ciężkich operacji. Ta potężna nośność i jeszcze większy zasięg są częścią rozwiązań produkowanych seryjnie przez Scanię w ciągu ostatnich dwóch lat.

Tym samym Scania po raz kolejny pokazuje, że takie rozwiązanie staje się technicznie możliwe przy wykorzystaniu całkowicie zelektryfikowanego taboru. Postęp w tej dziedzinie następuje bowiem szybko. Niemniej, aby umożliwić większej liczbie klientów wykonanie tego kroku, niezbędny okazuje się rozwój infrastruktury. Współpraca nad tego rodzaju koncepcją dla zelektryfikowanych pojazdów z takimi partnerami jak Boliden pozwala zatem przyspieszyć ten rozwój nie tylko w obszarze ochrony środowiska. Tym bardziej, że wypróbowanie zelektryfikowanej propozycji dla bardzo ciężkich pojazdów na tak wczesnym etapie oraz przyczynienie się do przejścia na zrównoważone rozwiązania transportowe oznaczają, że zestaw redukuje emisje w jednym z najważniejszych przepływów w działalności klienta i jeszcze bardziej poprawia jego parametry klimatyczne.

²⁹ https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2022/this_74-tonne_scania_electric_truck_runs_19_hours_a_day_at_the_mine.html

Projekt jest częścią REEL – Regional Electrified Logistics – inicjatywy prowadzonej przez CLOSER – szwedzką platformę efektywności transportu i wspieranej przez program Fordonsstrategisk forskning och Innovation (FFI), aby można było na szwedzkim rynku przyspieszyć przejście na zelektryfikowany transport towarowy.

Wodór

ASKO

Wciąż nie istnieje jedno uniwersalne rozwiązanie w sferze elektryfikacji ciężkich pojazdów użytkowych. Jedną z możliwych ścieżek dalszego rozwoju technologicznego w tej dziedzinie, którą Scania badała ze swoim klientem ASKO, są elektryczne wersje na ogniwa paliwowe zasilane wodorem. Dlatego w lutym 2020 roku ASKO – jeden z wiodących norweskich hurtowników żywności – nie tylko dodał do swojej floty 2 elektryczne dystrybucyjne Scanie z akumulatorami, ale też na początku 2020 roku³⁰ Scania i ASKO wdrożyły do próbnej eksploatacji 4 egzemplarze z elektrycznym układem napędowym z ogniwami paliwowymi na wodór oraz wodorową stację paliwową ASKO, położoną w Trondheim w Norwegii.

Wejście do pilotażowej eksploatacji oznacza przejście tego przedsięwzięcia do kolejnej fazy, co stanowi jeden z pierwszych komercyjnych projektów tego rodzaju. Pilotaż ten będzie podstawą dla dalszej nauki i rozwoju realizowanego przez obie strony. Ważna część tego przedsięwzięcia, wspierającego przejście na transport wolny od paliw kopalnych, jest realizowana w rozwoju zbliżonym do klienta wspólnie z wybranymi partnerami, stawiającymi na postęp, takimi jak ASKO.

Scania będzie nadal ściśle monitorować wydajność tego taboru. ASKO zaś, wskutek podjęcia wczesnych i odważnych kroków w celu zapewnienia dostaw wodoru pochodzącego ze źródeł odnawialnych oraz infrastruktury do tankowania, staje się graczem podejmującym istotne działania dla przyspieszenia przejścia na zrównoważony transport. Same pojazdy Scanii konstrukcyjnie bazują na podejściu modułowym. Przekazane do użytkowania przez ASKO 4 sztuki są 3-osiowe, oznaczone jako G350, w układzie napędowym 6×2*4, z krótką, dzienną kabiną, o dopuszczalnej masie całkowitej 26 000+1000 kg. Tradycyjny silnik spalinowy w układzie napędowym zastępuje w nich zespół elektryczny. Zespół ten tworzą silnik elektryczny o mocy szczytowej 290 kW, mocy ciągłej 210 kW i szczytowym momencie obrotowym 2200 Nm oraz 2-biegowa przekładnia. Silnik jest zasilany energią elektryczną z ogniw paliwowych zasilanych wodorem oraz akumulatorów. Pojemność pakietu akumulatorów litowo-jonowych wynosi 56 kWh, wbudowana ładowarka o mocy ładowania 22 kW AC wyróżnia się interfejsem ładowania CCS, ogniwo paliwowe PEFC 90 kW pochodzi od strony trzeciej, z kolei ilość zmagazynowanego wodoru określono na 33 kg przy 350 barach. Reszta układu napędowego składa

³⁰ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/norwegian-wholesaler-asko-puts-hydrogen-powered-fuel-cell-electric-scania-trucks-on-the-road.html>

się już z tych samych standardowych komponentów, jakie Scania normalnie stosuje w swoich dotąd dostarczanych hybrydowych samochodach i autobusach. Ponadto zasięg szacuje się na 400-500 km.

W oparciu o tę współpracę w kwestii dostaw i eksploatacji wysokowydajnych samochodów ciężarowych³¹ obie firmy wspólnie dalej badają nowe technologie elektryfikacji. W latach 2021-2022 Scania dostarczy więc do ASKO do siedmiu elektrycznych aut akumulatorowych. Potem ASKO – w ramach trzyletniej umowy ramowej ze szwedzkim koncernem na lata 2020-2022 – wyraziło zamiar zamówienia do 75 elektrycznych pojazdów akumulatorowych. W tym kontekście cel ASKO polega na posiadaniu do 2026 roku bezemisyjnej floty. W rezultacie elektryczne auta Scanii są ważnym krokiem dla podmiotu na drodze do transportu bez paliw kopalnych i tym samym odejścia od ciężkich pojazdów emitujących dwutlenek węgla. ASKO podejmuje takie zobowiązanie, potrzebne do osiągnięcia celu Porozumienia paryskiego dotyczącego ograniczenia globalnego ocieplenia najlepiej do 1,5°C. Poza tym umowa z ASKO stanowi namacalny przykład tego, jak wygląda dobra współpraca producenta taboru z klientami w celu przejścia na zrównoważone rozwiązania transportowe.

Renova Göteborg³²

Pierwszy w historii w Szwecji samochód śmieciarka zasilany wodorem jako paliwem w 2021 roku rozpoczął pracę na ulicach drugiego największego miasta w tym kraju – Göteborga. Przedsięwzięcie to ukierunkowano na poprawę ekologiczności wywozu śmieci.

Pojazd, od przedsiębiorstw miejskich odbierający materiały pochodzące z recyklingu, jest lepszy pod względem jakości powietrza i emisji hałasu oraz komfortu kierowcy, gdyż jest całkowicie cichy i emituje tylko czystą wodę, jedyny produkt uboczny technologii wodorowych ogniw paliwowych. Napędzanie, ładowanie i zagęszczanie odpadów odbywają się tu za pomocą energii elektrycznej wytwarzanej w ogniwach paliwowych. Wytworzone ciepło służy następnie do ogrzewania kabiny. Za bazę samochodową wybrano podwozie 3-osiowe, z kołami osi ostatniej skręcanymi przeciwbieżnie. Zbiorniki gazu znajdują się między krótką, dzienną wydłużoną kabiną a nadwoziem śmieciarki z tylnym odwłokiem. Ten innowacyjny nowy pojazd stanowi wynik 18 miesięcy prac rozwojowych konsorcjum składającego się ze Scanii, wytwórcy zabudów dla samochodów ciężarowych JOAB, wytwórcy ogniw paliwowych Powercell Sweden oraz firmy zajmującej się recyklingiem śmieci i odpadów Renova. Ta ostatnia należy do 10 gmin w zachodniej Szwecji będących jej współwłaścicielami. Inicjatywę tę finansowo dotacją wspiera zaś Szwedzka Agencja Energetyczna. Poza

³¹ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/how-electric-vehicles-fit-into-scantias-sustainability-journey.html>

³² <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/swedens-first-ever-hydrogen-powered-refuse-collection-truck.html>

tym w projekt pozostaje zaangażowany Królewski Instytut Technologiczny (KTH), pracujący nad gromadzeniem i analizą danych w celu porównania z innymi alternatywnymi układami napędowymi i paliwami samochodowymi.

Dla firmy Renova odmiana wodorowa to kolejny krok w kierunku zrównoważonego recyklingu i gospodarowania odpadami. Dlatego projekt w Göteborgu stanowi kolejny dowód na zaangażowanie stron w dążeniu do przejścia na zrównoważony transport – w dodatku jednocześnie na kilku różnych frontach technologicznych. Przy tym Scania postrzega technologię wodorowych ogniw paliwowych jako uzupełnienie pojazdów akumulatorowo-elektrycznych, a śmieciarka wodorowa w Göteborgu jawi się jako dobre uzupełnienie walki o czystszy transport. Pokazuje to też po raz kolejny, jak ważna staje się praca nad zrównoważonym rozwojem oraz jak ważna jest praca w grupach, bo wszystko trzeba robić razem z partnerami. Scania będzie dokładnie śledzić ten projekt do samego końca, również z tego powodu, iż działa on w Göteborgu i jego okolicach, czyli w rodzimym mieście Volvo.

4.2.2. Renault Trucks

Pojazdy z alternatywnymi zespołami napędowymi w próbnej eksploatacji

W październiku 2007 roku na targach RAI w Amsterdamie firma pokazała model studyjny Hybrys. Do jego przygotowania Francuzów zachęciły przede wszystkim rosnące ceny produktów ropopochodnych, stałe kurczenie się zasobów paliw kopalnych oraz rosnące zanieczyszczenie środowiska. Ponieważ przyczyny te nie są nowe, Renault od dawna pracuje nad pojazdami do wykonywania zadań na terenach zurbanizowanych i wobec tego zasilanymi paliwami alternatywnymi, jak biopaliwa czy gaz ziemny, bądź napędzanymi przez spalinowo-elektryczne układy hybrydowe lub wyłącznie silnikami elektrycznymi. Za wyborem układu hybrydowego do napędu Hybrys stał także sposób wykorzystania taboru przez służby komunalne czy zaopatrzeniowe. Samochody takie dość często muszą bowiem hamować i przyspieszać, co wiąże się z dużymi stratami energii i zużyciem paliwa. Dlatego bardzo pomocne okazują się tu właśnie układy hybrydowe, dające możliwość odzyskiwania energii.

Pod względem konstrukcyjnym Hybrys bazował na 3-osiowym Premium 6×2. Różnił się jednak od niego nie tylko wspomnianym układem hybrydowym oraz kilkoma innymi, interesującymi rozwiązaniami, ale i ciekawą stylistyką. Poza tym opony pochodziły z koncernu Michelin i zostały specjalnie zaprojektowane dla Hybrys. W związku z tym cechowało je wiele innowacyjnych rozwiązań technicznych wpływających na poprawę własności użytkowych, w tym zredukowany o 9% opór toczenia, zmniejszona masa własna, dla całego pojazdu oznaczająca oszczędności na poziomie 40 kg, oraz obniżony do zaledwie 66 dBA, czyli 13% poniżej obowiązujących limitów, poziom hałasu. Do tego nowe ogumienie przy rozmiarze 315/60R22,5 miało średnicę zredukowaną o 96 mm i tym samym przyczyniało się do łatwiejszego wchodzenia do kabiny i wychodzenia z niej.

Hybrydowy napęd spalinowo-elektryczny składał się z silnika Diesla DXi7 o mocy maksymalnej 320 KM, zautomatyzowanej skrzyni przekładniowej Optidriver+ oraz silnika elektrycznego MDS (*Motor Drive System*). Moduł elektryczny podwozia obsługiwał akumulatory, sterowniki podzespołów elektrycznych, obwody zasilania oraz system chłodzenia. Pozostałe dostępne dane techniczne na temat modelu Hybrys, ze względu na jego prototypowy charakter, były już bardzo skąpe. Pojazd miał rozstaw osi 3,9 m, przednią oś o dopuszczalnym nacisku 7500 kg, most napędowy P1395 o dopuszczalnym nacisku 13 000 kg, 22,5-calowe ogumienie oraz mieszane zawieszenie – z przodu mechaniczne, z tyłu pneumatyczne ze stabilizatorem. Poza tym Hybrys był uruchamiany bez kluczyka, za pomocą przycisku aktywującego elektryczny system zasilania przed włączeniem się silnika spalinowego. Automatyczny system kontroli napędu sam wybierał źródło zasilania, tym samym zapewniając komfortową i cichą jazdę oraz niskie zużycie paliwa. Ponadto auto ładowało akumulatory podczas jazdy i hamowania, ale akumulatory dało się także ładować po ich podłączeniu do zewnętrznego źródła energii elektrycznej. Te zasoby energii były wykorzystywane przez silnik elektryczny w trakcie jazdy oraz do zasilania wyposażenia podnoszącego bezpieczeństwo i komfort użytkownika, jak np. zasilane elektrycznie wspomaganie kierownicy czy obwody ogrzewania. W innych samochodach te systemy pobierają energię z silnika wysokoprężnego, a w modelu Hybrys, dzięki zasilaniu elektrycznemu, nawet po zatrzymaniu pojazdu i wyłączeniu jednostki Diesla nie dochodziło do dezaktywacji włączonych funkcji. Kolejną zaletą Hybrysa polegała na tym, że silnik elektryczny można było spożytkować w przypadku przeciążenia silnika wysokoprężnego, co zdarza się przykładowo przy jeździe w terenie górzystym. Takie rozwiązanie umożliwia więc optymalizację pracy silnika przy wysokich obrotach i jednocześnie przekłada się na niskie zużycie paliwa. Właściwe wykorzystanie obu silników – Diesla i elektrycznego – nadzorował zaś układ elektroniczny nowej generacji, kontrolujący też pracę zautomatyzowanej skrzyni biegów i w efekcie nadzorujący cały proces przenoszenia napędu. Skutkowało to niższym hałasem, redukcją zużycia paliwa oraz zmniejszeniem emisji substancji szkodliwych. Przeprowadzone badania wykazały, że, w zależności od sposobu użytkowania, zużycie paliwa mogło być niższe nawet o 35% niż w porównywalnych wersjach z tradycyjnym napędem. Dodatkowo Hybrys mógł współpracować z silnikami spełniającymi normę Euro 5 i zasilanymi biopaliwami. Mógł też otrzymać filtr cząstek stałych, a przy wykorzystaniu jedynie napędu elektrycznego był w stanie pokonać dystans 2 km.

Pod koniec 2008 roku francuskie przedsiębiorstwo wraz ze swoimi partnerami – zarządem miasta Lyon oraz firmą komunalną Sita (środowiskowy oddział Grupy Suez) – rozpoczęło testy Premium Distribution Hybrys Tech w roli nośnika zabudowy typu śmieciarka. Próby odbywały się w ramach normalnej, codziennej eksploatacji, a prototypowy egzemplarz powstał w oparciu o standardowe Premium Distribution w konfiguracji 6×2/4. Jego masa własna wynosiła 7020 + 800 kg na hybrydowy układ napędowy, z przodu występowała oś 7,5-tonowa, z tyłu 13-tonowa, most napędowy P1395, wszystkie opony były 22,5-calowe, a zawieszenie mie-

szane – z przodu mechaniczne, z tyłu pneumatyczne, z kolei w skład równoległego zespołu hybrydowego wchodziły: 320-konny silnik EDXi7 Euro 5, synchroniczny silnik elektryczny o mocy trwałej 70 kW i maksymalnej 100 kW, zautomatyzowana skrzynia przekładniowa Optidriver+ oraz chłodzony cieczą zespół akumulatorów litowo-jonowych o następujących parametrach – napięcie nominalne 600 V, moc 120 kW, pojemność 1,2 kWh. Oprócz tego pojazd cechowały dopuszczalna masa całkowita 26 000 kg, długość całkowita 10,07 m i rozstaw osi 3,9 m.

Mniej więcej po roku testów, na podstawie analizy osiągniętych wyników, postanowiono dokonać pewnych poprawek, tym bardziej że pojawili się następni potencjalni odbiorcy: spółka zależna Bouygues Group – firma budowlana Colas oraz Coca-Cola Enterprises Belgium. W 2009 roku Renault Trucks podpisało z nimi porozumienia o współpracy. Na ich podstawie powstały dwie kolejne wersje hybrydowego Premium Distribution, w pewnym zakresie różniące się od pierwowzoru. Różnice te wynikały z dwóch zasadniczych przesłanek: konieczności wprowadzenia poprawek wynikłych z postępu technicznego oraz potrzeby lepszego przystosowania samochodów do wymagań poszczególnych użytkowników. Przede wszystkim silnik spalinowy DXi 7 320 Euro 5 zastąpiło jego nowe wydanie, o mocy maksymalnej podniesionej do 340 KM. Jednocześnie nadal zastosowano równoległy system hybrydowy, jak uprzednio z silnikiem elektrycznym o mocy trwałej 70 kW, lecz o mocy maksymalnej 120 kW, zautomatyzowaną przekładnię Optidriver+ oraz zespół akumulatorów litowo-jonowych o napięciu nominalnym 600 V, mocy 120 kW i pojemności 1,2 kWh. Wprowadzono też nowe oprogramowanie, zwiększające liczbę funkcji/komponentów napędzanych elektrycznie, włączając w to układ kierowniczy ze wspomaganiem, poprawiono układ chłodzenia, zamiast dwóch, stosując jedną chłodnicę, oraz zastąpiono wybrane podzespoły/grupy podzespołów, jak te występujące w układach kierowniczym i pneumatycznym, podzespołami kolejnej generacji. W rezultacie podczas pracy w trybie w pełni elektrycznym samochody emitowały znacznie mniej hałasu. Poza tym różniły się ostateczną komplectacją. Egzemplarz dla Coca-Cola Enterprises Belgium miał układ napędowy 6×2*4, w celu poprawy manewrowości z kołami osi trzeciej skręcanymi przeciwbieżnie w stosunku do przednich kół kierowanych, długość całkowitą 10,07 m, rozstaw osi zwiększony do 5,25 m, pełne zawieszenie pneumatyczne i dopuszczalną masę całkowitą 26 000 kg, przy osi przedniej o nacisku maksymalnym 7500 kg i środkowym moście napędowym o pojedynczej redukcji. Auto to wykorzystywano do dystrybucji napojów w belgijskiej stolicy i jej okolicach. Natomiast Premium Hybrys dla Colas bazowało na układzie 2-osiowym w formule 4×2. Wobec tego jego dopuszczalna masa całkowita spadła do 19 000 kg, przy osi przedniej o nośności 8000 kg i moście napędowym o podwójnej redukcji. W pojeździe postawiono też na mieszane zawieszenie, z przodu mechaniczne, z tyłu pneumatyczne, analogicznie jak w aucie dla Sity, oraz skrócony do 3,7 m rozstaw osi, co poprzez redukcję promienia skrętu polepszyło własności manewrowe. Tak skonfigurowany egzemplarz, z nadwoziem typu wywrotka, służył do zaopatrywania placów budów w miastach w różnego typu materiały syplikie.

Kilka ciekawych, *de facto* eksperymentalnych samochodów ciężarowych Renault z alternatywnymi zespołami napędowymi trafiło też do próbnej eksploatacji u wybranych klientów. Pojazdy te służyły do normalnie wykonywanych zadań przewozowych, co dało asumpt do ich pierwszej realnej oceny³³.

Greenway Services to firma specjalizująca się w dystrybucji towarów na tzw. ostatnim kilometrze za pomocą pojazdów z napędem w pełni elektrycznym. Od 2011 roku na obszarze aglomeracji paryskiej wykorzystywała ona flotę Maxity Electric w liczbie 10 sztuk. W 2015 roku auta te osiągnęły przebieg ponad 220 000 km. W związku z dynamicznym rozwojem działalności i motywowana dotychczasowym sukcesem Greenway Services zamówiła kolejne dwa Maxity Electric, których dostawa rozpoczęła się w pierwszej połowie tego roku. W efekcie liczba Maxity Electric w Greenway wzrosła do 12 egzemplarzy. Pojazdy te nabyto, gdyż cel Greenway Service polega na świadczeniu wysokiej jakości usług w sposób przyjazny dla środowiska naturalnego. Dzięki Maxity Electric podmiot może zagwarantować swoim klientom dostawy na „ostatnim kilometrze” całkowicie wolne od emisji spalin i hałasu, tym samym sprowadzając do absolutnego minimum niedogodności dla okolicznych mieszkańców.

Maxity Electric to model spełniający wszelkie potrzeby Greenway Services. Może być kierowany przez osobę posiadającą podstawową kategorię prawa jazdy i przewozić ładunek o masie około 1500 kg. Jest zasilany akumulatorami litowo-jonowymi, których ładowanie odbywa się codziennie, trwa 7 godzin i kosztuje około 2 EUR. Jednorazowe, pełne naładowanie akumulatorów wystarczało na przejechanie około 100 km. W rezultacie duża ładowność i zasięg Maxity Electric umożliwiły Greenway Services dopasowywanie planów dostaw do potrzeb klientów oraz optymalizację tras, pozwalając zamortyzować dodatkowy koszt zakupu wersji w pełni elektrycznej. Tym bardziej, że firma podchodzi kompleksowo do kwestii ochrony środowiska naturalnego, oferując swoim klientom usługi dodatkowe, takie jak odbiór i recykling opakowań, dostawy materiałów opakowaniowych (palety, folia, pudła kartonowe) oraz pakiet Green Box (odbiór zużytych baterii, żarówek i innych elementów wyposażenia sklepu).

Z pomocą Maxity Electric Greenway Services świadczyło usługi na zlecenie lokalnych władz, którym zależy na ograniczaniu emisji spalin i hałasu. Niemniej coraz większą wagę do proekologicznego transportu przykładają też inni klienci podmiotu, w tym jego długoletni partnerzy, jak np. L'Occitane z Prowansji czy Yves Rocher. Od dawna mocno angażują się oni w ochronę środowiska i wykorzystanie bezemisyjnego środka transportu, co ułatwia im dotrzymanie zobowiązań. Jednocześnie do idei transportu bezemisyjnego przekonuje się coraz więcej przedsiębiorstw, które wobec przewidywanych dużych zmian w sposobie realizacji dostaw w przyszłości systematycznie zaczynają korzystać w Paryżu z odmian w pełni elektrycznych.

³³ O ile nie wskazano inaczej, opisano na podstawie materiałów prasowych Renault Trucks z roku 2015.

W zakresie budowy elektryczne Maxity dostało krótką, dzienną, 3-osobową kabinę (siedzenie kierowcy oraz dwuosobowa ławka dla pasażerów). Jego rozstaw osi równy jest 3400 mm, dopuszczalna masa całkowita – 4500 kg, a ładowność – około 1500 kg, co w przypadku tego odbiorcy nie stanowiło większego problemu. Napęd zapewniał asynchroniczny silnik trakcyjny 400 V o mocy 47 kW i maksymalnym momencie obrotowym w trakcie ruszania z miejsca 270 Nm. Energię elektryczną magazynowały akumulatory litowo-jonowe (litowo-żelazowo-fosforanowe – Valence Technology) o pojemności 42 kWh – 615V/69 Ah, a 4 zestawy akumulatorów wyróżniała łączna masa 400 kg. Czas pełnego ładowania, włącznie z fazą równoważenia ładunku, określono na 7 godzin. Urządzenie do ładowania zostało zintegrowane z autem – zasilano je ze standardowego gniazda elektrycznego trójfazowego. W roli retardera występował silnik elektryczny. W momencie hamowania przy jego wykorzystaniu dochodziło do rekuperacji energii elektrycznej i ładowania akumulatorów. Napęd od silnika przenosiła 6-biegowa skrzynia zautomatyzowana.

W ramach prowadzonego wspólnie projektu, polegającego na rozwijaniu własnych strategii zrównoważonego rozwoju, w 2015 roku Renault Trucks oraz francuska poczta La Poste wprowadziły zaś do eksploatacji Maxity z napędem elektrycznym, dodatkowo zasilane ogniwnem wodorowym, zwiększającym użyteczny zasięg. To pierwszy tego rodzaju eksperyment w Europie, a testowanym autem było elektryczne Maxity H2 z systemem ogniw paliwowych.

Francuski koncern przystosował w pełni elektryczne dystrybucyjne Maxity, o dopuszczalnej masie całkowitej 4500 kg, do montażu ogniwa paliwowego, opracowanego i zintegrowanego z pojazdem przy współpracy z firmą Symbio FCell. W efekcie średni zasięg, w przypadku typowego elektrycznego Maxity wynoszący około 100 km, zwiększył się o 100% – o następne 100 km dzięki energii dostarczanej przez ogniwo – połączenie układu elektrycznego i wodorowego powodowało więc, że średni zasięg dochodził do 200 km: 100 km gwarantowanych przez akumulatory oraz następnych 100 km zabezpieczanych przez ogniwo paliwowe. Podczas ruchu samochodu silniki elektryczne zasilają dwa dodatkowe źródła energii: ogniwo paliwowe pozwalało osiągnąć moc maksymalną 20 kW, a powyżej tej wartości niezbędna moc gwarantowały akumulatory. Na postoju w razie potrzeby ogniwo paliwowe umożliwiało doładowanie akumulatorów. Ponadto ciepło wytwarzane przez ogniwo paliwowe służyło do ogrzewania kabiny, co przekładało się na uniknięcie pobierania energii z akumulatora i w rezultacie utrzymanie zasięgu auta. Za takim rozwiązaniem przemawia kilka argumentów. Wykorzystanie wodoru jako paliwa jawi się jako skuteczne wyjście poprawiające zasięg wariantów elektrycznych. W ogólnym planie rozwój metod magazynowania energii z wykorzystaniem wodoru należy traktować jako kluczowy czynnik w okresie przechodzenia na inne źródła energii. Poza tym wersja wodorowo-elektryczna nie stwarza uciążliwości akustycznej dla otoczenia oraz emituje jedynie parę wodną. Jednocześnie jej zasięg, podniesiony ze 100 do 200 km, czyni ją dobrym narzędziem pracy w dystrybucji, służącym do wykonywania codziennych zadań na terenach miejskich i podmiejskich.

Homologowane i zarejestrowane przez Renault Trucks Maxity Electric H2 z ogniwem wodorowym w połowie lutego 2015 roku trafiło do użytku w Dole – mieście we francuskim departamencie Jura. Ze względu na wyjątkowo surowe zimy występujące w tym regionie kraju baza w Dole stała się poligonem doświadczalnym dla całej floty eksperymentalnych pojazdów La Poste. W czasie trwających rok testów oceniano możliwości auta, z uwzględnieniem pór roku, po czym powstał odpowiedni raport. Pojazd używano do dystrybucji listów i paczek w ramach realizacji usług związanych z odbiorem oraz dystrybucją przesyłek pocztowych i paczek przez listonoszy. Trasa przejazdu prowadziła głównie przez obszary wiejskie i miała długość około 70 km. Do kierowania tego samochodu delegowano dwóch pracowników poczty, którzy wcześniej przeszli specjalne szkolenie.

We Francji elektryczno-wodorowe Maxity, pomimo dopuszczalnej masy całkowitej 4500 kg, otrzymało dopuszczenie do ruchu jako pojazd kategorii N2, o dozwolonej masie całkowitej 3500+1000 kg, na podstawie specjalnych przepisów faworyzujących warianty proekologiczne. Dlatego do kierowania nim wystarczyło prawo jazdy kategorii B. Te dodatkowe 1000 kg zakwalifikowano jako zwiększoną masę własną, będącą skutkiem zastosowania „czystego” alternatywnego źródła energii.

W układzie konstrukcyjnym elektryczno-wodorowe Maxity miało krótką, dzienną kabinę, ogrzewaną energią cieplną pozyskiwaną wskutek pracy ogniw paliwowych lub energią elektryczną – elektrycznym ogrzewaniem oporowym przy nieaktywnym ogniwie. Jego rozstaw osi wynosił 2900 mm, dopuszczalna masa całkowita 4500 kg, a ładowność zaledwie 1000 kg, co akurat w przypadku realizacji zadań pocztowo-kurierskich nie stanowi poważniejszej wady. Asynchroniczny silnik o mocy 47 kW i maksymalnym momencie obrotowym przy ruszaniu z miejsca 270 Nm, 6-biegowa skrzynia zautomatyzowana oraz 4 zestawy akumulatorów litowo-jonowych o łącznej masie 400 kg były takie same jak w Maxity Electric. Układ zwiększania zasięgu opierał się z kolei na module wodorowym – tzn. ogniwa paliwowe o mocy maksymalnej 20 kW pełniły funkcję wzmacniacza zasięgu – Fuel Cell Range Extender. Zbiorniki wodoru były dwa, każdy o pojemności 75 l (2×75 l – 3,6-4 kg wodoru). Pozwalały one zmagazynować do 4 kg H_2 pod ciśnieniem 350 barów. Zmagazynowana energia – pojemność tych zbiorników H_2 dla napędu wynosiła 45 kWh, z kolei łączna masa zestawu – modułu wodorowego – 300 kg. Prędkość maksymalna natomiast to 90 km/h. Z powodu wprowadzenia zespołu ogniwa paliwowego elektryczno-wodorowe Maxity, w porównaniu ze swoim w pełni elektrycznym odpowiednikiem, wyróżniało się więc o 100% większym zasięgiem, ale za cenę spadku ładowności o 33% – z 1500 do 1000 kg.

Dzięki zawartemu porozumieniu La Poste i Renault Trucks połączyły swoje wysiłki na rzecz wdrożenia we Francji pojazdów zasilanych wodorem jako opłacalnej alternatywy w transporcie. Podobnie jak w przypadku konwencjonalnych aut elektrycznych, upowszechnienie się tej technologii wymagać będzie zaangażowania ze strony przemysłu oraz wsparcia ze strony użytkowników i ustawodawcy.

Kolejny przykład dotyczy innych francuskich firm wdrażających zasady zrównoważonego transportu. Tymi firmami są Guerlain oraz paryski przewoźnik Speed Distribution Logistique. W ramach wspólnych badań dotyczących rozwoju zrównoważonego transportu drogowego Renault Trucks oraz Guerlain testowały eksperymentalny, w pełni elektryczny samochód ciężarowy przekazany do użytkowania Speed Distribution Logistique. Samochodem tym było elektryczne D, całkowicie bezemisyjne i cichobieżne, o dopuszczalnej masie całkowitej 16 000 kg. W latach 2013-2015 codziennie zaopatrywało ono w Paryżu należące do Guerlain butiki Maison de Parfums&Cosmétiques. Testy odbyły się w rzeczywistych warunkach drogowych, na typowej, wymagającej trasie dystrybucyjnej o długości ponad 200 km. Renault Trucks wypuściło to auto na trasę o takiej długości, by zyskać pewność, że zastosowana w nim technologia jest rozwojowa. W celu pokonania tak długiego odcinka po raz pierwszy odmianą tej kategorii masowej konieczne było kilkakrotne w ciągu doby doładowywanie akumulatorów. Trasa przejazdu została zaplanowana w taki sposób, by umożliwić dwa częściowe doładowania w ciągu dnia i dodatkowo ładowanie całkowite między godziną 19:00 a 2:00 rano. Test potrwał do końca 2015 roku. Następnie poddano go gruntownej ocenie, a jego wyniki wzbogaciły bazę wiedzy koncernu w sferze elektrycznego napędu wariantów o średniej ładowności oraz wymagań klientów. Na tej podstawie podjęto decyzje dotyczące kierunków dalszych badań.

Guerlain przyłączyło się do projektu, ponieważ zrównoważony rozwój od lat stanowi element strategii tego podmiotu, definiującej 6 głównych wyzwań. Jednym z nich jest zdecydowane dążenie do redukcji emisji CO₂ w drogowym transporcie ładunków, ten innowacyjny projekt zaś stanowił okazję do podjęcia współpracy z Renault Trucks i Speed Distribution Logistique opartej na wspólnym zaangażowaniu w ochronę środowiska naturalnego. Speed Distribution Logistique uczestniczył w tym przedsięwzięciu, gdyż zdefiniował własny model ekonomiczny ukierunkowany na szacunek wobec ludzi i otoczenia. Po zainwestowaniu w 2013 roku w pełni elektryczne pojazdy dystrybucyjne Renault Maxity, realizowano to społecznie odpowiedzialne podejście, co zmotywowało do wykorzystania właśnie większego, eksperymentalnego pojazdu o dopuszczalnej masie całkowitej 16 000 kg. Dzięki temu podmiot mógł zaproponować Guerlain całkowicie bezemisyjny cykl transportowy.

W pełni elektryczne Renault D wyróżniało się zerową emisją substancji szkodliwych i cichobieżnością. W kompletacji dla Guerlain miało układ napędowy 4×2 oraz krótką, dzienną kabinę. Jego ładowność wynosiła około 6000-6500 kg, przy dopuszczalnej masie całkowitej 16 300 kg i rozstawie osi 4700 mm. W charakterze źródła napędu wystąpił asynchroniczny silnik elektryczny 400 V o mocy 103 kW i maksymalnym momencie w trakcie ruszania 450 Nm. Napęd przenosiła 6-biegowa, zautomatyzowana przekładnia ZF 6S800 TSO z pneumatycznym układem wykonawczym. Energię zapewniały dwa zestawy akumulatorów litowo-jonowych (litowo-żelazowo-fosforanowe) o łącznej pojemności 170 kWh/615 V/286 Ah oraz masie 2000 kg. Ładowanie akumulatorów odbywało się z sieci przesyłowej 380 V/

64 A oraz poprzez odzyskiwanie energii hamowania, gdy silnik elektryczny pracuje jako prądnica. Czas całkowitego ładowania określono na około siedem godzin, a zasięg eksploatacyjny na 120 km bez doładowywania częściowego.

W czerwcu 2015 roku Renault Trucks razem z firmą transportową Deret rozpoczęło eksperyment z elektrycznym modelem D 16 000 kg o zwiększonym zasięgu, dodatkowo zasilanym silnikiem spalinowym. Całkowity zasięg wynosił 400 km, z czego 60 km dało się pokonać tylko z napędem elektrycznym. Taka struktura zasięgu pozwoliła temu autu o zwiększonym zasięgu na wykonanie do ośmiu kursów dziennie między dwiema lokalizacjami, tzn. na codzienne zaopatrywanie sklepów na paryskim lotnisku Charles-de-Gaulle z centrum logistycznego Deret w Compans. Przy czym 16-tonowy wariant służył do dostaw do sklepów na lotnisku w trybie w 100% elektrycznym. W rezultacie emisję CO₂ ograniczono o 30%.

Deret eksploatuje elektryczny tabor od wielu lat. Model D elektryczny o zwiększonym zasięgu spełnił jego wymogi dużej ładowności i trudnych kursów na 30-50-kilometrowych trasach odbywających się po drogach oraz 10-15-kilometrowych odcinkach pokonywanych tylko na napędzie elektrycznym. Dzięki temu autu firma mogła wykonać od 4 do 5 kursów w ciągu dnia bez przerw. Duży zasięg miał tu fundamentalne znaczenie, aby nie blokować dostaw z powodu jego ograniczeń lub konieczności ładowania akumulatorów.

Z technicznego punktu widzenia wersja ta pozwalała połączyć tryb zero emisji zanieczyszczeń i zero hałasu w trybie w 100% elektrycznym. Tryb spalinowy umożliwiał ładowanie akumulatorów w czasie rzeczywistym i powrót do centrum logistycznego bez postoju. Kontrolę zużycia energii zapewniał system zarządzania energią pojazdu sterowany specjalnym modułem elektronicznym, opracowanym przy współpracy z IFP Energies Nouvelles. Moduł elektroniczny wykorzystywał algorytm przygotowany przez Renault Trucks, zapewniając maksymalnie zoptymalizowaną pracę silnika i sprzyjając zmniejszeniu emisji CO₂ oraz redukcji zużycia paliwa. Moduł ten zarządzał automatycznie ładowaniem akumulatora i stale optymalizował wykorzystanie obu źródeł energii – elektrycznego i spalinowego. Nadzór wykorzystania energii dostosowano tak, aby na terenie lotniska samochód stale pozostawał w trybie zero emisji zanieczyszczeń. Przy tym silnik za każdym razem przełączał się w tryb elektryczny, gdy prędkość spadała poniżej 30 km/h. Ponadto, nawet jeżeli tryb automatyczny był domyślnym trybem działania auta, kierowca zachowywał możliwość ręcznego przełączania z jednego trybu na drugi i mógł nadzorować źródła energii na tablicy rozdzielczej.

Bazę dla elektrycznego D o zwiększonym zasięgu stanowiło wydanie D w układzie napędowym 4×2, o rozstawie osi 5300 mm i z krótką kabiną. Było to wydanie rozwojowe podwozia dostarczonego do Guerlain, z tą różnicą, iż zaopatrzone je jeszcze w dodatkowe źródło energii jako tzw. *range extender* oraz, dzięki temu, w baterie o mniejszej pojemności. Rolę podstawowego źródła napędu pełnił asynchroniczny silnik elektryczny 400 V o mocy 103 kW i maksymalnym momencie w trakcie ruszania 450 Nm. Do przeniesienia napędu służyła 6-biegowa, zautoma-

tyzowana przekładnia ZF 6S800 TSO z pneumatycznym układem wykonawczym. Zainstalowany zestaw akumulatorów litowo-jonowych (litowo-żelazowo-fosforanowych) wyróżniał się łączną pojemnością mniejszą niż w przypadku w pełni elektrycznego odpowiednika. Ta pojemność wynosiła bowiem 85 kWh/615 V/286 Ah. W efekcie, ze względu na mniejszą masę zespołu akumulatorów, ładowność wzrosła do 7000 kg, czyli o 500-1000 kg, przy nadal dopuszczalnej masie całkowitej na poziomie 16 000 kg. By nie odbiło się to negatywnie na zasięgu, pojazd zaopatrzone jeszcze w zwiększacz zasięgu. Zadanie to wykonywała tzw. pomocnicza spalinowa jednostka napędowa APU (*Auxiliary Power Unit*) Renault DXi5 o mocy maksymalnej 180 KM. Spełniała ona normę czystości spalin Euro 5 i została uzupełniona przez moduł I-SAM 70kW. Jej montaż wymusił jednak wprowadzenie zbiornika paliwa o pojemności 130 litrów.

Rezultaty pierwszych testów tej technologii, przeprowadzonych z udziałem klientów w rzeczywistych warunkach eksploatacji, okazały się niezwykle zadowalające. Dlatego dostawy odmian w pełni elektrycznych już na większą skalę francuski koncern kontynuował w następnych latach. Tym bardziej, że wytwórca postawił sobie za cel, aby do 2025 roku 10% jego sprzedaży stanowiły pojazdy elektryczne.

D Wide Z.E. w barwach SUEZ³⁴

Gmina Neuilly-sur-Seine niedaleko Paryża zdecydowała się na szerokie wykorzystanie energii elektrycznej przy zbiórce odpadów komunalnych. Na tej podstawie firma SUEZ, której powierzono zbiórkę odpadów, zamówiła w Renault Trucks dziesięć dodatkowych, w 100% elektrycznych pojazdów D Wide Z.E. Po kilku miesiącach eksploatacji pierwszego D Wide Z.E., przekazanego w lipcu 2020 roku, SUEZ i Renault Trucks pozytywnie oceniły bowiem swoją współpracę i zobowiązały się do prowadzenia zbiórki odpadów w sposób bardziej przyjazny dla jakości życia mieszkańców. Śmieciarki nowej generacji – nie emitując spalin ani CO₂ – zbierają odpady pomiędzy Neuilly-sur-Seine i, w zależności od rodzaju odpadów, w Saint-Ouen lub Gennevilliers. Tym samym zbiórka odpadów komunalnych dla 63 000 mieszkańców Neuilly-sur-Seine jest realizowana z zerową emisją.

Zmniejszenie emisji CO₂ i poprawa jakości życia mieszkańców stanowi przedmiot szczególnej troski zarówno SUEZ, jak i Renault Trucks. Technologia elektryczna jest dobrze dopasowana do zbiórki odpadów komunalnych i zapewnia znaczną poprawę śladu ekologicznego oraz komfortu użytkowników i mieszkańców, przy zerowej emisji lokalnej i emisji CO₂ zredukowanej nawet o 95%.

Ta pierwsza ocena pozwoliła również na dokonanie pewnych dostosowań technicznych, takich jak programowanie ogrzewania kabiny i optymalizacja działania sprzętu, w tym liczby cykli zagęszczania, liczby operacji wstrząsania oraz prędkości mechanizmów.

³⁴ <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/la-collecte-des-dechets-menagers-neuilly-sur-seine-92-confiee-suez-soperera>

Gorent S.p.A. – Florencja³⁵

Po Paryżu, Lyonie i Barcelonie w 2021 roku Renault Trucks, realizując strategię e-mobilności, dostarczył do stolicy Toskanii – Florencji całkowicie elektryczny samochód przeznaczony do zbiórki odpadów. Włoska firma Gorent S.p.A. odebrała mianowicie 26-tonowe D Wide Z.E. z zabudową typu śmieciarka. To pierwszy pojazd elektryczny Renault Trucks używany we Włoszech.

Florencja, chcąc być miastem zrównoważonym, toruje drogę w transformacji energetycznej i w ciągu lat 2016-2021 zredukowała zanieczyszczenie powietrza o 20%. Przy tym poziom dwutlenku azotu spada zarówno w centrum miasta, jak i na przedmieściach. Rada miasta uczyniła bowiem z ochrony środowiska priorytet, wprowadzając linie tramwajowe, nowe ścieżki rowerowe, systemy wypożyczania aut i rowerów oraz setki stacji ładowania aut elektrycznych, taksówek i autobusów. W odniesieniu do odpadów miasto dąży do wdrożenia planu gospodarowania opartego na ograniczaniu zużycia i maksymalnym wykorzystaniu materiałów odpadowych. W dłuższej perspektywie kwestia dotyczy nawet wprowadzenia elastycznego i „wrażliwego” systemu, mogącego całkowicie wyeliminować odpady z miasta (245 000 t rocznie), poprzez spożytkowanie ich do produkcji energii potrzebnej do zasilania transportu publicznego. W tym kontekście pierwsze elektryczne auto do zbiórki odpadów dobrze wpisuje się w zieloną rewolucję stolicy Toskanii, uważającej kwestie ochrony środowiska za najwyższy priorytet. Eksploatacja D Wide Z.E. z zabudową typu śmieciarka ma więc na celu zwiększenie mobilności elektrycznej w centrum miasta dla poprawy jakości powietrza i redukcji zanieczyszczenia hałasem, a docelowo pomocy w zachowaniu dziedzictwa kulturowego.

Gorent S.p.A., specjalista w wynajmie pojazdów do sprzątania miejskiego, to pierwszy włoski klient Renault Trucks, który zakupił w pełni elektryczny samochód ciężarowy. D Wide Z.E., podczas pracy nieemitujący zanieczyszczeń powietrza ani hałasu, służy do zbiórki odpadów z gospodarstw domowych we Florencji. Może działać niezależnie od wszelkich ograniczeń ruchu wprowadzonych przez radę miejską. Do tego Gorent S.p.A. pozostaje przekonany o konieczności przejścia na energię elektryczną. Podmiot koncentruje swoje wysiłki na zmniejszeniu emisji CO₂ i dokonywaniu praktycznych wyborów, aby to osiągnąć. Jednym z tych wyborów jest zakup tego całkowicie elektrycznego pojazdu. Firma postawiła sobie także za zadanie podnoszenie świadomości społecznej oraz promowanie mobilności elektrycznej i korzyści z niej wynikających. Impreza zatytułowana „Posprzątaj nasz plac” przez całe lato 2021 roku gościła więc na kultowych placach największych włoskich miast, gdzie D Wide Z.E. pojawił się obok lekkich samochodów elektrycznych we flocie Gorent.

³⁵ <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/florence-la-collecte-des-dechets-seffectue-en-renault-trucks-100-electrique>

Ogólnie włoskie firmy i władze miast szykują się do transformacji energetycznej, a ta współpraca stanowi tego wyraźny sygnał. Zmiany są w toku, by sprostać potrzebom firm chcących we Włoszech przejść transformację energetyczną.

Browar Feldschlösschen³⁶

Renault Trucks i Feldschlösschen, spółka zależna grupy Carlsberg, podjęły konkretne zobowiązanie na rzecz mobilności neutralnej pod względem emisji dwutlenku węgla: w środę 25 sierpnia 2021 roku szwajcarski browar, jako pierwszy w Europie, oficjalnie przejął 20 elektrycznych aut Renault Trucks. Ich eksploatacja wynika ze strategii Feldschlösschen w kierunku logistyki o zerowej emisji. Jako lider w warzeniu i dystrybucji napojów w Szwajcarii podmiot już teraz (stan na rok 2022) wytwarza swoje produkty w sposób odpowiedzialny, a dzięki tym pojazdom może dotrzeć ekologicznie na koniec łańcucha, dostarczając napoje w sposób neutralny pod względem śladu węglowego.

D Wide Z.E. 26 000 kg powstają w fabryce koncernu w Blainville-sur-Orne (Normandia) i w większości były przejęte przez szwajcarskiego odbiorcę już kilka miesięcy wcześniej. Zaopatrują rodzimych klientów Feldschlösschen z 12 centrów logistycznych browaru. Do połowy 2021 roku przebyły łącznie 66 000 km i przewiozły 9300 t ładunków. Ogólnie te 20 elektrycznych pojazdów w porównaniu z odpowiednikami z silnikiem Diesla pozwoli Feldschlösschen zredukować emisję CO₂ rocznie o 240 ton.

4.2.3. DAF

Od końca 2018 roku pierwsze CF Electric jako 2-osiowe, szosowe ciągniki siodłowe w układzie napędowym 4×2 stanowią część szeroko zakrojonych prób drogowych, w których służą do przewozu ładunków do i z miejsc docelowych, takich jak supermarkety czy centra dystrybucyjne. Są one eksploatowane przez sieć supermarketów Jumbo oraz różne holenderskie przedsiębiorstwa transportowe, w tym Peter Appel, Simon Loos i Tinie Mander. W przypadku sieci Jumbo pierwszy CF Electric został przekazany w grudniu 2018 roku. W lutym 2019 roku³⁷ w pełni elektryczny 2-osiowy ciągnik siodłowy CF Electric z technologią E-Power VDL trafił zaś do Tinie Manders Transport. Egzemplarz ten w imieniu DHL jest używany do świadczenia usług przewozowych w regionie Eindhoven.

Decyzja dotycząca poszerzenia asortymentu pojazdów elektrycznych w Tinie Manders opiera się nie tylko na czynniku zerowej emisji, ale także na łatwości użytkowania i dodatkowych możliwościach, jakie oferuje ten model. Zerowa

³⁶ <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/premiere-en-europe-le-brasseur-feldschlosschen-recoit-les-cles-de-20>

³⁷ <https://www.daf.com/en/news-and-media/news-articles/global/2019/q1/05-02-2019-daf-cf-electric-for-tinie-manders-transport>

emisja w połączeniu z minimalnym poziomem hałasu pojazdu oznaczają, że można również sprostać coraz bardziej rygorystycznym wymogom prawnym dotyczącym transportu w miastach.

Tinie Manders Transport połączy w pełni elektryczny ciągnik z całkowicie elektryczną naczepą chłodniczą. To unikatowe zestawienie sprawi, że przedsiębiorstwo z siedzibą w Geldrop kwalifikuje się do holenderskiej dotacji DKTI na zrównoważony transport. Ten projekt DKTI obejmuje nie tylko DAF, VDL Groep i Tinie Manders Transport, ale też DHL, TNO, Allego, THT New Cool i gminę Geldrop-Mierlo. Allego zapewnia publiczne rozwiązanie do ładowania w Geldrop, gmina jest zaangażowana we wdrażanie infrastruktury ładowania, a THT New Cool dostarcza dwie bezemisyjne naczepy chłodzone przy pomocy systemu w pełni elektrycznego, w których odzyskuje się energię podczas hamowania. TNO zaś zbada wyniki osiągnięte przez kombinację elektryczny samochód/naczepa i oceni, czy więcej przewozów regionalnych może być realizowanych z wykorzystaniem wariantów całkowicie elektrycznych.

Jeden z kolejnych, w pełni elektrycznych ciągników siodłowych DAF został dostarczony do firmy Peter Appel Transport³⁸, gdzie wcześniej trafiły dwa samochody hybrydowe także marki DAF. Wraz z dostawą tego egzemplarza test CF Electric z zasilaniem elektrycznym wkracza w kolejny etap prób w dostawach do supermarketów Albert Heijn położonych w centrach miast.

Optymalne wykorzystanie w 100% elektrycznego ciągnika wymaga inteligentnego planowania w dynamicznej strukturze dystrybucji 24/7. Oprócz istniejących czasów dostawy do sklepów oraz czasu jazdy i odpoczynku kierowcy, należy zaplanować proces ładowania. Gdy ciągnik został dostarczony 7 lipca 2020 roku, kierowcy Peter Appel Transport natychmiast otrzymali obszernie instrukcje od pracowników DAF i VDL dotyczące bezpiecznego ładowania akumulatora na stacji ładowania. Ciągnik elektryczny służy do stosunkowo krótkich jazd. W praktyce oznacza to, że w Amsterdamie i w okolicach są zaopatrywane maksymalnie trzy sklepy na jazdę z centrum dystrybucyjnego Albert Heijn w Zaandam. Do ładowania akumulatorów Albert Heijn ulepszył infrastrukturę ładowania w Zaandam, m.in. dzięki dostarczonej przez VDL ultraszybkiej ładowarce od dewelopera Heliox. W efekcie średni czas ładowania po jeździe skrócono z 70 do 35 minut. Co ważne, spożytkowano tu już doświadczenia wyniesione ze sprawdzianu dwóch wcześniej dostarczonych hybrydowych aut.

Test doświadczalny z elektrycznymi i hybrydowymi egzemplarzami typu *plug-in*, służącymi do bezemisyjnych dostaw do supermarketów Albert Heijn w centrum miasta, dostał wsparcie z programu dotacji DKTI, dla demonstracji technologii klimatycznych i innowacji w przewozach. Partnerzy – tzn. Albert Heijn, Peter Appel Transport, Simon Loos, DAF Trucks, TNO i dostawcy wraz z grupą miejskich rad sondażowych – również badają, w jaki sposób w przyszłości można zaopatrywać

³⁸ <https://www.peterappeltransport.nl/nieuws/eerste-100-elektrische-trekker-voor-peter-appel-transport/>

miasta w możliwie najbardziej bezemisyjny sposób, czyli bez szkodliwych emisji CO₂, NOx i cząstek stałych oraz przy jak najmniejszym poziomie hałasu. W projekcie Peter Appel Transport jest ważnym partnerem w określaniu wymagań funkcjonalnych i operacyjnych oraz w testowaniu pojazdów.

Kolejny użytkownik – niemiecka firma logistyczna Rhenus – używa z kolei dwóch CF Electric do regionalnego transportu kontenerów. Zostały one wypożyczone jej spółce zależnej Contargo, utworzonej w wyniku decyzji Rhenus z 2004 roku o objęciu kilku spółek zależnych jednym parasolem.

Specjalizujący się w logistyce kontenerów CF Contargo do 2050 roku zamierza oferować wszystkie swoje usługi na zasadzie „zerowej emisji”³⁹. Mając to na uwadze, zakupił dwa ciągniki CF z napędem elektrycznym. Pojazdy te z powodzeniem przewożą kontenery między terminalem kontenerowym w Duisburgu a centrum Niemiec. Ciągną naczepy podkontenerowe z 40-stopowymi kontenerami. Są napędzane przez silniki elektryczne o mocy 210 kW. Energia do tych silników jest dostarczana za pomocą prądu o napięciu 700 V z akumulatorów litowo-jonowych o pojemności 170 kWh, zapewniających wystarczającą ilość energii do pokonania dystansu 100 km bez ładowania. Powyższe wystarczy do obsługi większości sieci logistycznej Contargo w głębi ładu.

Oprócz DAF CF Contargo planuje przetestować 4 pojazdy elektryczne z różnymi typami akumulatorów, a zatem z różnymi zasięgami. Umożliwi to firmie określenie specyfikacji i infrastruktury ładowania najlepiej odpowiadających jej działaniom. Wykonane wówczas próby wykazały, że użycie 6 elektrycznych samochodów spowoduje redukcję o co najmniej 38% emisji od źródła do kół. I da się nawet osiągnąć redukcję o 89%, gdy auta w 100% są ładowane z wykorzystaniem zielonej energii.

CF Electric ma zasięg około 100 km, po których należy naładować akumulatory, co *de facto* należy zrobić z dnia na dzień w DIT. Doładowywanie między kursami nadal nie jest możliwe, gdyż terminal w Duisburgu nie ma wymaganej infrastruktury ładowania. Niemniej w teście jedno z aut zostało naładowane w zakładzie w Neus przy użyciu mocy 150 kW/h. Po 30 minutach było ono ponownie gotowe do jazdy, a pełne naładowanie zajęło tylko 90 minut. Dlatego potrzebne są inteligentne stacje ładowania, wykorzystujące odpowiednie algorytmy. Tylko w ten sposób Rhenus Trucking może zapewnić ciągłe ładowanie akumulatorów w prawidłowy i najbardziej odpowiedni sposób. Poza tym w kategoriach czysto ekonomicznych wersje z napędem elektrycznym są znacznie droższe niż ich odpowiedniki z silnikami wysokoprężnymi. Nieco inaczej prezentuje się jednak ta kwestia wyboru, gdy uwzględni się w niej zagadnienie zrównoważonego rozwoju.

Poza ciągnikami siodłowymi DAF wraz z VDL wdrażał 3-osiove podwozia przeznaczone pod zabudowy typu śmieciarka. Ponieważ w pełni elektryczny samochód ciężarowy cechuje niskoemisyjność zarówno pod względem emisji substancji

³⁹ <https://www.daf.com/en/news-and-media/daf-stories/daf-in-action-magazine/daf-in-action-magazine-01-2020#scrolltelling-slide-contargo>

szkodliwych, jak i hałasu, CF Electric idealnie nadaje się nie tylko do dystrybucji miejskiej, ale także właśnie do zbierania odpadów z gospodarstw domowych. Zbiórka odpadów i surowców domowych wiąże się bowiem z wieloma ruchami transportowymi. Pojazd pokonuje tu względnie krótkie odległości oraz często musi stawać, a następnie ponownie przyspieszać. Prowadzi to do nieefektywnego wykorzystania konwencjonalnych silników Diesla, a w konsekwencji do wysokiego zużycia paliwa i związanych z tym emisji.

W tym celu DAF⁴⁰ zaprojektował specjalne 3-osiowe podwozie z tylną osią skrętną dla poprawy zwrotności oraz uzyskania jeszcze większej ładowności. Tym bardziej, że dopuszczalna masa całkowita dla CF Electric 6×2 wynosi 28 000 kg. Pierwsze takie egzemplarze jeszcze w 2019 roku zostały przetestowane w ruchu drogowym jako śmieciarki przez holenderskie publiczne firmy zajmujące się utylizacją odpadów – HVC i ROVA. HVC działa w północnej Holandii oraz w regionie Rijnmond i Flevoland, a ROVA – w środkowych i wschodnich regionach Holandii. Obie firmy korzystają z systemów załadunku bocznego, dzięki którym kontenery można opróżniać z boku auta. Kolejnymi odbiorcami były miasto Rotterdam i firma Cure, które wybrały całkowicie elektryczną śmieciarkę 6×2 CF Electric zaopatrzoną w żuraw załadunkowy oraz specjalny system umożliwiający opróżnianie podziemnych pojemników. Przy tym wszystkie te pojazdy wyposażono w układ napędowy VDL E-Power. W pełni elektryczną zabudowę dostarcza zaś VDL Translift.

Elektryczny układ napędowy VDL E zawiera silnik elektryczny o mocy 210 kW i momencie obrotowym 2000 Nm, czyli podobnie jak w ciągniku CF Electric. Ten układ jest zasilany przez zestaw akumulatorów o pojemności 170 kWh, wystarczającej do zabezpieczenia regularnych tras wywozu śmieci. Szczególnie, że śmieciarki zwykle wracają do bazy/wysypiska co kilka godzin, aby się rozładować. Wówczas wersje elektryczne w ciągu zaledwie 30 minut można naładować do 80% pojemności akumulatora. Te pojazdy elektryczne służą do zbierania odpadów i surowców niepodlegających recyklingowi (tworzywa sztuczne, kartony z metalami i napojami, odpady biodegradowalne i papier) na obszarach mieszkalnych. Istotną zaletą tych aut jest to, że nie uwalniają żadnych szkodliwych substancji, a zbieranie odpadów odbywa się przy niewielkim hałasie. Elektryczne ładowarki boczne „podnoszą” minipojemniki na bok pojazdu, a następnie opróżniają zawartość do jego nadwozia. Generalnie samochody te operują głównie w miastach i ich najbliższych okolicach ewentualnie w terminalach – stąd odsetek jazd w mieście zawiera się w przedziale od 100 do niespełna 50%. Zagadnienie odnosi się zatem przede wszystkim do sprzętu wykorzystywanego w miejskiej dystrybucji, w tym w tzw. ciężkiej miejskiej dystrybucji, oraz w służbach komunalnych. W przypadku miejskiej dystrybucji w pierwszym rzędzie kwestia dotyczy zaopatrywania większych sklepów – super- i hipermarketów oraz sieci restauracji. W odniesieniu do służb komunalnych takie

⁴⁰ <https://www.vdlgroep.com/en/news/vdl-presents-first-electric-vehicles-for-waste-collection>

pojazdy występują zaś głównie jako baza pod śmieciarki lub wydania do selektywnej zbiórki odpadów.

Poza HVC, ROVA, gminą Rotterdam, Cure i VDL, w projekcie tego „żywego laboratorium” bierze udział instytut badawczy TNO. Wykorzystuje on doświadczenie i wiedzę partnerów do opracowania szerokiego planu wdrożenia. Plan jest niezwykle ważny, aby umożliwić sektorowi pełne zbieranie odpadów i surowców w sposób zrównoważony dzięki wykorzystaniu pojazdów elektrycznych. Oprócz tych stron do finansowania projektu przyczynia się Holenderska Agencja Przedsiębiorczości (RVO). Częściowo dzięki tym wysiłkom publiczni operatorzy mogli mianowicie otrzymać te pojazdy.

4.2.4. Grupa Volvo

LNG jako alternatywa dla oleju napędowego

Wprowadzone pod koniec 2017 roku FH LNG i FM LNG otrzymują silniki o mocach maksymalnych 420 lub 460 KM, czyli już odpowiednich do ciężkich przewozów lokalnych oraz na dalekich trasach. Raport TNO podkreśla zaś, że znaczna redukcja emisji CO₂ należy do całkiem realnych. Dlatego Volvo postrzega LNG jako dobry zamiennik oleju napędowego w transporcie regionalnym i międzynarodowym.

Te ekonomiczne i ekologiczne zalety LNG jako paliwa do odmian klasy tonażowej ciężkiej, w tym stosowanych do jazdy na długich dystansach, powodują, że od 2020 roku m.in. w Holandii liczba samochodów ciężarowych zasilanych LNG wzrosła ponad kilkakrotnie⁴¹. Przykładowo przeszło 15% Volvo sprzedanych w tym kraju w 2021 roku to egzemplarze na LNG. Tym samym LNG nie może być dłużej ignorowany w holenderskim krajobrazie transportowym. Skroplony gaz ziemny jest bowiem wykorzystywany przez coraz więcej firm przewozowych jako substytut oleju napędowego. Ten silny wzrost liczby egzemplarzy LNG w Holandii ma dwie główne przyczyny. Dzięki LNG przewoźnicy nie tylko znacznie redukują emisję CO₂, ale dodatkowo koszt poniesiony na wejście w użytkowanie i samą eksploatację modelu LNG ulega szybszemu zwrotowi przez różne zachęty, takie jak wprowadzone przez rząd holenderski zniżka akcyzy oraz dotacja Gelderland, świadczenie MIA i niemieckie zwolnienie z Maut. Na przykład Van de Kamp Transport z Druuten⁴² na odmianie LNG rocznie oszczędza na Maut 18 000 EUR. W ciągu pięciu lat daje to około 90 000 EUR. W ten sposób można szybko odzyskać dodatkową cenę za samochód LNG. Van de Kamp jest również zadowolony ze zużycia paliwa przez Volvo LNG. Jego zdaniem takie wersje LNG są bardziej ekonomiczne niż

⁴¹ <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/januari/aandeel-lng-in-jaar-tijd-meer-dan-verdrievoudigd.html>

⁴² <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/magazine-online/2020/sep/van-de-kamp-over-de-volvo-fh-lng.html>, <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/januari/aandeel-lng-in-jaar-tijd-meer-dan-verdrievoudigd.html>

te z silnikiem Diesla. Przy niewielkim obciążeniu osiąga 1 kg na 5 km lub nawet więcej – tzn. współczynnik zużycia paliwa na poziomie prawie 1:5, co daje Volvo LNG istotną przewagę nad innymi markami. Tym samym taka inwestycja wykazuje silne uzasadnienie biznesowe. Osiągi jezdne wariantu na LNG także zaliczają się do przodujących

Za główne czynniki motywujące do wykorzystania LNG jako paliwa uważane są zatem:

- mniejsza emisja CO₂ – od 20 do nawet 100% (z bio-LNG) mniej CO₂,
- te same dobre właściwości jezdne co odpowiedniki z silnikiem Diesla,
- taki sam interwał serwisowy jak w przypadku odpowiedników z silnikiem Diesla,
- torowanie drogi dla neutralnego pod względem emisji CO₂ bio-LNG, w Holandii uzupełnione przez:
 - wystarczającą liczbę stacji LNG w kraju i za granicą,
 - środek motywacyjny ze strony rządu holenderskiego w postaci dopłaty w wysokości 18,7 eurocentów za kilogram LNG, rozliczone jako tankowane bezpośrednio przy pompie,
 - zwolnienie z opłaty Maut do końca 2023 roku,
 - korzyści MIA z inwestycji,
 - dotację od Gelderland – największej prowincji Holandii.

Niemniej, chociaż w zakresie paliw alternatywnych Volvo stawia na gaz, to wcale nie oznacza, iż dotychczasowy silnik wysokoprężny stoi dzisiaj na z góry straconej pozycji. W tym kontekście bardzo ciekawe są doświadczenia wyniesione już z wieloletniej eksploatacji taboru gazowego LNG różnych marek przez jednego z holenderskich przewoźników – Peter Appel Transport⁴³. W jego flocie, liczącej 650 ciągników, po drogach jeżdżą 43 auta LNG. Od samego początku podmiot należy do pionierów we wdrażaniu taboru tego rodzaju. Pierwsze egzemplarze na LNG w Peter Appel pojawiły się bowiem w 2012 roku – były to IVECO Stralis z 9-litrowym silnikiem o mocy 330 KM i manualną skrzynią biegów. Następnie do eksploatacji weszła Scania z silnikiem o mocy 340 KM, a w 2020 roku przedsiębiorstwo miało również Volvo FH z I-Shift. Peter Appel stwierdza, że rozpoczęcie wykorzystania FH na LNG oznaczało wyraźną poprawę niemal pod każdym względem. Szczególnie duża różnica istnieje między pierwszymi IVECO a nowymi Volvo. Poza tym kierowcy są zadowoleni z nowego Volvo na LNG i nie zauważają żadnej różnicy w porównaniu z wersją z silnikiem Diesla. Warto wskazać, że parametry tych aut są w pełni odpowiednie do zakresu prac, do których wykonania one służą. Przewoźnik obsługuje m.in. szosowe samochody LNG dla Albert Heijn i Kruidvat.

Generalnie Peter Appel podkreśla zalety duopaliwowych Volvo LNG, wskazując na różnice między nimi a odpowiednikami innych marek. FH LNG zachowuje się mianowicie jak diesel, ale emituje o 20% mniej CO₂. Ponadto firma jest zaangażo-

⁴³ <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/magazine-online/2020/april/peter-appel-over-lng-trucks-betrouwbaarheid-lng-trucks-stukken-verbeterd.html>

wana w kilka zrównoważonych rozwiązań transportowych. Zdecydowana większość jej floty składa się z diesli. Okazało się, że w ciągu 7 lat nie tylko odmiany LNG znacznie się poprawiły, ale z pewnością dotyczy to też właśnie jednostek wysokoprężnych. LNG to bezspornie alternatywa, ale trzeba być otwartym i na inne rozwiązania. Tym bardziej, że w nadchodzących latach w przypadku każdego rozwiązania udział bio w porównaniu z paliwami kopalnymi będzie musiał wzrosnąć, ale biznes oczekuje, że rząd odegra w tym ważną rolę. Kwestia dotyczy zachowania klientów, gdy dotacja na LNG znów się skończy. Jednocześnie bio-LNG nie jest jeszcze dostępne lub jest prawie niedostępne, ale może to stanowić argument za kontynuacją stosowania tego paliwa. W rezultacie zatem:

- W ciągu ostatnich lat dokonał się znaczny postęp w budowie i charakterystykach eksploatacyjnych silników gazowych. W przypadku jednostek takich jak duopaliwowe Volvo te parametry subiektywnie odczuwane przez przewoźników są niemal identyczne jak wysokoprężnych odpowiedników.
- Stale doskonalony silnik wysokoprężny wciąż stanowi dobrą propozycję, szczególnie że cechuje się bezustannie poprawianymi osiągnięciami oraz redukcją zużycia paliwa i ograniczonym negatywnym wpływem na środowisko – innymi słowy staje się coraz bardziej ekologiczny.
- W dalszym ciągu rozwój rynku paliw alternatywnych, w tym gazu, jest hamowany m.in. przez wyższe koszty wdrożenia gazowego taboru. Pomocne w przezwyciężaniu tej bariery mogą być wszelkie formy pomocy rządowej, takie jak przykładowo stosowane w Holandii dopłaty do paliwa. Niemniej, na tym etapie kształtowania się takich, a nie innych relacji kosztowo-cenowych, warianty gazowe są nabywane głównie dzięki funkcjonowaniu systemu różnorakich dopłat. Bez nich sprzedaż może spaść, bo sektor transportowy w sposób naturalny nie będzie widział sensu inwestowania w pojazdy tego rodzaju.

Na pewne ważne aspekty co do wyboru odmian gazowych LNG zwraca jeszcze uwagę inny holenderski przewoźnik – CB⁴⁴. Ten dostawca usług logistycznych jest znany z logistyki związanej z książkami, ale działa również w innych dziedzinach logistyki. W swoich pracach wykorzystuje różne Volvo LNG. Chce bowiem dążyć do uczynienia swojej floty bardziej zrównoważoną, a ważną rolę ma tu do odegrania właśnie LNG. W 2020 roku ze swojej floty samochodowej CB chciał emitować 40% mniej CO₂ i 80% mniej cząstek stałych niż w 2015 roku. Wybrał cztery obszary, aby to osiągnąć. Są nimi inteligentna logistyka, bardziej zrównoważona technologia pojazdów, testowanie i wdrażanie paliw alternatywnych oraz lepsze i bardziej konsekwentne szkolenia kierowców. Plany te doprowadziły do znaczących zmian w codziennym działaniu operacyjnym. Podmiot bierze udział w europejskim badaniu dotyczącym bio-LNG. Po drogach jeździ ponad 100 ciągników, 6 zestawów z przyczepą, 3 zestawy z wywrotkami i jeden zestaw LHV. W zestawach składających się z ciągników i naczep

⁴⁴ <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/magazine-online/2020/april/lng-levert-een-bijdrage-aan-de-verduurzaming-van-ons-wagenpark.html>

jako paliwo stosuje się LNG, innym autom pozwala się jeździć na mieszance z 20% HVO tak często, jak to możliwe. To nieco droższe paliwo, ale dzięki niemu już osiąga się znaczną redukcję emisji CO₂. Przy tym zakupiony tabor LNG służy do przewozów wahadłowych między składami CB w całej Holandii oraz we flamandzkim Zele. Ponadto służy do transportu do i od klientów/kupujących w dużych ilościach. Zarazem firma wskazuje, że większe odległości i wyższe masy sprawiają, że w segmencie ciężkim trakcja elektryczna na razie będzie niemożliwa. Może sprawdzi się tu wodór. Na razie ekologizację umożliwiał bio-LNG, w przypadku którego CB zdecydowało się na Volvo, markę, z którą całkowicie się związało po ostatnim przetargu. Zarazem przy wyborze aut LNG ważną rolę odgrywa silna sieć dealerska. W przypadku FH LNG, CB stawia na takie same właściwości jezdne jak diesel, ale przy o 20% mniejszej emisji CO₂, z kolei przy nowych kontraktach podmiot wdrożył podejście oparte na przetargach. Tak było też w przypadku jednego z nich. Fakt, że wybór padł na Volvo i że przewoźnik zdecydował się na jedną markę, chociaż poprzednio miał dwie, wynikał z tego, że dealer Van Dijk Trucks wyraźnie poszedł tutaj o krok dalej. Może bowiem wypożyczać samochody w dni, kiedy przewoźnik ma do czynienia z największą liczbą zamówień, w dodatku w barwach tego przewoźnika. Co więcej, dealer Van Dijk Trucks zwraca uwagę na klientów we wszystkich kontaktach na wszelkich poziomach. Przewoźnik przygotowuje harmonogramy przeglądów i napraw, a całość musi funkcjonować. W tym celu co jakiś czas są organizowane spotkania, aby wszyscy mieli niezbędne informacje i się znali. Do tego dochodzą poziom zarządzania flotą oraz relacje osobiste. Jak dotąd ta metoda działa bardzo dobrze.

Poza tym CB stara się zminimalizować rotację pracowników oraz poczyniło postęp w zakresie łączenia jazd. Przykładowo do Oldenzaal jedzie pojazd silnikowy z przyczepą o dużej pojemności. Auto załadowane wjeżdża do centrum miasta. Najpierw jednak kierowca odłącza przyczepę, a następnie jeździ po mieście, a gdy wraca, łączy ponownie w pełni załadowaną przyczepę dla klienta do Culemborg. Są to bardzo wydajne przejazdy, dowodzące, że przy inteligentnym planowaniu zrównoważony rozwój i wydajność idą w parze.

Na po części analogiczne, po części inne ważne kwestie związane z eksploatacją taboru LNG wskazuje kolejny holenderski przewoźnik. Podkreśla on m.in. rolę zindywidualizowanego podejścia do klienta oraz przejściowości samego LNG jako paliwa do samochodów ciężarowych. Rodzinna firma Jongeneel Transport⁴⁵ usytuowana w Valkenburg w południowej Holandii specjalizuje się w transporcie ładunków niebezpiecznych, zarówno luzem w przyczepach, cysternach i kontenerach-cysternach, jak i butli gazowych. Prowadzi także działalność w zakresie ładunków drobnicowych, ładunków tzw. dźwigowych oraz transportu produktów kwiatowych. Jongeneel szybko zetknął się z LNG, gdyż jako przewoźnik gazu transportuje dużo

⁴⁵ <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/magazine-online/2020/april/jongeneel-over-lng-trucks-lng-is-duidelijk-uit-de-kinderschoenen.html>

LNG, co robi dla prawie wszystkich dostawców. Jednocześnie liczni klienci chcą, aby w sferze ekologizacji ich przewoźnik sam dawał dobry przykład.

Jongeneel ma 12 sztuk Volvo zasilanych LNG: 10 ciągników i 2 podwozia. Ciągniki są typu FH i mają 460 KM, a podwozia typu FM i 420 KM. Cała flota składa się z około 140 ciągników siodłowych. Od kilku lat stosowana jest też zasada dwóch marek, ale pojazdy kilku innych marek jeżdżą u podwykonawców. Przy tym część klientów woli zrezygnować z oleju napędowego. Następnie podmiot konsultuje się z nimi, by stwierdzić, jakie rozwiązanie okazuje się dla nich najlepsze. W większości przypadków to LNG. Niemniej HVO to również dobra opcja, ale nadal bardzo droga. Jongeneel podaje też jeden z powodów, dla których jego rodzinna firma wybiera warianty zasilane LNG. W przypadku FM LNG podmiot zdecydował się na takie same osiągi, jak przy użyciu oleju napędowego, ale zdaje sobie sprawę, że jazda na LNG ma swoje zalety. Po pierwsze, dzięki Volvo LNG osiąga 20% redukcję emisji CO₂. Po drugie, te auta notują dobre wyniki dzięki niskiej masie własnej i dłuższym okresom międzyprzebiegów. Po trzecie, zdaniem kierowców, są bardzo wygodne i cichsze niż diesel Volvo. Okazuje się jeszcze, że jeżdżą stosunkowo ekonomicznie, a ze względu na wysoki moment obrotowy silnika mają przy tym dobre właściwości jezdne zarówno na płaskich drogach – na równinach, jak i w górach, co bardzo cieszy kierowców. Do tego ważnym aspektem praktycznym jest przestrzeń na podwoziu ze względu na montaż hydropaku, a to jest możliwe w Volvo.

Poza tym Jongeneel podkreśla, że LNG jest akceptowane w holenderskim sektorze transportowym. To dość stare i znane paliwo. Istnieje kilku dostawców z rozsądną liczbą stacji paliw LNG, aby można było osiągnąć zasięg krajowy. W północnej Holandii zasięg nadal można poprawić. Co więcej, widać wzrost zainteresowania za granicą. Tankuje się w stale rosnącej liczbie miejsc w Belgii, Francji i w Niemczech. Okazuje się to korzystne dla największej gamy pojazdów LNG.

Oprócz tego firma dba o to, by samochody przejechały wystarczającą liczbę kilometrów. Dlatego nadal ważne pozostaje, aby całość wykazywała opłacalność biznesową. Jongeneel przyznaje, że w tej sferze nadal jest wiele do zrobienia. Chciałby na przykład, aby dało się płacić jedną kartą paliwową na wszystkich stacjach benzynowych. W kwestii zasięgu Jongeneel twierdzi zaś, że będzie w stanie dokończyć pracę z taborem LNG. Oczekuje, że po okresie eksploatacji w Europie również ten sprzęt dostanie drugie życie. Dlaczego najpierw w Europie? Odpowiedź brzmi, że do tego czasu będzie w niej funkcjonować dobrze rozwinięta sieć, aby można go było prawidłowo wdrożyć. Niemniej Jongeneel postrzega LNG jako paliwo przejściowe. Według niego najlepiej jest na nim jeździć na średnich dystansach. Na krótkich trasach samochody staną się elektryczne, a na dłuższych będzie można wybrać olej napędowy lub HVO. Z czasem na pewno do tego zostanie dodany wodór. Jongeneel ma też dwa Volvo FM zasilane LNG i pomalowane zgodnie z tożsamością korporacyjną klienta. Służą do dystrybucji butli gazowych i hurtowej dystrybucji biopropanu. Klient ten wybrał model na LNG w celu dalszej redukcji emisji spalin u swoich klientów w połączeniu z czystszy biopropanem.

Równocześnie szwedzki koncern rozwija elektryczność, w pierwszym rzędzie dedykowaną dla egzemplarzy wykorzystywanych w miastach i ich okolicach przez dystrybutorów i służby miejskie, w tym do wywozu odpadów, oraz w budownictwie, przewozie samochodów czy nawet w straży pożarnej.

Wersje elektryczne

Dystrybucja, sektor KEP

FL Electric – holenderski DHL Parcel⁴⁶

Holenderski DHL Parcel nie zamierza czekać na faktyczne egzekwowanie norm środowiskowych, ale już teraz (stan na rok 2022) chce wyznaczać kierunek i zdobywać doświadczenie z pojazdami elektrycznymi. Także w cięższym segmencie coraz silniej koncentruje się na zrównoważonym bezemisyjnym transporcie. W tym celu odebrał trzy Volvo FL Electric. Te podwozia 4×2 z zabudowami furgonowymi są używane do zaopatrywania CityHubów oraz transportu przesyłek paletowych dla klientów biznesowych w Amsterdamie, Hadze i Rotterdamie, czyli w miastach, w których obowiązują coraz surowsze normy środowiskowe. W szczególności fakt, że Volvo Trucks należy do pierwszych wytwórców OEM, wydajnie i zrównoważenie produkujących *ex works* elektryczne auta we własnym zakładzie i tym samym rozwiązanie elektryczne jest tu dostarczane fabrycznie, stanowił dla DHL czynnik decydujący i jeden z głównych powodów dla wyboru właśnie tej propozycji. Wszystkie części są tu optymalnie do siebie dopasowane, dzięki czemu da się osiągnąć wydajne i zrównoważone wytwarzanie.

Podmiot spodziewa się, że dzięki FL Electric będzie w stanie osiągnąć zasięg około 150 mil/240 km, a zatem wartość więcej niż wystarczającą do codziennego użytku na trasach, na których jest eksploatowany jego tabor dystrybucyjny. Ponadto, aby optymalnie zaplanować trasy, za pośrednictwem systemu Volvo Connect DHL może korzystać z symulatora zasięgu dla modeli elektrycznych. Da się to narzędzie użyć do sprawdzenia, czy zaplanowana trasa należy do wykonalnych. W symulatorze zasięgu można bowiem wprowadzić trasę, dane o załadunku, temperaturę, masę ładunku oraz lokalizację miejsc załadunku i rozładunku. Na tej podstawie system oblicza, co będzie możliwe.

Oprócz bezemisyjnego charakteru przy dokonywanym wyborze ważną rolę odegrało dobre pole widzenia. Pojazdy są mianowicie wyposażone w dodatkowe: okno za siedzeniem pasażera, systemy kamer, w tym Orlaco CornerEye dla 270-stopniowej widoczności wokół tych aut, oraz w sięgające do poziomu podłogi okno po stronie pasażera dla lepszej widoczności i mniejszej liczby martwych pól. W wybór

⁴⁶ <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/december/drie-volvo-fl-electric-voor-dhl-parcel.html>

nowego taboru byli także zaangażowani kierowcy DHL. Przetestowali oni różne modele i określili dodatki, w jakie są zaopatrzone wybrane samochody.

Na tym etapie FL Electric jeżdżą po miastach, podczas gdy tradycyjna flota DHL Nederland służy do dystrybucji paczek między rozszanymi po całej Holandii 16 centrami sortowania DHL i 140 city hubami. DHL chce, aby paczki dotarły do celu szybko, bezpiecznie i na czas. Ale musi to być również zrobione w sposób jak najbardziej zrównoważony. Na dłuższych dystansach transport elektryczny jest wciąż o krok za daleko. HVO oferuje jako tymczasowe rozwiązanie paliwo roślinne, niekopalne. Niemniej firma chce jak najszybciej przestawić całą swoją flotę na olej napędowy HVO, dzięki czemu może zredukować emisję CO₂ nawet o 90%. Pozostaje to zgodne z jej polityką maksymalnej redukcji. Pozostałe 10% objęto jej polityką rekompensat. A tam, gdzie to możliwe, wybiera się elektryczność.

Sektor komunalny

Renewi w Amsterdamie

Od początku listopada 2020 roku w pełni elektryczne FE Electric 6×2 z zabudową w postaci elektrycznej śmieciarki z prasą do śmieci używa międzynarodowa firma Renewi⁴⁷. W tym przypadku zajmuje się ona w Amsterdamie przetwarzaniem odpadów na produkt do dalszych zastosowań przemysłowych. Zdolność do aktywnej redukcji emisji, uczynienia floty bardziej zrównoważoną i wniesienia konkretnego wkładu w czystsze środowisko życia to główne powody, dla których Renewi zainwestowało w ciężki pojazd elektryczny.

FE Electric dla Renewi ma masę całkowitą 27 000 kg. Powyższe sprawia, że to jeden z najcięższych pojazdów elektrycznych produkowanych fabrycznie i seryjnie przez wytwórcę OEM. Egzemplarz ten służy do zbiórki odpadów w obszarach śródmiejskich. Wyposażono go w cztery zestawy akumulatorów litowo-jonowych o pojemności 50 kW każdy. Akumulatory ładują się też podczas hamowania, dzięki czemu FE Electric bardzo dobrze sprawdza się w trakcie częstego zatrzymywania się i ruszania. Ładowanie odbywa się za pomocą ładowarki 400 V AC/22 kW w nocy lub szybkiego ładowania DC o mocy do 150 kW. Używane są dobrze znane połączenia CCS/Combo2.

Jako uznana firma zajmująca się przetwarzaniem odpadów na inne produkty, Renewi każdego dnia nadaje drugie życie używanym materiałom, tym samym wnosząc swój wkład w gospodarkę o obiegu zamkniętym. Około 90% odpadów przetwarzanych przez Renewi otrzymuje drugie życie jako surowiec lub energia, w ten sposób redukując znaczną ilość emisji CO₂. Zakup pojazdu elektrycznego, dzięki któremu firma recyklingowa może jeszcze bardziej zmniejszyć emisje i uczynić flotę bardziej zrównoważoną, nie stanowi tu więc zaskoczenia. Podejście od odpadów do produktu

⁴⁷ <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2020/nov/eerste-in-serie-geproduceerde-zware-elektrische-truck-rijdt-in-amsterdam-voor-renewi.html>

w zrównoważony sposób zaczyna się od zrównoważonej zbiórki. Zbieranie odpadów zmieni się w nadchodzących latach, co spowoduje pilną potrzebę dalszej redukcji emisji CO₂. Renewi przyczynia się do tego, uzupełniając swoją flotę pojazdami o zerowej emisji. Stało się zatem jedną z pierwszych organizacji na świecie, która może wdrożyć elektryczny pojazd do zbiórki dostarczany z fabryki.

Aby maksymalnie efektywnie wykorzystać pojemność akumulatora, Volvo Trucks wspiera Renewi w postaci kompletnego systemu. Takie wsparcie ułatwia przejście na pojazdy elektryczne. Ta oferta zawiera kompleksowe rozwiązania obejmujące pomoc w planowaniu tras, prawidłową kompletację auta, sprzęt do ładowania, finansowanie i usługi. Jednak wyzwaniem stała się maksymalizacja ładowności przy jednoczesnej optymalizacji zasięgu. Jazda na napędzie elektrycznym w rzeczywistości oznacza inną pracę. Aby zapobiec kupowaniu przez przewoźników baterii o zbyt dużej pojemności, co odbywa się kosztem pojemności ładowania oraz jest zbyt drogie, koncern proponuje wsparcie dla najlepszego wykorzystania i optymalnego ładowania akumulatorów.

Volvo Trucks ma specjalne oprogramowanie, w którym można wprowadzić trasę, liczbę przystanków i masę. Następnie system pokazuje, czy trasa jest możliwa, ile energii zużywa się na kilometr, jaki jest stan naładowania baterii, jaka będzie średnia prędkość przewozu i jak długo potrwa jazda.

Elektryczna śmieciarka na ulicach Genewy⁴⁸

W 2020 roku Grupa Serbeco z siedzibą w Genewie wprowadziła do eksploatacji w pełni elektryczny samochód Futuricum do zbiórki odpadów. 32-tonowy pojazd jest cichy, bezemisyjny i wydajny na drodze, a służy do opróżniania kontenerów podpodłogowych. Podstawę stanowi tu 4-osiove podwozie Volvo FM z długą kabiną i tylnymi osiami w układzie tridem. Napędzają je cztery silniki elektryczne o łącznej mocy 500 kW/680 KM, zespolone poprzez przekładnię zbiorczą – za przeniesienie napędu odpowiada 1-biegowa skrzynia przekładniowa; przełączanie zachodzi bez sprzęgła. Energia elektryczna jest przechowywana w dwóch akumulatorach – 2×170 kWh = 340 kWh (w modelu Large, HVB-170-400), gwarantujących wystarczającą ilość energii na codzienne jazdy po odbiór odpadów bez ładowania pośredniego. Zastosowano też technologię ładowania na pokładzie w postaci ładowarki o mocy 44 kW. Urządzenia magazynujące energię elektryczną są ładowane przez noc. Pozwalają one pojazdowi na pokonanie w trybie zbiórki odpadów do 150 km, wliczając w to pracę żurawia. Poszczególne składowe zabudowy samochodu również są obsługiwane elektrycznie. W tym celu producent współpracuje w partnerstwie z Contena-Ochsner AG – dostawcą nadwozia do zbiórki odpadów z funkcją efektywnego zagęszczania. Zabudowa Contena-Ochsner obejmuje nadwozie śmieciarki Stummer Medium XLS oraz zakabinowy żuraw „dachowy” Notter do obsługi kontenerów podpodłogowych. Co szczególnie ważne, Designwerk Technologies AG

⁴⁸ <https://www.designwerk.com/post/presse/elektrisches-muellfahrzeug-fuer-genfs-strassen/>

zwraca uwagę, że w trybie zbierania zużycie energii wynosi zaledwie 190 kWh na 100 km. Odpowiada to ekwiwalentowi oleju napędowego 19,6 l/100 km. Tymczasem dla porównania odpowiedniki z silnikiem Diesla firm użytkowników zużywają średnio 90 l/100 km.

Pierwszy pojazd do czyszczenia kanalizacji⁴⁹

Wprowadzanie w miastach w Europie i w wielu innych częściach świata większej liczby stref zerowej emisji generuje popyt na czyste, w pełni elektryczne samochody ciężarowe, używane m.in. do sprzątania ulic czy czyszczenia kanalizacji. Dlatego, by sprostać temu zapotrzebowaniu, Volvo Trucks i Bucher Municipal nawiązały stosowną współpracę. Bucher Municipal to bowiem jeden z wiodących dostawców pojazdów komunalnych, takich jak zamiatarki ulic, sprzęt do zimowego utrzymania, śmieciarki i urządzenia do czyszczenia kanalizacji. Na tym etapie, chcąc zelektryfikować m.in. auta do czyszczenia kanalizacji, połączył więc siły z Volvo Trucks, aby opracować całkowicie elektryczny wariant do czyszczenia kanalizacji, zabudowany na podwoziu Volvo FL Electric. Z punktu widzenia Bucher Municipal wymaga to m.in. zoptymalizowania technologii z rozwiązania do kanalizacji miejskiej, aby spełnić specjalne wymagania dotyczące pracy w strefach miejskich, gdzie zaostrzono przepisy dotyczące emisji CO₂ i używania oleju napędowego. Dzięki tej umowie z Bucher Municipal Volvo Trucks podejmuje natomiast bardzo ważny strategiczny krok w kierunku elektryfikacji jednego z najbardziej skomplikowanych i wymagających zadań w środowiskach miejskich. Współpraca ta może zatem przynieść nowe spostrzeżenia, które przyczynią się do realizacji celu stron, jakim jest elektryfikacja wszystkich typów zastosowań. Bucher Municipal spodziewa się, że do końca 2023 roku do 80 samochodów kanalizacyjnych, czyli 50% ich produkcji w tej kategorii pojazdów, będzie autami Volvo o zerowej emisji spalin.

Rozpoczęcie sprzedaży pierwszego pełnowartościowego, w pełni elektrycznego pojazdu do czyszczenia kanalizacji⁵⁰

Na przełomie maja i czerwca 2022 roku szwajcarska firma zajmująca się mobilnością elektryczną Designwerk oraz Kaiser, specjalista z Liechtenstein od pojazdów do czyszczenia kanalizacji, oficjalnie ogłosiły, że wspólnie elektryfikują pojazd AquaStar do czyszczenia kanalizacji. Wraz z budową elektrycznego pojazdu do czyszczenia kanalizacji strony umożliwiają więc ekologiczną eksploatację kolejnego zasobochłonnego specjalnego zastosowania – czyszczenia kanalizacji. Ten wymagający technicznie projekt stał się możliwy tylko dzięki wieloletniemu doświadczeniu Designwerk w elektryfikacji specjalnych pojazdów użytkowych oraz

⁴⁹ <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2022/may/Important-steps-towards-putting-more-emissions-free-electric-trucks-in-urban-zones.html>

⁵⁰ <https://www.designwerk.com/post/presse/verkaufsstart-des-ersten-vollwertigen-vollelektrischen-kanalreinigungsfahrzeugs/>

wiedzy Kaisera. Współpraca obu stron zaowocowała pierwszym w pełni elektrycznym pojazdem do czyszczenia kanalizacji, który z technicznego punktu widzenia nie ma żadnych ograniczeń w eksploatacji, czyli – jak stwierdza oficjalnie Designwerk, zastępując jego odpowiednik z silnikiem Diesla – możliwa stała się pełna wymiana wersji samochodu ssącego z silnikiem Diesla. Nie jest to jednak do końca prawda: zgodnie z danymi technicznymi z 2022 roku⁵¹ standardowy AquaStar cechują – jako jedne z kluczowych parametrów dla sprzętu tej klasy – wydajność dysz/wydajność przemiennika ciśnienia do 500 l/min, wydajność ssania/pompa próżniowa KAISER KWP o maksymalnym przepływie powietrza do 4000 m³/h, zaś nowatorski AquaStar EV – odpowiednio do 300 l/min i do 3100 m³/h.

Designwerk Mid Cab Sewer Cleaner, jak nazywa się nowy pojazd Designwerk, o pojemności akumulatora do 508 kWh, pozwala na codzienne użytkowanie do ośmiu godzin bez ładowania pośredniego. Po pracy samochód może być ponownie w pełni naładowany z mocą ładowania do 350 kW. Dwa wysokowydajne napędy pomocnicze odpowiadają za niezmiennie wysoką wydajność pompy, co jest jak dotychczas unikatowe na rynku. Moc ciągła 104 kW i moc szczytowa 125 kW czynią ten pojazd najmocniejszym rozwiązaniem wśród napędów alternatywnych.

Do tego ten innowacyjny technicznie pojazd z nadwoziem Aquastar Kaiser wyznacza w branży komunalnej nowe standardy pod względem ekologicznym, gdyż zaawansowana technologia recyklingu wody drastycznie zmniejsza jej zużycie. Napęd czysto elektryczny pozwala zaś zaoszczędzić do 21 000 l oleju napędowego rocznie. Całkowicie elektryczny pojazd do czyszczenia kanalizacji osiągnął dodatni bilans CO₂ już po pierwszym roku eksploatacji. W ciągu dziesięciu lat, w zależności od regionalnego koszyka energetycznego, pojazd ten wyemituje od 51 do 77% mniej CO₂ niż samochód asenizacyjny z napędem konwencjonalnym. Wraz z podpisaniem wyłącznej współpracy można już zamówić pojazdy do czyszczenia kanalizacji AquaStar. Pierwszy pojazd serii pilotażowej spodziewany jest w trzecim kwartale 2023 roku.

Sektor budowlany

Sektor budowlany obejmuje wiele odmiennych zastosowań – tzw. aplikacji. Wykorzystywane są w nim zarówno odmiany klasyczne szosowe, uterenowione, jak i typowo terenowe – z napędem na wszystkie koła, z szeroką gamą nadwozi, od uniwersalnych w rodzaju skrzyni ładunkowej poprzez specjalizowane, jak wywrotki, po wybitnie specjalistyczne, jak żurawie, betonomieszarki albo pompy do betonu. Na tym etapie w przypadku Volvo elektryfikacja dotyczy odmian szosowych i lekko uterenowionych, zamawianych z nadwoziami specjalizowanymi i już specjalnymi, jak hakowy system załadunkowy, betonomieszarka czy wywrotka lub wywrotka z zakabinowym żurawiem. Poza betonomieszarką są to więc kompletacje dedyko-

⁵¹ Kaiser – karta danych technicznych modeli AquaStar, 2022.

wane głównie do realizacji lżejszych prac. Jako w pełni elektryczne bardziej specjalizowane warianty z gamy FMX szwedzki koncern proponuje następujące wersje: ciągniki siodłowe w układach napędowych 4×2, 6×2 i 6×4 oraz podwozia w układach napędowych 4×2, 6×2, 6×4, 8×2, 8×4. Wszystkie osie występują tu z zawieszeniem pneumatycznym. W odniesieniu natomiast do zelektryfikowanych odmian ze średniego typoszeręgu FL/FE liczne takie pojazdy, traktowane jako wsparcie budownictwa w miastach, tzn. stosowane przy dostawie materiałów czy zabieraniu gruzu, są wykorzystywane w Holandii.

FE Electric dla KWS⁵²

Holenderski KWS Infra Amsterdam-Utrecht zaczął używać FE 6×2 Electric, co odbywa się we współpracy z Vrijbloed Transport. Zakup tego samochodu stanowi znaczący krok naprzód w rozwoju w porównaniu z pierwszym autem elektrycznym zakupionym przez podmiot w 2019 roku. KWS wyjaśnia, że pierwszy elektryczny samochód ciężarowy był przebudowanym modelem z silnikiem Diesla, ale Volvo FE 6×2 Electric jest w całości produkowany w fabryce. W rezultacie wszystkie elementy pasują do siebie lepiej niż w pojeździe składanym nie przez OEM. Ponadto pojazd przepracował więcej godzin testowych, co sprawia, że jest bardziej niezawodny i ma wydajniejszy układ napędowy.

Partner Vrijbloed Transport wyposażył auto w dwustronną wywrotkę i żuraw za kabiną. Dołożono też wszelkich starań, aby jak najefektywniej wykorzystywać energię. Na przykład egzemplarz ten jest o 700 do 1000 kg lżejszy niż większość elektrycznych odpowiedników, co znacznie zwiększa ładowność. Oczekuje się, że zasięg wyniesie od 150 do 180 km. Do tego możliwe stało się ładowanie z mocą 160 kW. Dzięki temu w ciągu godziny auto może zostać naładowane w ponad 80%.

FE Electric jest używane przez KWS w Houthavens i SOK Amsterdam. Ponieważ pojazd ten jest także dużo cichszy, powoduje w okolicy mniej uciążliwego hałasu, a podczas pracy lepiej słychać innych użytkowników drogi. Co więcej, model elektryczny nie tylko pozostaje cichszy, ale i zaopatrzone go w standardowe zabezpieczenia KWS, w tym w naklejkę martwego pola. Poza tym ma dookoła kamery i odpowiednio zaaranżowaną kabinę. Zakup i użytkowanie takiego sprzętu elektrycznego dobrze wpisuje się w misję zrównoważonego rozwoju KWS: do 2040 roku 100% infrastruktury o obiegu zamkniętym i maksymalny wkład w lepszą jakość życia.

⁵² <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/november/volvo-fe-electric-voor-kws.html>

Van Gelder – FE Electric⁵³

W 2021 roku Aannemingsmaatschappij Van Gelder wprowadził do eksploatacji cztery nowe, w pełni elektryczne sztuki FE Electric. Zakupiły je Jan Bakker oraz Vrijbloed Transport, a są one wykorzystywane przez Van Gelder przy realizacji różnych projektów w całej Holandii.

FE Electric to model 3-osiowy, z tylną osią z pojedynczym ogumieniem i funkcją skrętu przeciwbieżnego, dla poprawy manewrowości, w tym redukcji promienia skrętu. Ma napędzany elektrycznie i stosunkowo lekki zakabinowy żuraw ładunkowy oraz dwustronną wywrotkę. Oprócz zastosowania ekologicznego układu napędowego z silnikiem elektrycznym, który nie generuje szkodliwych emisji, lekki żuraw umożliwia bardziej zrównoważoną pracę przy budowie dróg, przenosząc więcej ładunków przy mniejszej liczbie ruchów transportowych. Ponieważ ten żuraw jest zasilany też z akumulatora auta, nie są wymagane olej napędowy ani dodatkowy pakiet akumulatorów. Dzięki temu oszczędza się na masie i ogranicza koszty. Zwykle bowiem do korzystania z żurawia elektrycznego potrzebny jest dodatkowy zestaw akumulatorów. To sprawia, że pojazd staje się cięższy i jeszcze bardziej ogranicza się ładowność. Jeśli zaś wybiera się żuraw zasilany olejem napędowym, to nadal nie ma się pojazdu w 100% elektrycznego.

Vrijbloed Transport wykonuje swoje prace dla Van Gelder głównie w Amsterdamie. W mieście tym z powodu wrażliwych mostów i nabrzeży masa odgrywa bardzo ważną rolę. Aby usunąć z projektu wszelkie „przewymiarowanie”, cała zabudowa została w tym celu specjalnie przeprojektowana we współpracy z Vossebelt Kippers. Na przykład żuraw samochodowy został zakupiony na podstawie danych użytkowych z istniejącej floty w ramach tej samej aplikacji, z której podmiot korzysta intensywniej od czasu pojawienia się elektrycznego taboru. Dzięki temu żuraw montowany na podwoziu jest lżejszy. Ponadto wybrano krótką kabinę, zoptymalizowaną masowo ramę pomocniczą i lżejszą wywrotkę dopasowaną do ładowności. W rezultacie znacznie zwiększono ładowność w połączeniu z większą wywrotką i mniejszym zapotrzebowaniem na energię. To nie tylko chroni nabrzeża i mosty, ale także ogranicza ruch pojazdów.

FE Electric wyposażono w dwa silniki elektryczne o mocy 400 kW i momencie obrotowym 850 Nm. Akumulatory litowo-jonowe cechuje pojemność 264 kWh. Energia hamowania jest wykorzystywana do ładowania akumulatorów. Wszystkie samochody dostały dodatkowy wyświetlacz ze wskaźnikiem obciążenia osi. Oprócz nacisku na oś zapewnia to również wgląd w pozostałą pojemność akumulatora. System zaprojektowano w taki sposób, aby żuraw działał wolniej, gdy tylko stopień naładowania akumulatorów spadnie poniżej pewnego założonego poziomu. Powyższe zapobiega pozostawianiu zbyt małej pojemności akumulatora, aby pojazd mógł wrócić do bazy. Ponadto auta otrzymały system wyłączający automatycznie silnik

⁵³ <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/oktober/van-gelder-zet-vier-elektrische-volvo-trucks-in.html>

elektryczny, jeśli nie są obsługiwane funkcje żurawia. Zapobiega to niepotrzebnemu zużyciu i oznacza optymalne wykorzystanie pojemności baterii.

Aannemingsmaatschappij Van Gelder stanowi część Van Gelder Groep, wiodącej holenderskiej firmy zajmującej się infrastrukturą kompleksową. Wskazuje on, że w Holandii podejście bezemisyjne staje się coraz bardziej standardem. Nie dotyczy już tylko projektów śródmiejskich, ale też odnosi się do projektów na obszarach peryferyjnych. Dzięki tym w pełni elektrycznym autom firma może więc zmniejszać swój wpływ na środowisko i pomagać swoim klientom osiągnąć ich zrównoważone cele.

Testy w pełni elektrycznych samochodów ciężarowych dla branży budowlanej

Po udanym wprowadzeniu seryjnie produkowanych elektrycznych wariantów do transportu miejskiego oraz realizacji zadań komunalnych, w październiku 2020 roku koncern wdrożył dwa w pełni elektryczne pojazdy budowlane wraz z rozwiązaniami do ładowania, które mają zostać przetestowane przez klientów w rzeczywistych warunkach – kwestia dotyczy zatem całkowicie elektrycznego rozwiązania transportowego dla branży budowlanej⁵⁴. Dwa egzemplarze o dużej ładowności dostarczono do klienta Swerock w celu spełnienia rosnącego zapotrzebowania na zmniejszone hałas i emisje – szczególnie we wrażliwych obszarach miejskich. Projekt ten prowadzą wspólnie Volvo Trucks i Swerock, przy wsparciu JOAB i Saraka.

Samochody w segmencie budowlanym zazwyczaj wymagają większej mocy i wytrzymałości niż w wielu innych sektorach, a pojazdy elektryczne nie są wyjątkiem. Rozwiązania komercyjne muszą więc spełniać wymogi w zakresie wysokiej produktywności i dyspozycyjności, zarazem zapewniając korzyści wynikające z redukcji emisji i hałasu oferowane przez w pełni elektryczny układ napędowy. Testy terenowe i współpraca z klientami są ważne dla procesu rozwoju. W ramach prób elektryczne FM zabudowane jako betonomieszarka dostarcza beton klientom Swerock na obszarach miejskich. Natomiast 4-osiowy, elektryczny wariant FMX z hakowym systemem załadowniczym służy głównie do realizacji większych projektów infrastrukturalnych i w budownictwie miejskim.

Zamierzenie przedsięwzięcia polega na ocenie możliwości wykorzystania elektrycznych aut w celu zwiększenia wydajności pracy przy równoczesnym zmniejszeniu niekorzystnego oddziaływania na klimat. Oprócz analizy osiągow samych aut testy dotyczą całości systemu elektromobilności dla znalezienia metod ładowania zabezpieczających wysoką produktywność. Korzyści wynikające ze stosowania odmian elektrycznych w środowisku miejskim zostaną oszacowane pod kątem obniżki emisji hałasu oraz wzrostu bezpieczeństwa przewozu i komfortu kierowcy. Wartość takich testów wynika z tego, że pomagają one lepiej zrozumieć działania klientów i wpływ elektryfikacji na codzienne funkcjonowanie branży, cykle jazdy, ładowność,

⁵⁴ <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2020/oct/volvo-trucks-launches-customer-tests-of-fully-electric-trucks.html>

dyspozycyjność, zasięg oraz pozostałe parametry – uwzględniając wszystkie korzyści płynące z użycia cichszego i czystszej transportu. Testowanie dwóch elektrycznych aut w rzeczywistych warunkach to w takim razie okazja do oceny sposobu ich eksploatacji oraz wskazania potencjalnych ulepszeń, wymaganych, zanim możliwe stanie się szersze zastosowanie operacyjne.

Przewóz samochodów

Wprowadzenie do eksploatacji pierwszego na świecie w pełni elektrycznego transportera samochodów⁵⁵

W marcu 2022 roku dostawca usług transportowych Galliker Transport, producent nadwozi Kässbohrer oraz Futuricum, szwajcarski wytwórca elektrycznych samochodów ciężarowych Designwerk Products AG – marka elektrycznych ciężarówek należąca do Designwerk Group, wspólnie opracowali i zbudowali pierwszy elektryczny transporter samochodów – tzw. autotransporter. Ten e-transporter e-samochodów jest używany w Galliker Transport do dostarczania nowych pojazdów. Są to auta osobowe z napędem elektrycznym, które dzięki temu mogą być przewożone do salonów przy zerowej emisji. Dla wytwórców pojazdów stanowi to ważny dalszy wkład w pełną i zrównoważoną mobilność w całym przemieszczeniowym łańcuchu wartości.

Futuricum typ Wiata 26E bazuje na podwoziu podstawowym Volvo FM, ma łączną moc 500 kW/680 KM i 4 modułowe zestawy akumulatorów o sumarycznej pojemności 900 kWh. Oprócz samego napędu całkowicie elektrycznie jest obsługiwana zabudowa Kässbohrer. Po jeździe akumulatory są ładowane przez noc. Jeśli wymagane jest szybkie ładowanie, pojazd można naładować do 80% zainstalowanej pojemności akumulatora w ciągu 1 godziny i 45 minut z mocą ładowania 350 kW. Wraz z uruchomieniem elektrycznego autotransportera trzej partnerzy zapewniają lokalnie bezemisyjne przejazdy w kolejnym segmencie branży logistycznej.

Co więcej, Volvo Trucks zamierza także wprowadzić w pełni elektryczne modele do straży pożarnej. W tym celu nawiązało współpracę z renomowanym światowym wytwórcą zabudów i pojazdów strażackich – austriackim koncernem Rosenbauer. Pierwszy namacalny efekt tej kooperacji stanowi w pełni elektryczne, sztabowo-logistyczne FL Electric z zabudową Rosenbauer GW-L.

Straż pożarna

FL Electric z zabudową Rosenbauer GW-L

Na specjalistycznych branżowych targach „Florian” w Dreźnie w październiku 2020 roku dostawca sprzętu i wyposażenia dla straży pożarnej austriacki Rosenbauer oraz

⁵⁵ <https://www.designwerk.com/post/e-lkw/inbetriebnahme-des-weltweit-ersten-vollelektrischen-autotransporters/>

Volvo Trucks pokazali światową nowość: pierwszy w pełni elektryczny pojazd strażacki GW-L na seryjnym podwoziu FL Electric. Nie była to jeszcze typowa odmiana ratowniczo-gaśnicza, lecz wariant wsparcia logistycznego⁵⁶.

Nowy FL Electric GW-L należy do serii swoimi korzeniami sięgającej 1985 roku. FL w wersjach do 16 000 kg dopuszczalnej masy całkowitej bywa stosowany głównie w lokalnym ruchu dystrybucyjnym. Jako klasyczne auto do transportu w miastach i transportu lokalnego w wykonaniach z napędem elektrycznym w ofercie znajduje się od 2019 roku. FL Electric GW-L cechują rozstaw osi 4400 mm oraz krótka, dzienna, 2-osobowa kabina. Jest to pierwszy taki model dla straży pożarnej na seryjnym podwoziu z napędem w pełni elektrycznym, łączący to podwozie z wysoce elastyczną i innowacyjną koncepcją nadwozia. Tym samym Rosenbauer stał się pierwszym na świecie wytwórcą sprzętu dla straży pożarnej, który w oparciu o podwozie z pogranicza klas tonażowych średniej i ciężkiej zaproponował pojazd ratowniczy.

Ten pierwszy na świecie samochód strażacki z zabudową logistyczną w klasie masowej 16 000 kg i z w pełni elektrycznym napędem idealnie nadaje się do stosowania na obszarach miejskich – na krótkich dystansach, zarazem mogąc zapewnić wszystko, co niezbędne do wykonania operacji skutecznie, szybko i elastycznie w pomieszczeniach zamkniętych, jak hale fabryczne. W pełni elektryczny napęd ma wystarczającą moc oraz działa prawie bezgłośnie i bez emisji spalin – przykładowo na biegu jałowym FL Electric okazuje się prawie o 40 dB cichszy niż klasyczne FL z silnikiem Diesla. Tym samym odmiana elektryczna chroni środowisko i zdrowie służb ratowniczych, gdyż dociera na miejsce szybko, prawie bezgłośnie i całkowicie bezemisyjnie, dobrze łącząc wydajność i zrównoważony rozwój. Ponadto pojazd w formie zabudowy i wyposażenia otrzymał kontenery na kółkach i specjalnie dobraną konstrukcję przeciwpożarową, razem tworzące ogólny system o dużej elastyczności eksploatacyjnej. W rezultacie z własną przestrzenią warsztatową, praktyczną windą załadowniczą i wyposażeniem w pojemniki na kółkach auto da się indywidualnie dopasować do danego zastosowania – dzięki strukturze logistycznej i kontenerom na kółkach zapewnia największą możliwą elastyczność w zaopatrzeniu logistycznym różnych lokalizacji prowadzenia akcji i rozmieszczenia specyficznych obiektów.

Zespół napędowy składa się z kompaktowego silnika elektrycznego oraz 2-biegowej skrzyni przekładniowej, której pierwszy bieg umożliwia ruszanie z maksymalnym momentem obrotowym (425 Nm) nawet na stromym wzniesieniu. Moc ciągła silnika elektrycznego wynosi 165 kW, a moc szczytowa dochodzi do 200 kW. Silnik działa również jako generator, przekształcając energię kinetyczną, normalnie

⁵⁶ <https://www.rosenbauer.com/de/int/presse/fachpresse/nd/elektromobile-weltpremiere>; https://www.everythingforthatmoment.com/de/produktneuheiten/gw-l-volvo-fl-electric/?utm_source=press&utm_medium=group&utm_campaign=neuprodukte2020, file:///C:/Users/User/AppData/Local/Temp/GW-L_Volvo_FL_Electric_de.pdf

traconą podczas hamowania, w energię elektryczną, przekazywaną z powrotem do akumulatorów trakcyjnych, w liczbie do czterech. Akumulatory 600 V (akumulatory litowo-niklowo-manganowo-kobaltowe) o pojemności 50 kWh każdy można zamontować w obudowie, a zapewniają one zasięg do 300 km, w zależności od obszaru zastosowania. Są ładowane za pomocą ładowarek pokładowych prądem zmiennym lub z zewnętrznych stacji ładowania prądu stałego; proces ładowania 6 akumulatorów trwa 1,5 lub 10,5 godziny (ładowanie szybkie/normalne), a dla 4 akumulatorów mniej niż godzinę lub 6,5 godziny (ładowanie szybkie/normalne). Przedstawiona przez Rosenbauera kompletacja logistyczna ma na pokładzie 4 akumulatory, gwarantujące wystarczającą ilość energii do wykonania przeciętnego zadania logistycznego przy wyjeździe do prowadzenia akcji w mieście, oświetlenia terenu (światła stroboskopowe, oświetlenie otoczenia, oświetlenie wnętrza LED) oraz zasilania radia, laptopów, lamp ręcznych, ładowarek itp.

Pierwszy elektryczny AT zaprezentowany przez Rosenbauera na targach Interschutz⁵⁷

Na targach Interschutz 2022 Rosenbauer zaprezentował pierwszy przedseryjny pojazd ratowniczo-gaśniczy oparty na HLF 20. Planowany początek sprzedaży tego AT electric to koniec 2022 roku. Pojazd wystawowy zabudowano na podwoziu Volvo Trucks. Szwedzki podmiot rozpoczął seryjną produkcję podwozi elektrycznych w 2019 roku i dostarcza dwa takie produkty w postaci FL Electric, na którym Rosenbauer przygotował wariant ze sprzętem dla logistyki, oraz FE Electric, które posłużyło jako nośnik w elektrycznym AT. Rosenbauer stał się więc pierwszym wytwórcą nadwozi, który zaimplementował w pełni elektryczne pojazdy pożarnicze na tych podwoziach, a w przyszłości zaoferuje też AT electric na podwoziach innych serii, gdy tylko będą one dostępne. Tym samym koncepcja nadwozia pozostaje otwarta na podwozia elektryczne różnych dostawców.

Pojazd bazuje na tej samej technologii nadwozia i oferuje ten sam zakres funkcji oraz znane środowisko operacyjne, co „klasyczny” AT. Sprawdzone elementy nadwozia, takie jak zintegrowana podwójna kabina z obrotowymi stopniami lub system mocowania Rosenbauer COMFORT, w całości przeniesiono do AT electric. Jedynie stopnie w obszarze przedziałów sprzętowych 1 i 2 nie są zaprojektowane jako kłapy, ale mogą być wysuwane mechanicznie, gdyż za nimi znajdują się dwa zestawy akumulatorów. Mimo to standardowe wyposażenie HLF 20 pasuje do pojazdu wystawowego, ponieważ można uzyskać dodatkową przestrzeń z tyłu (przedział sprzętowy 7), instalując pompę pożarniczą pod podłogą. W przypadku AT electric Rosenbauer oferuje dwie pompy zgodne z normą EN1028: N10 i N20 (zainstalowane w pojeździe wystawowym). Zamontowany w nadwoziu przedłużacz zasięgu, zapewniający czterogodzinną ciągłą pracę pompy wymaganą przez normę EN1846, w znaczący sposób przyczynia się do zachowania zgodności z tą normą. Generator,

⁵⁷ <https://www.rosenbauer.com/en/at/rosenbauer-group/press/specialist-press/press-detail/nd/interschutz-2022-rosenbauer-praesentiert-den-ersten-at-electric>

napędzany silnikiem wysokoprężnym, gwarantuje do tego celu stałą moc wyjściową około 50 kW. Ponadto pojazd wystawowy zaopatrzone w zbiornik na wodę o pojemności 2000 l, zbiornik na środki pianotwórcze o pojemności 120 l, system dozowania piany z bezpośrednim wtryskiem Rosenbauer RFC Admix Variomatic oraz bębnową linię szybkiego natarcia z wężem. Dzięki systemowi zarządzania pojazdami Rosenbauer Connected Fleet i systemowi zarządzania operacjami Connected Command AT electric jest gotowy do cyfrowej codziennej akcji gaśniczej.

Nowa koncepcja napędu i zarządzania energią oznacza, że zarówno układ napędowy, jak i pompa przeciwpożarowa w AT electric są obsługiwane w pełni elektrycznie. Podczas działań gaśniczych pompa poprzez przystawkę odbioru mocy napędza silnik elektryczny dostarczany standardowo z podwoziem i zasilany z układu wysokiego napięcia podwozia. Przedłużacz zasięgu zapewnia wystarczającą ilość energii na dłuższe okresy użytkowania. Dwa akumulatory litowo-jonowe o nominalnej pojemności 66 kWh każdy zasilają w energię cały system. Akumulatory są ładowane za pomocą kabla ładującego prądem stałym o maksymalnej mocy 150 kW lub 22 kW prądu przemiennego bądź, w razie potrzeby, np. w przypadku konieczności dłuższego pompowania, w miejscu eksploatacji za pomocą przedłużacza zasięgu. Dystans jazdy na jednym ładowaniu akumulatora wystarcza na maksymalnie 100 km, w zależności od topologii.

Pierwsza obrotowa elektryczna drabina ratownicza Rosenbauer L32A-XS na FE Electric⁵⁸

Rosenbauer intensywnie pracuje nad poszerzeniem floty pojazdów elektrycznych dla straży pożarnej. Po przetargu na miejskie samochody ratowniczo-gaśnicze z serii RT oraz zaproponowaniu pojazdu logistycznego została zelektryfikowana pierwsza drabina obrotowa L32A-XS. Najwyższym priorytetem inżynierów ds. rozwoju pozostaje tu sprawienie, aby elektryczna drabina obrotowa była tak samo funkcjonalna, wydajna i niezawodna jak wypróbowana i przetestowana standardowa drabina obrotowa oraz aby zapewnić taką samą użyteczność, łatwość serwisowania i dostępność części zamiennych. Dlatego do elektrycznej drabiny obrotowej stosuje się wyłącznie wysokiej jakości komponenty OEM: sprawdzony model drabiny L32A-XS oraz seryjne podwozie Volvo FE Electric.

Zarówno klasyczny, jak i elektryczny L32A-XS są oparte na tej samej technologii drabiny obrotowej Rosenbauer Karlsruhe i oferują straży pożarnej te same korzyści taktyczne w myśl zasady „Ta sama technologia, ta sama korzyść”. Chociaż sama konstrukcja drabiny do ratownictwa na wysokościach jest w dużej mierze identyczna, to koncepcja napędu znacznie się różni. Podczas gdy klasyczny XS napędza silnik spalinowy, wariant elektryczny ma 3 silniki elektryczne: dwa do napędu jezdźnego i jeden do obsługi drabiny obrotowej (ePTO o mocy 70 kW). Energia pochodzi z dwóch lub trzech akumulatorów litowo-jonowych o pojemności 66 kWh każdy.

⁵⁸ <https://www.rosenbauer.com/de/at/presse/fachpresse/nd/erste-e-drehleiter-1>

Dzięki pojemności akumulatorów 132 lub 198 kWh elektryczna drabina L32A-XS ma na pokładzie więcej niż wystarczającą ilość energii, aby niezawodnie i bez przerw wykonać typową operację ratowniczą przewidzianą dla drabiny obrotowej. Na przykład podczas jazdy miejskiej na trasie o długości 5 km, uzupełnionej o proces wsparcia, trzy ruchy drabiny (wysunięcie ramion, praca, schowanie ramion), 30 minut pracy masztu oświetleniowego oraz jazdę powrotną, jest zużywane około 20 kWh. Drabina obrotowa z dwoma akumulatorami ma wtedy jeszcze wystarczający zapas energii, dzięki czemu może wykonać do czterech innych takich operacji. Operacja na poziomie regionalnym (30 km dojazd tam i powrót, dwa procesy wsparcia, pięć ruchów drabiny i jedna godzina pracy lekkiego masztu oświetleniowego) pochłania około 52 kWh, co oznacza, że drabina obrotowa z trzema akumulatorami zabezpiecza rezerwę działania na co najmniej dwie dalsze takie operacje. Akumulatory można ładować prądem zmiennym z przemysłowych gniazd wysokiego napięcia lub na odpowiednich stacjach ładowania prądu stałego. Możliwe jest także podawanie zasilania z zewnątrz podczas pracy drabiny obrotowej.

Rosenbauer ma już niemałe doświadczenie z regularnej eksploatacji wydań zelektryfikowanych. Od ponad 8 lat zajmuje się elektryfikacją pojazdów strażackich, a jesienią 2020 roku wprowadził na rynek typ RT – pierwszy elektryczny pojazd gaśniczy nowej generacji. *Know-how* zdobyte w ciągu ostatnich kilku lat w dziedzinie technologii wysokiego napięcia jest też wykorzystywane przy opracowywaniu pierwszej elektrycznej drabiny obrotowej. Prototyp oparty na normach DIN EN 14043:2014 i EN 1846 został zaprezentowany latem 2022 roku. Dzięki Schutz&Rettung Zürich, największej organizacji ratownictwa cywilnego w Szwajcarii, potwierdzono pierwszego klienta dla wdrożenia próbnego. Tym samym Rosenbauer wraz z pierwszym elektrycznym L32A-XS pokazuje, jak w przyszłości będą wyglądać samochody strażackie w sektorze ratownictwa na wysokościach.

Koncern wystawił pierwszy egzemplarz L32A-XS na w pełni elektrycznym podwoziu seryjnym na targach Interschutz 2022⁵⁹. Otwiera to drogę do (elektrycznej) mobilności przyszłości dla straży pożarnej. L32A-XS electric zabudowano na podwoziu Volvo FE Electric, napędzanym dwoma silnikami elektrycznymi o łącznej mocy 225 kW (praca ciągła). Napęd na tylną oś – układ 4×2 – przenosi zautomatyzowana 2-biegowa skrzynia przekładniowa. Mocne silniki elektryczne służą do napędu zarówno pojazdu, jak i samej drabiny obrotowej. Do obsługi drabiny zamontowano dodatkowy silnik elektryczny zasilany z elektrycznej przystawki odbioru mocy (ePTO), zapewniający moc szczytową 100 kW i moc ciągłą 70 kW. Cały system w pojeździe targowym zasilany jest energią przez 3 akumulatory litowo-jonowe o pojemności użytkowej 66 kWh każdy (całkowita pojemność magazynu baterii to około 200 kWh). Akumulatory są ładowane prądem stałym o mocy do 150 kW lub prądem zmiennym o mocy do 22 kW przez znormalizowane gniaz-

⁵⁹ <https://www.rosenbauer.com/en/at/rosenbauer-group/press/specialist-press/press-detail/nd/interschutz-2022-vorhang-auf-fuer-die-drehleiter-l32a-xs-electric>

do CCS Combo Type 2 (norma UE), pod warunkiem, że infrastruktura ładowania jest odpowiednia.

Elektryczna drabina L32A-XS oferuje te same zalety co standardowa drabina Rosenbauer pod względem wydajności, funkcjonalności i niezawodności. Kosz ratowniczy HR-500 MF wytrzymuje obciążenie użytkowe 500 kg (5 osób) i oferuje m.in. możliwość przewozu osób zabezpieczonych na wózkach inwalidzkich. Przód da się całkowicie otworzyć w zaledwie kilku krokach, usuwając opatentowaną wielofunkcyjną kolumnę i otwierając drzwi wahadłowe i poręcze. Dzięki doprowadzeniu wody zintegrowanemu ze strukturą kosza i dołączonemu sterowanemu ręcznie lub zdalnie działku na wodę, kosz przygotowano także do działań przeciwpożarowych. Ponadto L32A-XS electric cechują ta sama koncepcja obsługi i funkcjonalność oraz nowe elementy obsługi najnowszej, „konwencjonalnej” generacji drabiny 3.2.

Rosenbauer wykorzystał pojazd wystawowy do obliczenia dwóch typowych zasięgów i scenariuszy operacyjnych, aby pokazać, jak często można je powtórzyć przy w pełni naładowanych zestawach akumulatorów, zanim akumulatory będą wymagały ponownego naładowania. Scenariusz operacyjny A obejmuje drogę przejazdu wynoszącą 8 km (na zewnątrz i z powrotem), dwie operacje podnoszenia, dwa cykle ruchu zgodnie z normą DIN EN 140431 oraz jedną godzinę pracy masztu lekkiego. Scenariusz ten można powtórzyć od 8 do 10 razy – w zależności od warunków środowiskowych, takich jak temperatura i topografia. Scenariusz operacyjny B obejmuje drogę przejazdu 20 km (na zewnątrz i z powrotem), dwie operacje podnoszenia, pięć cykli ruchu zgodnie z DIN EN 140431 oraz godzinę pracy masztu lekkiego i może być powtórzony od 3 do 4 razy – w zależności od warunków środowiskowych, takich jak temperatura i topografia. Ponieważ niezawodność drabiny odgrywa kluczową rolę w operacjach przeciwpożarowych, Rosenbauer zapewnił różne poziomy awaryjnego zasilania. Na przykład akumulator wysokonapięciowy można również powoli ładować podczas pracy ze źródła zewnętrznego, pod warunkiem dostępności odpowiedniego zewnętrznego źródła zasilania, jeśli działanie trwa dłużej niż oczekiwano, a ładowanie akumulatora HV zbliża się do końca.

Konkretne wartości z praktyki operacyjnej będą dostępne, gdy po targach L32A-XS electric wejdzie do eksploatacji w Schutz & Rettung Zurich. Jako partner innowacyjny firmy Rosenbauer, największa cywilna organizacja ratownicza w Szwajcarii przetestuje prototyp w rzeczywistych warunkach operacyjnych i udostępni uzyskane wyniki i dane do opracowania serii. Cykl obejmuje jednoczesne jednokrotne obrócenie drabiny o 90 ± 3 stopnie, jednokrotne podniesienie i wysunięcie jej do momentu automatycznego zatrzymania się na maksymalnym ograniczeniu pozycji pionowej, a po przerwie trwającej 20 ± 1 sek. pozycja startowa.

Przewozy lokalne i regionalne

Prototypowy 2-osiowy w pełni elektryczny ciągnik siodłowy oparty o FM – FM Electric

W sferze wprowadzania odmian w pełni elektrycznych szwedzki koncern nie ogranicza się wyłącznie do segmentów związanych z przewozami na krótkich dystansach – w miastach, takich jak dystrybucja, służby komunalne czy nawet bardziej specyficzne w tym wymiarze, jak budownictwo i straż pożarna. Firma chce bowiem też zaproponować wersje o zwiększonym zasięgu, do około 300 km, a tym samym nadające się do jazd na średnich dystansach.

Obecnie (stan na rok 2022) trwają próby 2-osiowego ciągnika siodłowego z rodziny FM – FM Electric. Otrzymał on kabinę długą z dachem podwyższonym – typ Globetrotter. Początkowo połączono go m.in. z 2-osiową naczepą chłodniczą, dystrybucyjną, zazwyczaj stosowaną do zaopatrywania większych sklepów, jak super- i hipermarkety. Dopuszczalna masa całkowita zestawu w takim przypadku może dochodzić do 36 000 kg. Taki zestaw zazwyczaj porusza się w powtarzalnym ruchu – tzw. wahadłowym między centrum logistycznym a konkretnymi sklepami. To z kolei pozwala na wprowadzenie punktów ładowania zarówno w takich centrach, jak i przy obsługiwanych sklepach. W takich przypadkach ładowanie odbywałoby się w trakcie załadunku i rozładunku. Taki system ładowania na trasie pozwala albo zwiększyć zasięg, albo przy danym zasięgu uwzględnianym wraz z doładowaniem zmniejszyć liczbę baterii zamontowanych na pokładzie auta, z czym wiążą się dwie zasadnicze połączone korzyści, wciąż będące elementami krytycznymi dla wszystkich wariantów w pełni elektrycznych – są to ograniczenie masy własnej pojazdu oraz jego ceny.

DFDS⁶⁰

4 czerwca 2021 roku ukazała się informacja, że Volvo Trucks i DFDS, największa firma logistyczna i wysyłkowa w Europie Północnej, łączą siły w celu elektryfikacji przewozów samochodami ciężarowymi. We wstępnym etapie współpracy DFDS – jako jedna z pierwszych firm – będzie użytkować w ruchu komercyjnym w pełni elektryczny, 2-osiowy ciągnik siodłowy FM Electric. Ciągnik ten posłuży do realizacji dostaw części do fabryki Volvo Trucks w Göteborgu, w Szwecji. Inicjatywa ta stanowi ważny krok w procesie tworzenia wolnego od paliw kopalnych łańcucha dostaw dla Grupy Volvo, która, będąc jednym z największych na świecie wytwórców samochodów ciężarowych i innych pojazdów użytkowych, zalicza się także do dużych nabywców usług transportu. Poprzez współpracę z DFDS w tej drodze do bardziej zrównoważonego transportu realizuje więc swój cel zbudowania

⁶⁰ <https://www.volvotrucks.pl/pl-pl/news/press-releases/2021/jun/volvo-trucks-and-dfds-cooperate-to-run-electric-supply-chain-transport.html>

łańcucha dostaw wolnego od paliw kopalnych i jest to główny etap w tej realizacji. Kwestia dotyczy też wzajemnej wymiany doświadczeń i dogłębnego zrozumienia kluczowych zagadnień, m.in. takich jak pojemność akumulatorów i ich ładowanie, planowanie tras czy odczucia kierowców. Przechodzenie na napęd elektryczny to mianowicie coś znacznie więcej niż tylko kwestia samego samochodu – to kompleksowe rozwiązanie.

FM Electric po zakończeniu okresu letniego zaczął kursować z dostawami do fabryki Volvo Trucks w Göteborgu. Początkowo pokonywał dystans 120 km dziennie. Aby zabezpieczyć przyszłość inwestycji, DFDS w swojej bazie w Göteborgu postanowił zbudować najbardziej wydajne spośród dostępnych na rynku stacje ładowania akumulatorów, o mocy 350 kW. Na tym etapie – początku drogi ku elektromobilności – wydajne ładowanie akumulatorów odgrywa jedną z kluczowych ról. Wiedza zdobyta razem z Volvo przyda się, gdy dojdzie do przyspieszenia działań wdrożeniowych w sferze elektryfikacji. Wówczas DFDS i Volvo lepiej będą w stanie ocenić wymaganą pojemność akumulatorów, zależnie od pokonywanej trasy i specyfiki wykonywanych przewozów.

Ten realizowany na pełną skalę projekt w sposób namacalny pokazuje, jak poważnie DFDS podchodzi do swojej roli w transformacji ku elektromobilności i większemu zrównoważeniu transportu.

4.2.5. MAN

Technologie gazowe

W ostatnich latach niemiecki koncern zarzucił tematykę komercjalizacji gazowych samochodów ciężarowych, co ciekawe, promując jednocześnie gaz jako paliwo w autobusach miejskich.

Elektryfikacja

Zelektryfikowane pojazdy podmiot pokazuje oficjalnie od wielu lat, lecz dopiero w ostatnim okresie, w ramach obecnej fali elektryfikacji, przeszedł od fazy prototypów do fazy pierwszych małoskalowych wdrożeń. Początkowo dotyczą one modelu eTGM.

Schwarz Logistik

Schwarz Logistik GmbH odebrał w pełni elektryczny model eTGM⁶¹. To pierwszy elektryczny wariant we flocie tego podmiotu. Ta 26-tonowa odmiana dystrybucyjna została dostarczona do ZEISS w Oberkochen w Badenii-Wirtembergii w Niem-

⁶¹ <https://press.mantruckandbus.com/corporate/man-etgm-schwarz-logistik-commits-to-fully-electric-distribution-truck/>

czech. Pojazd ten należy do niewielkiej serii samochodów elektrycznych, które od końca 2019 roku MAN przekazuje różnym klientom europejskim.

Schwarz Logistik GmbH stosuje eTGM do dostaw dla grupy optyki i elektroniki ZEISS w Oberkochen. W szczególności trzy do czterech razy dziennie z dostawą *just-in-time* auto przewozi półprodukty z centrum logistycznego Schwarz w Herbrechtingen do ZEISS w Oberkochen. Stacja ładowania, ulokowana tuż obok rampy załadowniczej, umożliwia niezawodne ładowanie samochodu. Gwarantuje to, że okres załadunku jest wykorzystywany do zasilania wersji elektrycznej w wymaganą energię elektryczną. Aby zabezpieczyć też najbardziej zrównoważoną eksploatację pojazdu z wymiennym nadwoziem, Schwarz pracował nad inteligentnym systemem kontroli ładowania, który w ciągu dnia i w weekendy ładowałby egzemplarz elektryczny energią słoneczną za pośrednictwem własnych paneli słonecznych na dachu centrum logistycznego.

Wdrożenie tego auta, stanowiące kolejny krok na drodze implementacji strategii e-mobilności na wczesnym etapie, pozwala oferować zleceniodawcom bezemisyjne rozwiązania transportowe dostępne w krótkim czasie. Jednocześnie inne próby prowadzone przy pomocy eTGM, a dotyczące zmian godzin dostaw w miastach z dziennych na nocne, pokazują, że tabor w pełni elektryczny może się przyczynić do kompletnej zmiany zasad funkcjonowania systemu zaopatrzenia sklepów czy restauracji. Takie pozytywne rezultaty daje też eksploatacja w zimowym utrzymaniu dróg.

De Jong Zuurmond⁶²

De Jong Zuurmond jest pierwszą holenderską firmą, która wzbogaciła swoją flotę o trzy nowe eTGM, z których jedną dostała już wiosną 2021 roku. Flota elektryczna tego wieloletniego klienta MAN-a obejmuje też auto dostawcze eTGE. Ten dostawca usług utrzymania dróg krajowych i wodnych po raz pierwszy śnieżnej zimy 2021 roku w Holandii z sukcesem wykorzystał te w pełni elektryczne, 26-tonowe pojazdy do zimowego utrzymania dróg – posypywania piaskiem. To dowiodło, że elektryczne modele bez problemu mogą również pracować w niskich zimowych temperaturach.

De Jong Zuurmond korzysta z elektrycznych aut MAN-a do realizacji zadań dla jednego ze swoich najważniejszych klientów: agencji Rijkswaterstaat. Stanowi ona część holenderskiego Ministerstwa Infrastruktury i Gospodarki Wodnej i odpowiada m.in. za budowę oraz utrzymanie dróg krajowych i wodnych. Już kilka lat temu Rijkswaterstaat poprosił De Jong Zuurmond o przejście na technologie przyjazne dla klimatu i – w tym kontekście – tabor neutralny pod względem emisji CO₂. Rozbudowa floty elektrycznej o eTGM należy zatem do ważnych elementów strategii dekarbonizacji przez dostawcę usług serwisowych. I jest to konsekwentnie wdrażane:

⁶² <https://press.mantruckandbus.com/corporate/en/winter-suitability-verified-man-etgm-proves-itself-as-a-gritting-vehicle-for-the-first-time/>

De Jong Zuurmond wytwarza energię elektryczną dla eTGM i eTGE we własnych elektrowniach słonecznych i wiatrowych.

W pełni elektryczne, 26-tonowe MAN-y szybko dowiodły, że stanowią efektywne uzupełnienie floty De Jong Zuurmond. Są używane głównie do znakowania dróg, a zimą 2021 roku po raz pierwszy jeden z nich służył jeszcze jako posypywarka. W związku z tym pojawiło się pytanie, w jaki sposób pojazd z zabudową do posypywania może być eksploatowany w Holandii, gdzie stosunkowo rzadko pada śnieg? Ostatnia burza śnieżna miała bowiem miejsce w 2010 roku. Odpowiedź brzmi: w Holandii są specjalne pojazdy do posypywania piaskiem. Kiedy pada śnieg, zarządca infrastruktury kontaktuje się z firmami budowlanymi, czy mają nie w pełni wykorzystany sprzęt. Następnie wolne wywrotki otrzymują system zabudowy na czas zimy, a posypywarki z piaskiem są mocowane do powierzchni wywrotki. W De Jong Zuurmond na czas zimy na istniejącym systemie nadwozia wymiennego eTGM osadzono piaskarkę. A potem elektryczny wariant pokonuje założoną trasę – nawet na śliskich drogach, pokrytych śniegiem i lodem, aby posypywać je piaskiem.

Zasilanie dla eTGM zapewniają wysokowydajne akumulatory litowo-jonowe Grupy Volkswagen. Znajdują się one pod kabiną kierowcy, nad przednią osią, w miejscu, w którym w konwencjonalnych wariantach instaluje się silnik wysokoprężny. Kolejne akumulatory umieszczono na ramie podwozia. Podczas faz toczenia się i hamowania energia kinetyczna auta ulega zamianie na energię elektryczną, przekazywaną z powrotem do akumulatorów. To znacznie zwiększa zasięg.

Dzięki eTGM De Jong Zuurmond był w stanie wzmocnić swoją flotę elektryczną i znacznie zbliżyć się do własnego celu, jakim jest uwolnienie się od emisji. Niemniej nie tylko środowisko czerpie korzyści z tych nowych dodatków. Są również pozytywne opinie pracowników: kierowcy doceniają spokój i ciszę w pracy, gdyż w eTGM czy eTGE nie słychać głośnych dźwięków silnika. Ponadto pojazdy mają wyjątkowo wysoki moment obrotowy. Gdy eTGM rusza na światłach, inne samochody i autobusy nie nadążają za nim.

De Jong Zuurmond ma siedzibę w Beesd, a świadczone przez niego usługi obejmują prace związane z utrzymaniem infrastruktury autostrad, dróg wojewódzkich i gminnych oraz śródlądowych dróg wodnych. Wykonuje zarówno regularne prace konserwacyjne, takie jak pielęgnacja trawnika, jak i zmienne zadania konserwacyjne, jak wymiana asfaltu i inne naprawy. Klientami są głównie holenderskie władze, prowincje i społeczności.

4.2.6. IVECO

Gaz

Włoski koncern stawia na szerokie spektrum wdrożenia gazu jako paliwa, od przewozów w miastach poprzez zastosowania specjalizowane i specjalistyczne po obsługę typowego ruchu w relacjach międzynarodowych.

Krótkodystansowe zastosowania specjalizowane i specjalistyczne

W kwietniu 2019 roku⁶³ podczas budowlanych targów Bauma w Monachium podmiot pokazał drogowego gazowego Stralisa jako 3-osiowe podwozie o symbolu AD260S40Y/PS NP – Natural Power. Auto to może stanowić ciekawą opcję w sektorach bardziej specjalizowanych, takich jak szosowa obsługa budownictwa czy działy komunalny oraz selektywnej zbiórki odpadów. Podwozie to ma układ napędowy 6×2, drugą oś napędzaną oraz tylną oś podnoszoną, z pojedynczym ogumieniem, wleczoną, skręcaną przeciwbieżnie w stosunku do przednich kół kierowanych dla poprawy manewrowości, w tym redukcji promienia skrętu. Ze względu na przeznaczenie kabina jest krótka, dzienna, na krótkie trasy – typu AD (Active Day). Źródło napędu stanowi silnik Cursor 9 NP Natural Power, spełniający normę czystości Euro 6 c i uzyskujący moc maksymalną 294 kW/400 KM w zakresie 1575 do 2000 obr./min i maksymalny moment obrotowy 1700 Nm od 1200 do 1575 obr./min.

Zdaniem IVECO, Stralis NP 6×2 zasilany gazem ziemnym, z wywrotką i żurawiem stanowi dobre rozwiązanie w sektorze recyklingu, łącząc korzyści płynące z ekwiwalentu oleju napędowego z ładownością z zaletami w postaci czystej i cichej pracy. Poziom hałasu, wynoszący zaledwie 71 dB (test Piek Quiet Truck), jawi się jako zdecydowany atut podczas pracy w zakładach selektywnej zbiórki odpadów. Wszystko to wraz z dobrą zwrotnością, kompaktowymi gabarytami, dużą dopuszczalną masą całkowitą zestawu i niezłą ładownością podwozia sprawia, że wariant ten nadaje się także dla budownictwa i drogownictwa.

Pierwszy na świecie pojazd strażacki zasilany CNG⁶⁴

Na corocznej konferencji prasowej w Ulm, zorganizowanej we wrześniu 2019 roku, niemiecka filia odpowiedzialna za tzw. technikę pożarniczą – Magirus poinformowała, że stała się pierwszym na świecie producentem pojazdów do ochrony przeciwpożarowej i likwidacji skutków katastrof, który pokazał odmianę zbiornikową – ratowniczo-gaśniczą zasilaną gazem ziemnym⁶⁵. W ten sposób w sferze zabezpieczenia przeciwpożarowego podmiot konsekwentnie robi kolejny krok we wdrażaniu rozwiązań i wyrobów przyjaznych dla środowiska, gdyż dzięki serii Innovative Drive Line (iDL) przekształca najnowsze osiągnięcia w dziedzinie dojrzałych alternatywnych technologii napędowych w praktyczne rozwiązania transportowe, z których można korzystać efektywnie i niezawodnie. Podczas gdy pierwszy na świecie model pożarniczy zasilany CNG i oznaczony jako (H) LF 10 jest już dostępny dla straży pożarnej, od lat wiele władz lokalnych przekształca swój tabor we floty zasilane gazem ziemnym, w ten sposób skutecznie optymalizując emisję CO₂. Dzięki

⁶³ IVECO – zestaw materiałów prasowych, Bauma 2019.

⁶⁴ Zestaw materiałów prasowych, Magirus, Ulm, wrzesień 2019.

⁶⁵ <https://www.magirusgroup.com/de/en/company/press/detail-press/magirus-presents-new-electric-and-natural-gas-powered-fire-engines-in-the-idl-series/>

iDL Magirus wprowadza do produkcji seryjnej technicznie wykonalne i taktycznie odpowiednie rozwiązanie.

Model (H) LF 10 bazuje na 2-osiowym, szosowym podwoziu IVECO Eurocargo NP „Natural Power” 4×2 z krótką, dzienną kabiną. Podwozie to zabiera 420 l gazu ziemnego sprężonego do 20 MPa (CNG) oraz ma w pełni automatyczną skrzynię biegów Allison ze sprzęgłem hydrokinetycznym. Ponadto dzięki zasięgowi do 300 km lub do 4 godzin pracy pompy pojazd zachowuje dużą ładowność i zgodność z obowiązującymi normami. Poza tym szczególną uwagę zwrócono na bezpieczeństwo, a instalacja CNG została kompleksowo przetestowana i homologowana. Przy tym fakt, że Magirus opiera się holistycznie na technologii aplikacji, będącej jak najbardziej przyjazną dla środowiska, potwierdza też komplectacja wnętrza zabudowy. Na przykład dodatkowe ogrzewanie przedziału załogi jest zasilane gazem. Do tego wprowadzono nowy typ hybrydowego generatora zasilanego wodorem oraz wentylatory i urządzenia ratownicze zasilane bateryjnie, w standardzie zapewniające najwyższą możliwą długoterminową redukcję emisji.

13 października 2022 roku⁶⁶ na targach Florian odbyło się oficjalne przekazanie pierwszego w Europie Środkowej pojazdu strażackiego na gaz. Zasilany CNG wariant ratowniczo-gaśniczy HLF 10 będzie używany w mieście Radeberg zarówno do gaszenia pożarów, jak i do pomocy technicznej. Po zatankowaniu biogazu pojazd może być eksploatowany w 100% neutralnie pod względem emisji CO₂, a przede wszystkim oszczędnie.

Dzięki innowacyjnej linii napędowej (Innovative Drive Line) niemieckie przedsiębiorstwo stało się pionierem w seryjnej produkcji przyjaznych dla środowiska, zrównoważonych ekologicznie wersji pożarniczych. Tym bardziej, że pokazany w 2018 roku pierwszy w pełni elektryczny lekki wariant strażacki był pierwszym decydującym krokiem na drodze do bardziej powszechnego wykorzystania odmian pożarniczych o zerowej emisji. Wybierając odpowiednie podwozie, Magirus dużą wagę przywiązywał do wydajności i niezawodności oraz elastyczności w odniesieniu do indywidualnych wymagań dotyczących nadwozi dla straży pożarnych na całym świecie.

Przewozy na średnich i długich dystansach

GLS Italy⁶⁷

W ramach zaangażowania w zrównoważony rozwój i ochronę przyrody GLS Italy – jeden z głównych operatorów kurierskich we Włoszech, odnowił swoją flotę, od 2021 roku wprowadzając do niej 120 sztuk IVECO S-WAY LNG i Bio-LNG.

⁶⁶ <https://www.magirusgroup.com/de/company/news/detail-news/successful-trade-fair-appearance-by-magirus-at-florian-2022/>

⁶⁷ <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/GLS-updates-its-fleet-with-120-IVECO-S-WAY-LNG-and-Bio-LNG-powered-vehicles.aspx>

Auta te, w parku taborowym zastępujące egzemplarze z silnikami wysokoprężnymi w 70% przypadków spełniającymi normę Euro 6, a w 30% Euro 5, mają pozytywny wpływ na środowisko: wykorzystanie metanu kopalnego powoduje zmniejszenie emisji CO₂ w wysokości 7300 ton. Powyższe byłoby równoznaczne z zastąpieniem 745 pojazdów z silnikiem Diesla elektrycznymi zamiennikami w 100% zasilanymi energią odnawialną lub posadzeniem 146 000 drzew na powierzchni porównywalnej do 487 boisk piłkarskich. W przypadku biometanu wartość ta rośnie wykładniczo, osiągając redukcję emisji CO₂ o 78 000 ton, co odpowiada 8000 mniej samochodów lub 1,5 mln drzew posadzonych na powierzchni odpowiadającej ponad 5000 boisk piłkarskich.

Ta inicjatywa stanowi część szerszego Projektu Ochrony Klimatu GLS, ukierunkowanego na zrównoważenie do 2022 roku 100% emisji wytwarzanych przez ten podmiot poprzez certyfikowane programy offsetowe oraz znaczne ograniczenie emisji do 2025 roku dzięki zastosowaniu w dostawach ostatniej mili przyjaznych dla środowiska systemów transportowych z trakcją elektryczną/hybrydową, z kolei w przewozach na duże odległości tzw. ekotrakcji/ekonapędu. W tym kontekście ten ambitny nowy projekt z IVECO jest częścią szerszej strategii GLS mającej na celu zapewnienie, że do 2022 roku co najmniej 20-25% jego floty będzie wyposażone w trakcję o niskim wpływie na środowisko, a do 2025 roku aż 45-50%. Technologia bio-LNG może głęboko oddziaływać na branżę logistyczną, pomagając zredukować emisje nawet o 95%. Z tego powodu, przy wsparciu IVECO, GLS chce intensyfikować swoje inwestycje w ekologiczny tabor. Zaangażowanie łańcucha dostaw GLS dowodzi zarazem historycznej zmiany, jaką obecnie (stan na rok 2022) przechodzi sektor transportu w kierunku ekozrównoważenia. Tym bardziej, że wybrany biometan wykazuje zalety zarówno środowiskowe, jak i ekonomiczne oraz może być wytwarzany lokalnie w procesie generującym cenne produkty uboczne, takie jak bio-CO₂ i bionawozy. Ten pierwszy da się ponownie wykorzystać w przemyśle spożywczym, te drugie można spożytkować w rolnictwie.

Vlantana⁶⁸

IVECO dostarczyło 65 sztuk modelu S-WAY w wersji LNG dla litewskiego operatora transportowego Vlantana. Firma dysponująca parkiem liczącym 1650 pojazdów znacznie poszerza swoją flotę gazową o nowy tabor – jako uzupełnienie floty wybrała auta IVECO na gaz ze względu na ich ekologiczność – przyjazność dla środowiska podczas jazdy na LNG lub bio-LNG. Ta decyzja Vlantany o przekształceniu części swojej floty na gazową za pomocą S-WAY LNG oznacza postawienie na zrównoważone i przyjazne dla środowiska rozwiązania oraz na operacyjne i finansowe korzyści płynące z gazu. Przejęcie S-WAY LNG stanowi bowiem część długoterminowej strategii, w której duży nacisk kładzie się na środowisko. Kwestia

⁶⁸ <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-supplies-65-IVECO-S-WAY-LNG-trucks-to-Lithuanian-transport-operator-Vlantana.aspx>

dotyczy m.in. świadczenia klientom usług ekologicznego transportu – połączenia zrównoważonego i efektywnego rozwiązania transportowego z konkurencyjnym całkowitym kosztem posiadania, w tym opłacalnym w porównaniu z odpowiednikiem z silnikiem Diesla, przy wysokiej w swojej klasie autonomii paliwowej, dochodzącej do 1600 km.

W swoim zaangażowaniu w dostarczanie ekologicznego transportu, przedsiębiorstwo przejmuje wiodącą rolę na Litwie, zaczynając przedstawiać własną flotę na zasilaną gazem wcześniej, zanim w tym kraju istniała odpowiednia sieć paliwowa. Zaangażowanie w zrównoważoną działalność transportową obejmuje zainwestowanie w plany i budowę na własnym terenie stacji tankowania gazu ziemnego. Stacja ta będzie położona w pobliżu Kłajpedy, nieopodal głównej autostrady na Litwie. Będzie to pierwsza taka stacja w tym kraju.

W pierwszej fazie Vlantana korzysta z nowych S-WAY LNG na trasach europejskich, gdzie istnieje gazowa sieć dystrybucji, liczba stacji paliw szybko rośnie i obejmuje już główne korytarze transportowe. S-WAY LNG będą mogły korzystać z tych stacji paliw i z inicjatyw wprowadzonych w różnych krajach w celu wspierania rozwoju tego zrównoważonego paliwa.

Amazon Europe⁶⁹

W dniu 17 listopada 2021 roku IVECO ogłosiło informację o zacieśnieniu swoich relacji handlowych z firmą Amazon, by wesprzeć europejskie operacje tego amerykańskiego giganta handlu internetowego. Do obsługi przez partnerów w Europie Amazon odebrał bowiem wtedy pierwszą partię 216 sztuk S-WAY CNG zasilanego sprężonym gazem ziemnym, a kolejne 848 jednostek zostało zamówionych z dostawami, które mają się rozpocząć w połowie 2022 roku. Całkowite zamówienie obejmuje mianowicie 1064 egzemplarze. Wszystkie te auta są napędzane silnikami FPT Industrial Cursor 13 na gaz ziemny i wyposażone w 1052-litrowe zbiorniki CNG, największe z dostępnych. Oczekuje się, że zbiorniki te między tankowaniami zapewnią imponujący zasięg 620 km (około 385 mil). W 2022 roku przewidziano do dostawy 848 egzemplarzy, które będą również wyposażone w IVECO Driver Pal – pionierski pokładowy sterownik głosowy marki z funkcjami Amazon Alexa.

S-WAY LNG do transportu ładunków ponadnormatywnych o masie do 50 ton⁷⁰

W ramach umowy o partnerstwie na rzecz zrównoważonego rozwoju IVECO i Gruber Logistics pokazały pierwszy pojazd transportowy do przewozu nietypowych ładunków o masie do 50 ton, zasilany paliwem alternatywnym. To S-WAY LNG, zapewniający efektywność operacyjną i środowiskową.

⁶⁹ <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-to-supply-1064-gas-powered-S-WAY-trucks-to-Amazon-to-support-European-operations.aspx>

⁷⁰ <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-and-Gruber-Logistics-present-the-IVECO-S-WAY-LNG-for-the-transport-of-abnormal-loads-up-to-50-tonnes.aspx>

Wykorzystanie rozwiązań transportu paliw alternatywnych do przemieszczania ładunków ponadnormatywnych stanowi ważny kamień milowy na drodze do dekarbonizacji sektora. Transport ładunków ponadnormatywnych odnosi się do transportu drogowego ładunków przekraczających masę, wymiary i/lub limity bezpieczeństwa określone w Kodeksie drogowym i wobec tego wymagające specjalnych zezwoleń na przewóz. Osiągi ciężarówek zasilanych ciekłym metanem (standardowe ładunki o masie do 24 ton) są porównywalne z osiągnięciami pojazdów zasilanych olejem napędowym. Pozostaje jednak różnica w mocy silnika, mogąca mieć wpływ na osiągi odmian gazowych na szczególnie trudnych podjazdach lub podczas przewożenia ładunków przekraczających limity masowe.

Dzięki zaangażowaniu Gruber Logistics, przeszkoda ta została pokonana poprzez stworzenie warunków logistycznych niezbędnych do wprowadzenia paliw alternatywnych do sektora ładunków ponadnormatywnych. W rzeczywistości, po wstępnym okresie testowym, auta na ciekły metan są już eksploatowane na trasach między Niemcami a Wielką Brytanią z obszaru Kreuztal, jednej z głównych lokalizacji Gruber Logistics w Niemczech. Przewożone ładunki różnią się masą od 30 do 50 ton. Często widać bowiem tylko problemy, a nie rozwiązania. Trzeba zatem zmienić metody pracy, trasy, sposób jazdy itp. Te i inne problemy muszą zostać rozwiązane, aby na dużą skalę skutecznie wdrażać innowacje ECO, nawet w obszarach, których nigdy wcześniej nie wyobrażano sobie, by to było możliwe. Wraz z Gruber Logistics S-WAY LNG przyczynia się do dekarbonizacji świata transportu – teraz nawet przewozu ładunków ponadnormatywnych, co jest ważnym kamieniem milowym dla sektora. Wykorzystania gazu ziemnego, głównie w wersji bio, odgrywa zasadnicze znaczenie dla osiągnięcia natychmiastowych, efektywnych rezultatów; jak wynika z niedawnego badania przeprowadzonego przez włoską Krajową Radę ds. Badań Naukowych (CNR), pojazd ciężarowy zasilany bio-LNG może zmniejszyć emisję CO₂ nawet o 121% w porównaniu z ekwiwalentem oleju napędowego.

4.2.7. Daimler Trucks – Mercedes Trucks

Technologie gazowe

W drugiej połowie 2022 roku w przypadku klas tonażowych średniej i ciężkiej Mercedes przestał w ogóle promować wersji gazowe. Niemniej wcześniej oficjalnie oferował wyłącznie jedną opcję gazową, należąca do tzw. kategorii NGT (technologia gazu ziemnego – *Natural Gas Technology*). Tę opcję stanowiło jedno wydanie przekonstruowanego silnika dieslowskiego, trafiające do przedstawicieli linii Econic (Econic NGT) i Actros (Actros NGT).

Elektryfikacja

Etapem przejściowym pomiędzy fazą prototypów a fazą sprzedaży było sprawdzenie pojazdów testowych⁷¹. Próby drogowe pierwszej małej floty, składającej się z 5 prototypowych Atego, u wybranego, kluczowego klienta, którym był operator logistyczny DHL, rozpoczęły się w 2009 roku. W tym czasie, bazując na pozyskanych wynikach prób oraz analizie napływających danych, stale doskonalono tę konstrukcję. Generalnie do momentu przejścia do etapu produkcyjnego liczba prototypów hybrydowego Atego stale wzrastała i wynosiła: w 2007 roku – 1 szt., w 2008 – 3 szt., w 2009 – 8 szt. i 21 szt. w 2010 roku. Pozwoliło to na w miarę dokładne i wszechstronne przebadanie samochodu i tym samym uniknięcie w okresie późniejszym wielu tzw. chorób wieku dziecięcego. Dzięki temu w 2010 roku oficjalnie można było uruchomić małoseryjną produkcję. Odpowiadały za nią wspólnie dwa główne niemieckie ciężarówkowe zakłady koncernu, zlokalizowane w Wörth i Mannheim.

Zasadniczymi celami Daimlera – Mercedesa, towarzyszącymi przygotowaniu hybrydowego Atego, były:

- opracowanie pojazdu nadającego się do normalnego ruchu drogowego – normalnej eksploatacji przez użytkowników,
- maksymalne wykorzystanie komponentów powstających w ramach koncernu i przeznaczonych do montażu w środkach transportu z alternatywnymi zespołami napędowymi,
- w możliwie największym stopniu oparcie się na podzespołach własnych, co powinno pozwolić na ich dalszą, przyspieszoną komercjalizację i w rezultacie, w następstwie spożytkowania efektu skali i krzywej uczenia się, obniżkę kosztów wytwarzania, przekładającą się na redukcję cen wyrobów proponowanych odbiorcom,
- możliwość uzyskania realnie odczuwalnych, a nie jedynie będących następstwem testowania niewielkich partii, korzyści z eksploatacji hybryd,
- znaczna redukcja emisji substancji szkodliwych, w tym CO₂, NOx i cząstek stałych,
- redukcja poziomu hałasu,
- obniżenie kosztów eksploatacji, w tym poprzez obniżenie wydatków ponoszonych na układ hamulcowy,
- spożytkowanie efektów synergii i doświadczenia Centrum Kompetencji Daimlera w zakresie technologii hybrydowych (GHC, KEM),
- zwiększenie posiadanej przez przedsiębiorstwo wiedzy w obszarze alternatywnych i innowacyjnych zespołów napędowych stosowanych w ramach struktury – dywizji Mercedes-Benz Trucks,
- budowa pojazdu z tzw. otwartą konfiguracją, dającą możliwość łatwego wprowadzenia zmian w przyszłości.

⁷¹ Materiały wewnętrzne, prezentacja hybrydowego Atego, Stuttgart, luty 2009.

Pomimo pewnego komercyjnego niepowodzenia te pierwsze przedsięwzięcia pozwoliły firmie na zebranie bezcennego doświadczenia. Dalsze prace zatem trwały, a z ich efektami można się było zapoznać zaledwie kilka lat później.

W pełni elektryczny Mercedes eActros

eActros to w pełni elektryczny samochód ciężarowy klasy tonażowej ciężkiej. Jego pierwsze wydanie podmiot zaprezentował na targach IAA w 2016 roku. Na początku 2018 roku pokazał udoskonalonego eActrosa. Był on sprawdzany na drogach publicznych od czerwca 2018 roku, a od września 2018 roku razem z klientami Mercedes pozyskiwał doświadczenia w regularnych codziennych działaniach tego auta. Jego zasięg, wynoszący 200 km, okazał się absolutnie realistyczny – eActros wykonywał zadania transportowe niezależnie od trasy i innych czynników. Wydatki związane z instalacją jednej stacji ładowania w lokalizacjach każdego klienta były stosunkowo niskie. Sformułowany wówczas cel na 2021 rok polegał na posiadaniu w miastach lokalnie bezemisyjnych i cichych aut produkowanych seryjnie oraz działających ekonomicznie na równi z odpowiednikami z silnikami wysokoprężnymi.

Od jesieni 2018 roku pierwsze egzemplarze tego modelu zostały więc skierowane do prób u wybranych klientów. 14 lutego 2019 roku⁷² doszło do jednego z takich oficjalnych przekazów – kolejnego całkowicie akumulatorowo-elektrycznego eActrosa, przeznaczonego do wykonywania tzw. ciężkiej dystrybucji, przejął następny odbiorca. W tym przypadku była to firma logistyczna Logistik Schmitt, z punktu widzenia której model elektryczny okazał się konieczny w związku z nowymi wyzwaniami w branży logistycznej. Wybrana do prób trasa podmiejska z Ötigheim do Rastatt dobrze nadawała się do tego sprawdzianu. W ten sposób użytkownik mógł ocenić eActrosa w trudnych operacjach trójzmiennych – pod ciągłym obciążeniem.

Logistik Schmitt przejął dokładnie wariant 3-osiowy o dopuszczalnej masie całkowitej 25 000 kg, z ostatnią osią skręcaną przeciwbieżnie dla redukcji promienia skrętu, w wydaniu z zabudową kurtynową pochodzącą z przedsiębiorstwa Wecon. Egzemplarz ten od wiosny 2019 roku w barwach operatora rozpoczął normalne badania drogowe, w ramach ciężkich zadań dystrybucyjnych wykonując regularne bezemisyjne i ciche przewozy w dolinie Murg w południowych Niemczech, pomiędzy Ötigheim i Rastatt. W pracach tych zastąpił konwencjonalny odpowiednik z jed-

⁷² https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=42528524&ls=L3N1YXJjaHJlc3VsdC9zZWYyY2hyZXN1bHQueGh0bWw_c2VhemNoU3RyaW5nPUxvZ2lzdGlrK1NjaG1pdHQmc2VhemNoSWQ9MCZzZWYyY2hUeXBIPWRldGFpbGVkZmJvcmlenM9dHJ1ZSZyZXN1bHRJbmc2VHlwZUlkPTQwNjI2JnZpZXduXBIPWxc3Qmc29ydERlZmluaXRpb249UFVCTEITSEVEX0FULTImdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTAmcm93Q291bnRzSW5kZXg9NQ!!&rs=1; https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=44031678&ls=L3N1YXJjaHJlc3VsdC9zZWYyY2hyZXN1bHQueGh0bWw_c2VhemNoU3RyaW5nPUxvZ2lzdGlrK1NjaG1pdHQmc2VhemNoSWQ9MCZzZWYyY2hUeXBIPWRldGFpbGVkZmJvcmlenM9dHJ1ZSZyZXN1bHRJbmc2VHlwZUlkPTQwNjI2JnZpZXduXBIPWxc3Qmc29ydERlZmluaXRpb249UFVCTEITSEVEX0FULTImdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTAmcm93Q291bnRzSW5kZXg9NQ!!&rs=0

nostką wysokoprężną, co stanowiło doskonałą okazję do porównań – pozwalało na zebranie bardzo ciekawego i zarazem w pełni równoważnego materiału badawczego, bo auto jeździło dokładnie tą samą trasą, co konwencjonalny Actros napędzany silnikiem Diesla. Przemieszczanym ładunkiem były skrzynie biegów, a jazdy w regularnym systemie wahadłowym odbywały się na odcinku o długości około 7 km w wymagającym systemie trzymianowym pomiędzy magazynem Logistik Schmitt w Ötigheim i fabryką Mercedes-Benz Gaggenau Rastatt. Długość codziennie pokonanej trasy, licząc operacje w reżimie trzymianowym, wynosiła około 168 km, co oznaczało 12 kursów na dobę i 4 kursy na jedną zmianę.

Ten etap projektu stanowił jedynie wstęp do serii bardziej długotrwałych sprawdzianów drogowych. W tej fazie założono mianowicie, że próby te potrwać kilka lat i będą prowadzone w dolinie Murg oraz w otaczającym ją regionie. Kolejnym krokiem miały się stać testy porównawcze w programie opartym na napowietrznej sieci trakcyjnej. Dla tej części projektu miało powstać jeszcze bardziej zaawansowane wydanie eActrosa jako ciągnika siodłowego o wyższym tonażu i większym zasięgu. Do tego miał dojść projekt sieci trakcyjnej eWayBW. Jest to pilotażowy projekt badań hybrydowych pojazdów napędzanych elektrycznie za pomocą napowietrznych linii energetycznych. Na testowej drodze federalnej B462 wokół Rastatt między Kuppenheim i Gernsbach-Obertsrot za pomocą napowietrznych linii trakcyjnych zostaną zelektryfikowane trzy odcinki. Z tych linii prąd mogą odbierać specjalnie wyposażone typy – przewidziano, że komercyjny transport w pełni elektryczny będzie realizowany od 2020 roku poprzez testową eksploatację ciągników siodłowych. W rozwiązaniu tym w trakcie poruszania się z podłączeniem do napowietrznej sieci równocześnie odbywa się ładowanie baterii. Zapewnia ono energię do dalszej jazdy, gdy pojazd nie ma już kontaktu z napowietrznymi liniami energetycznymi. Działanie takich hybrydowych odmian sieciowych sprawdzano podczas trzyletniej fazy pilotażowej. Projektowi temu towarzyszyły badania naukowe. To planowanie, zatwierdzenie i budowa trasy pilotowej kosztowały 17,6 mln EUR. Chcąc przy tym zebrać jak najwięcej informacji, całe to przedsięwzięcie związane z testowaniem eActrosa, w tym jego porównaniem z hybrydowymi pantografowymi ciągnikami sprawdzanymi w ramach eWayBW, Niemcy podzielili na trzy fazy.

Pierwsza faza operacji objęła właśnie test praktyczny na trasie dojazdowej z Ötigheim do Rastatt. W tej fazie Logistik Schmitt integrował ze swoją standardową flotą eActrosa z nadwoziem wymiennym. Pojazd ten transportował do 12 000 kg i jeździł 12 razy dziennie po tej samej trasie. Akumulatory ładowano w nim również podczas załadunku lub rozładunku, dzięki czemu dało się optymalnie wykorzystać cały jego 200-kilometrowy zasięg. Przy tym początkowo samochód ładowano za pomocą mobilnej stacji ładującej.

W drugiej fazie zaplanowano równoległe badania z wariantem zasilanym z napowietrznej sieci trakcyjnej. Dlatego począwszy od tej fazy projektu eActrosa w dolinie Murga, 25-tonowe podwozie z pierwszej fazy zastąpić miała zaawansowana odmiana modelu w pełni elektrycznego w postaci ciągnika siodłowego. Korzystając

z naczepy, ten ciągnik eActros, dalej eksploatowany przez Logistik Schmitt, ma dostarczać podzespoły osi, pokonując 14-kilometrową trasę z magazynu w Ötigheim do fabryki Mercedes-Benz Gaggenau – trasa ta ma prowadzić głównie drogą B462 i w większości ma być taka sama, jak w przypadku projektu napowietrznej sieci trakcyjnej. Dlatego też specyfikacja tego ciągnika wraz z naczepą będzie porównywalna ze specyfikacją aut zasilanych z sieci trakcyjnej, ze względu m.in. na wyższy tonaż i zasięg. To równoległe testowanie eActrosa i egzemplarzy zasilanych z sieci potrwa około roku i dostarczy najważniejszych danych oraz ustaleń niezbędnych do porównania obu koncepcji. Sprawa odnosi się np. do tego, w jaki sposób i jak skompletowane pojazdy okażą się odpowiednie do wykonywania takich operacji.

W fazie ostatniej – trzeciej – oprócz tych równoległych jazd testowych w późniejszym terminie zaplanowano bezpośrednie porównanie eActrosa z innymi samochodami zasilanymi z napowietrznej sieci trakcyjnej. W ramach projektu eWayBW transport towarowy na drodze B462 w pobliżu Rastatt zostanie więc zelektryfikowany w celu sprawdzenia eksploatowanych wariantów z pantografem. Projekt obejmie również testy porównawcze akumulatorowo-elektrycznych eActrosów z pochodzącymi od innych wytwórców odmianami z pantografem i na ogniwa paliwowe. Na potrzeby tego porównania eActros będzie wykonywał to samo zadanie i przez określony czas jeździł po dokładnie tej samej trasie co wersje z pantografem. Uczestnicy chcą wykorzystać przejazdy na podobnych trasach, aby zebrać ważne dane i doświadczenia do zestawienia odpowiednich koncepcji pojazdów, np. w zakresie ich przydatności do eksploatacji. Dlatego podczas tego etapu projektu przez około jeden do dwóch tygodni ciągniki eActros z naczepami będą jeździć idealnie po trasie ciągników siodłowych zasilanych napowietrznie, tak aby dało się dokonać bezpośredniego porównania. Powyższe posłuży do zatwierdzenia drugiej fazy. Podczas tej bezpośredniej konfrontacji eActros, analogicznie jak ciągniki zaangażowane w projekt linii napowietrznych eWayBW, przemieści zwoje papieru na trasie o długości 18 km z papierni w Gernsbach-Obertsrot do magazynu logistycznego Fahrner w Kuppenheim.

We wszystkich przypadkach auta będą więc wykonywały dokładnie tę samą pracę, a kwestia będzie dotyczyć mierzenia szeroko rozumianej efektywności i łatwości eksploatacyjnej odmiennych rodzajów napędu idealnie w tych samych warunkach. Przy tym neutralny punkt wyjścia do zestawienia koncepcji dla w pełni elektrycznego Actrosa stanowi konwencjonalny Actros. Zaopatrzono go w standardowy silnik wysokoprężny spełniający normę emisji Euro 6 i wyposażono w urządzenia pomiarowe. Posłuży on do porównania rozwiązań i pojedzie wzdłuż trasy linii napowietrznej. Następnie będzie można porównać zużycie energii przez wydania elektryczne – akumulatorowo-elektryczne i sieciowe – zasilane z napowietrznej sieci z konsumpcją reprezentowaną przez odpowiedniki z silnikiem Diesla.

Flota innowacyjna eActros rozpoczęła próby we wrześniu 2018 roku. Do początku 2019 roku łącznie auta te pokonały ponad 30 000 km i trafiły do 20 klientów. Odebrali oni zarówno wersję 2-osiową o dopuszczalnej masie całkowitej 18 000 kg, jak

i 3-osiową o dopuszczalnej masie całkowitej 25 000 kg. Pojazdy te są eksploatowane w tzw. rutynowych operacjach, przez co sprawdza się ich rzeczywistą przydatność w codziennym użytku. Jednak, ze względu na ograniczenia techniczne i infrastrukturalne, wszyscy obecnie eksploatujący (stan na rok 2022) funkcjonują w dystrybucji na krótkich dystansach, używając eActrosy do zadań, które w przeciwnym razie byłyby wykonywane przez konwencjonalne wersje z wysokoprężnymi jednostkami napędowymi. Klienci ci pochodzą z różnych sektorów i kategorii oraz korzystają z różnych typów nadwozi. Serię testów można podzielić na dwie fazy, z których każda obejmuje 10 klientów i trwa łącznie około 2 lat. Niemniej Daimler podkreśla, że chociaż budowa niezbędnej infrastruktury wciąż trwa, eActros zaopatrzony w baterijny napęd elektryczny wykazuje się pełną mobilnością i elastycznością, wymagając jedynie minimalnego wsparcia – *de facto* nie potrzebuje niczego więcej poza stacją ładującą. Przy tym opracowanie i testowanie ciężkiego elektrycznego pojazdu ciężarowego w operacjach dystrybucyjnych o krótkim zasięgu w różnym stopniu w ramach projektu „Concept ELV” sponsorują niemieckie Federalne Ministerstwo Środowiska (BMUB) i Federalne Ministerstwo Spraw Gospodarczych oraz Energii (BMWi).

Wnioski z tych prób bezpośrednio wpłynęły na dalszy rozwój prototypu, zmierzający do dopracowania go pod kątem przejścia do poziomu pojazdu wytwarzanego seryjnie. Jak dotąd wykazano, że całkowicie elektryczny eActros okazał się dobrze przystosowany do zrównoważonego, ciężkiego transportu dystrybucyjnego. Pod względem dostępności i osiągnięć nie ustępuje konwencjonalnemu odpowiednikowi z silnikiem wysokoprężnym, a w pewnych aspektach, takich jak zasięg, moc napędu i bezpieczeństwo, eActros powstający seryjnie jest znacznie lepszy od prototypu.

W ramach drugiej fazy testów pod koniec 2020 i na początku 2021 roku eActros trafiał do kolejnych klientów. Pierwsze pojazdy z drugiej fazy testowej uczestniczyły w operacjach klientów w Holandii i w Lipsku. Potem dołączyli następni.

Planowane porównanie z klasycznymi samochodami ciężarowymi⁷³

Od lipca 2019 roku całkowicie elektryczny eActros udowodnił swoją wartość w szeroko zakrojonych testach terenowych w firmie Logistik Schmitt w północnym Schwarzwaldzie. Okazał się elastyczny w operacjach *just-in-time*, gdyż Logistik Schmitt musi dostarczać swoim klientom na czas. Jeśli pojazd napotkał zamknięte drogi, place budowy lub inne nieprzewidziane zdarzenia, musiał adaptacyjnie jeździć po trasach alternatywnych. Mógł to realizować dokładnie z napędem akumulatorowo-elektrycznym. W rezultacie na dodatkowej nowej trasie operator był też

⁷³ https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=49374108&ls=L3NIYXJJaHJlc3VsdC9zZWZyY2hyZXN1bHQueGh0bWw_c2VhcmNoU3RyaW5nPUxvZ2lzdGlrK1NjaG1pdHQmc2VhcmNoSWQ9MSZzZWZyY2hUeXBIPWRldGFpbGVkInJlc3VsdEluZm9UeXBISWQ9ND A2MjYmdmlld1R5cGU9bGlzdCZzb3J0RGVmaW5pdGlvbj1QVUJMSVNIRURfQVQtMiZ0aHVtY1NjYWxlSW5kZXg9MSZyb3dDb3VudHNJbmlleD01&rs=0

w stanie szybko skorzystać z tego samochodu, co istotne, w znacznie trudniejszych warunkach eksploatacji. Do ładowania akumulatorów da się nadal wykorzystywać istniejącą infrastrukturę. W rzeczywistości eActros wymagał tylko jednej stacji ładującej. Poza tym był w pełni zintegrowany z flotą użytkownika. Do jego głównych zalet należą cicha praca, wygodna jazda, dostępność pełnego momentu obrotowego przez cały czas oraz odzyskiwanie energii poprzez rekuperację.

Przez półtora roku samochód przejechał łącznie około 50 000 km, w trakcie około 5000 kursów przewożąc ponad 100 000 jednostek ładunkowych. W ten sposób przetransportował około 30 000 t ładunku, okazując się odpowiednim rozwiązaniem. Działanie eActrosa w Logistik Schmitt dowiodło zatem, że typ akumulatorowo-elektryczny może wykonywać te same zadania co konwencjonalny model z silnikiem wysokoprężnym.

W wyniku tych pozytywnych doświadczeń od stycznia 2021 roku Logistik Schmitt korzysta także z eActrosa na wymagającej nowej trasie wzdłuż głównej drogi B462, która w dużej mierze odpowiada planowanej trasie trakcyjnej eWayBW. Tym samym Mercedes-Benz Trucks już działa na tym obszarze dzięki jazdom eActrosa na tej trasie przy B462, a próba ta pomoże w walidacji równoległych jazd testowych. Początkowo eActros miał rozpocząć jazdy tą trasą dopiero w połowie 2021 roku, kiedy miał być wykorzystany do tego celu bardziej rozwinięty wariant tego elektrycznego auta. Jednak dzięki wskazanym pozytywnym doświadczeniom samochód ten zaczął się poruszać po przyszłej trakcyjnej drodze przewozu wcześniej niż planowano. Ekspersi Mercedes-Benz chcieli bowiem skorzystać z okazji, aby także tutaj szczegółowo sprawdzić prototyp. Ponieważ eActrosa zasilają wyłącznie baterie, w krótkim czasie system napędu akumulatorowego można bardzo elastycznie dopasować do zmian trasy. Każdego dnia trzeba pokonywać od 250 do 300 km – o ponad 100 km więcej niż wcześniej. Podczas gdy na poprzedniej trasie eActros przeważnie przewoził ładunek o masie około 4000 kg, na nowej zwykle przewozi znacznie cięższy ładunek. Działanie eActrosa na nowej trasie stanowi pierwszy krok w kierunku porównania koncepcji z eWayBW. Przy tym udoskonalony eActros, bliższy kompletacji seryjnej, został dostarczony do Logistik Schmitt latem 2021 roku. Projekt testowy obejmuje późniejsze porównanie koncepcji z autami z eWayBW.

W rezultacie, oprócz odbywających się od 2019 roku przejazdów między centrum logistycznym Logistik Schmitt w Ötigheim a zakładem Rastatt i fabryką Mercedes-Benz w Gaggenau, eActros zaczął jeździć wzdłuż drogi B462 z Ötigheim do fabryki Mercedes-Benz w Gaggenau. Na tej nowej trasie Logistik Schmitt korzysta z eActrosa zamiast z konwencjonalnej wersji z silnikiem Diesla. Każdego dnia eActros pokonuje 6 tras 14-kilometrowych do Rastatt i 6 tras 28-kilometrowych do Gaggenau, a tym samym w trybie trzyzmianowym nadal wykonuje 12 przejazdów. Faktycznie dziennie pokonuje nawet 300 km, częściowo z powodu jazd na teren firmy. Pomiędzy trasami ładowanie jest realizowane w mobilnej stacji ładującej. Proces ten odbywa się w trakcie załadunku i rozładunku na terenie Logistik Schmitt. Podczas jazd do Rastatt eActros transportuje obudowy przekładni, a do Gaggenau

– komponenty osi. Latem 2021 roku ulepszony niemal seryjnie eActros zastąpił istniejący pojazd. Zasięg prototypu na jednym ładowaniu akumulatorów wynosił około 200 km, a nowe auto znacznie go przekroczyło.

Na tę chwilę akumulatory i wodorowe ogniwa paliwowe odpowiednio obejmują każdy przypadek użycia przez klienta, umożliwiając mu bardzo elastyczną obsługę w odniesieniu do tras każdego z przypadków użycia. W swoich działaniach rozwojowych koncern koncentruje się na tych dwóch całkowicie elektrycznych technologiach napędowych, lokalnie neutralnych pod względem emisji CO₂: tzn. akumulatorach i wodorowych ogniwach paliwowych. Testy drogowe eActrosa wykazały, że wersja akumulatorowo-elektryczna jest dobrze przystosowana do ciężkiej dystrybucji miejskiej. W przypadku zastosowań wymagających większych zasięgów i obciążeń do portfolio wyrobów seryjnych wprowadzanych w 2024 roku firma planuje włączyć eActrosa LongHaul, też będące wydaniem czysto akumulatorowym. Do jeszcze bardziej wymagających zastosowań w drugiej połowie tej dekady do asortymentu mają zaś dojść seryjnie produkowane ciągniki siodłowe do przewozów na dalekich trasach, wyposażone w wodorowe układy napędowe z ogniwami paliwowymi.

Einride⁷⁴

Po rozpoczęciu w październiku 2021 roku w zakładzie w Wörth am Rhein produkcji eActrosa z akumulatorowym napędem elektrycznym Mercedes-Benz Trucks otrzymał pierwsze duże zamówienie na ponad 120 sztuk tego modelu. To jedno z największych złożonych dotychczas w Europie zamówień na pojazdy elektryczne do ciężkiego transportu dystrybucyjnego o neutralnym bilansie emisji CO₂ – tzn. lokalnie neutralne pod względem emisji CO₂. Einride – szwedzka firma technologiczna z branży transportowej, wiodący dostawca rozwiązań w zakresie zdigitalizowanego, elektrycznego i autonomicznego transportu – zapewnia klientom na kluczowych rynkach europejskich wsparcie w zakresie elektryfikacji. Dlatego planuje uruchomić dla tych klientów flotę składającą się z typów eActros 300 i eActros 400. Dostawy mają się zacząć od połowy 2022 roku. Zarazem ta współpraca w dziedzinie elektromobilności umożliwia wypracowanie wspólnych rozwiązań na miarę nowej ery zelektryfikowanego drogowego transportu towarowego. Na tym etapie Mercedes-Benz stawia sobie cel, że do roku 2030 w Europie ponad połowa nowych pojazdów podmiotu będzie zelektryfikowana. Tak duże zamówienie dowodzi, że eActros stanowi właściwą propozycję i zarazem narzędzie na drodze do całkowitej dekarbonizacji branży transportowej. Jak dotychczas włączono ten samochód w system zindywidualizowanych usług związanych z elektromobilnością. W tym celu odpo-

⁷⁴ https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=51853551&ls=L3N1YXJjaHJlc3VsdC9zZWZyY2hyZXN1bHQeGh0bWw_c2VhemNoVHlwZT1mbGV4JnNlYXJjaFN0cmluZz1OTVNiRmxleFNlYXJjaF9DdXJyZW50TmV3cyZyZXN1bHRJbmvVHlwZUlKPTQwNjI2JmZsZXhJbmZvVHlwZXM9NDA2MjYlMkM0MDYzMA!!&rs=2

wiednio wcześniej intensywnie koncern przygotowywał w Europie swoją autoryzowaną sieć serwisową – głównie po to, aby móc w pełni obsługiwać także większe floty aut elektrycznych. Einride zaś kontynuuje rozbudowę swojej globalnej floty skomunikowanych sieciowo pojazdów elektrycznych. Z tego względu za kluczowe uważa połączenie własnych rozwiązań software'owych z maksymalnie zaawansowaną techniką. Łącząc prace nad rozwojem produktów, ma zamiar nadal z sukcesami przyspieszać elektryfikację branży.

Co ważne, szwedzka firma otrzyma już nowe wydanie seryjnego eActrosa, o zasięgu zwiększonym do nawet 400 km. Akumulatory tej wersji składają się bowiem z trzech (eActros 300) lub czterech (eActros 400) modułów bateryjnych, każdy o zainstalowanej pojemności 112 kWh⁷⁵ i pojemności użytkowej około 97 kWh⁷⁶. eActros 400, wyposażony w 4 pakiety akumulatorowe, ma zasięg do 400 km⁷⁷. Napęd zapewnia specjalna jednostka napędowa – sztywna oś elektryczna z dwoma zintegrowanymi silnikami elektrycznymi i dwustopniową skrzynią biegów. Oba chłodzone cieczą silniki generują moce – ciągną 330 kW oraz maksymalną 400 kW. Ponadto, stosując przewidujący styl jazdy, można odzyskiwać energię elektryczną poprzez rekuperację. Energia wytworzona w ten sposób podczas hamowania trafia z powrotem do akumulatorów, a następnie może być ponownie spożytkowana do napędu auta. eActrosa można ładować prądem o mocy do 160 kW – po podłączeniu do zwykłego terminalu szybkiego ładowania prądem stałym o natężeniu 400 A ładowanie jego 3 pakietów akumulatorowych z poziomu 20 do 80% zajmuje nieco ponad godzinę⁷⁸. Co więcej, wariant ten dorównuje tradycyjnym Actrosom pod względem ładowności.

REMONDIS w Kolonii⁷⁹

Od momentu rozpoczęcia produkcji serii eActros w październiku 2021 roku Mercedes-Benz Trucks sukcesywnie rozszerza zakres zastosowań tej e-ciężarówki do ciężkiej dystrybucji. Akumulatorowy model skonfigurowany jako pojazd do zbiórki odpadów od kwietnia 2022 roku eksploatuje zakład utylizacji odpadów REMONDIS. W tym celu pojazd wyposażono w sterowany wyłącznie elektrycznie system bębna

⁷⁵ Pojemność znamionowa nowego akumulatora na podstawie zdefiniowanych wewnętrznie warunków ramowych; może się ona różnić w zależności od zastosowania i warunków otoczenia.

⁷⁶ Energia użyteczna do zwykłej eksploatacji samochodu ciężarowego z nowymi akumulatorami. Określona na podstawie zdefiniowanych wewnętrznie warunków ramowych; może się różnić w zależności od zastosowania i warunków otoczenia.

⁷⁷ Zasięg pojazdu został określony wewnętrznie w optymalnych warunkach, przy wykorzystaniu m.in. 4 pakietów akumulatorowych po przeprowadzeniu wstępnego kondycjonowania w częściowo obciążonym pojeździe do transportu dystrybucyjnego bez przyczepy, w temperaturze zewnętrznej 20°C.

⁷⁸ W oparciu o wewnętrznie określone parametry empiryczne, uzyskane w optymalnych warunkach, w tym w temperaturze otoczenia 20°C.

⁷⁹ https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=51928607&ls=L3N1YXJjaHJlc3VsdC9zZWYy2hyZXN1bHQeGh0bWw_c2VhcmNoVHlwZT1mbGV4JnN1YXJjaFN0cmVzZz1OTVNiRmxleFN1YXJjaF9DdXJyZW50TmV3cyZyZXN1bHRJbWZvVHlwZUlKPTQwNjI2JmZsZShJbWZvVHlwZXM9NDA2MjYlMkM0MDYzMA!!&rs=0

obrotowego firmy FAUN. Tak zwany FAUN ROTOPRESS ma pojemność 21 m³ i jest wyjątkowo łatwy w utrzymaniu. REMONDIS wykorzystuje eActrosa w centrum Kolonii do utylizacji odpadów dla klientów komercyjnych. Zaplanowano też zbiórkę odpadów komunalnych w Nadrenii.

4.2.8. Zestawy klasy EC-LHV i HCV-HCT a paliwa alternatywne i alternatywne zespoły napędowe⁸⁰

Od połowy drugiej dekady tego stulecia, wraz z pojawieniem się odpowiednio mocnych silników, w zestawach klasy EC-LHV/LZV, czyli o długości do 25,25 m i dopuszczalnej masie całkowitej do 60 000-64 000 kg, z powodzeniem w codziennej eksploatacji mogą być już stosowane paliwa gazowe. Trwają też zaawansowane próby i początkowa *de facto* próbna eksploatacja wariantów z systemami napędowymi hybrydowymi oraz w pełni elektrycznymi.

Wprowadzanie gazu jako paliwa

Przyjmując, mimo zgłaszania pewnych istotnych zastrzeżeń, że gaz ziemny zalicza się jednak do paliw kompleksowo bardziej proekologicznych niż olej napędowy i w związku z tym jego stosowanie w drogowym transporcie towarowym przekłada się na określone korzyści prośrodowiskowe, można zauważyć, że wdrożenie LNG w zestawach LHV/LZV oznacza jeszcze:

- niższe jednostkowe koszty przemieszczania,
- zredukowane przeliczeniowe zużycie paliwa, w tym przy uwzględnieniu wykonanej pracy przewozowej,
- ograniczoną emisję substancji szkodliwych w przeliczeniu na przemieszczoną jednostkę ładunku i ogólnie wykonaną pracę przewozową.

Jednym z krajów, w którym przewoźnicy coraz częściej wprowadzają do eksploatacji wydłużone zestawy o podwyższonej dopuszczalnej masie całkowitej – LHV/LHZ, z samochodami z silnikami zasilanymi paliwem gazowym, jest Holandia. Zestawy tego rodzaju z gazowymi autami są tam już używane przez stale się zwiększające grono podmiotów, w ramach prac wykonywanych zarówno na terenie samej Holandii, jak i w ruchu międzynarodowym, w tym do Skandynawii.

W grupie takich firm, które do obsługi zestawów LZV EcoCombi nabyły wersję gazową, jest De Winter Logistics z Honselersdijk⁸¹. W 2019 roku wprowadził on do eksploatacji Volvo FH 460 LNG 6×2 z wózkiem i przyczepą. Zestaw LHV służy

⁸⁰ Porównaj J. Brach, *Ekonomiczne i technologiczne aspekty zastosowania megadługich i ciężkich zestawów drogowych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2021, s. 155-169.

⁸¹ <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2019/apr/volvo-fh-lng-ecocombi-voor-de-winter-logistics.html>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Volvo-FH-LNG-w-niderlandzkich-zestawach-LZV-ecocombi-Cz-1,41093,1>

do klimatyzowanego – w kontrolowanych temperaturach – transportu produktów z sektora kwaciarskiego między różnymi lokalizacjami w Holandii i w Niemczech. W tym modelu biznesowym De Winter Logistics działa jako swoisty łącznik między hodowcami, aukcjami i eksporterami. Zapewnia, że produkty kwiatowe docierają do klientów w kraju i za granicą. Odbywa się to z sześciu lokalizacji w północnej i południowej Holandii oraz z jednej w Niemczech. Wydłużony zestaw EcoCombi z Volvo FH460 LNG 6×2 służy do transportu między oddziałami w Holandii i w Niemczech. Dziennie pokonuje on blisko 1000 km. Punktem wyjścia działania przedsiębiorstwa jest jak najbardziej zrównoważony rozwój. Dlatego zdecydowano się na odmianę zasilaną LNG: zrównoważone rozwiązanie do transportu jak największej ilości towarów z wymiany przy możliwie najniższym śladzie CO₂. Ogólnie udało się zmniejszyć emisję CO₂ nawet o 40% wskutek połączenia LNG i LHV. EcoCombi jeździ na dziennej i nocnej zmianie, a następnie dwukrotnie jedzie do Niemiec. Dzięki jego długości 25,25 m podmiot może dziennie zrezygnować z jazdy jednego zespołu. Zarazem obsługiwany segment rynku ostatnio bardzo się zmienia. W przeszłości produkty od hodowcy trafiały na giełdę, gdzie były sprzedawane na aukcjach. Na początku drugiej dekady tego wieku wytwórcy coraz częściej sprzedają je bezpośrednio eksporterom. Oznacza to również, że transport stał się znacznie bardziej skomplikowany, a czynnik czasu odgrywa jeszcze większą rolę. De Winter podkreśla też, że sieć stacji tankowania LNG się rozrasta, co ułatwia i zwiększa atrakcyjność prowadzenia pojazdów zasilanych tym paliwem. Dodatkową zaletę stanowi to, że w Niemczech za samochody LNG nie trzeba uiszczać opłaty Maut. De Winter Logistics na codziennej trasie ma dwie blisko położone stacje paliw LNG: w Den Hoorn i Venlo. Te punkty tankowania są własnością PitPoint LNG – międzynarodowego dostawcy czystych paliw. W dodatku już od pewnego czasu obie firmy współpracują ze sobą. Jeszcze kilka lat temu De Winter Logistics zarządzał mobilną stacją paliw LNG.

Kolejną holenderską firmą transportową eksploatującą zestawy LZV/LHV, która nabyła do nich gazowe Volvo – w 2020 roku typ FH42T LNG, jest Dekker Chrysanten⁸². Ten hodowca, propagator i specjalista od chryzantem to globalny gracz w segmencie upraw i sprzedaży tych kolorowych kwiatów. Ma reprezentację na kilku kontynentach z własnymi oddziałami. Większość upraw znajduje się jednak w Holandii. Aby móc dostarczać plantatorom świeże sadzonki z siedziby głównej w północnej Holandii, niemal przez całą dobę jeździ 6 aut Dekker Chrysanten. Dokładnie podmiot ma 6 aut, 12 naczep i 14 kierowców. Z tego dwa auta wchodzi w skład zestawów klasy LHV. Dzięki temu mogą przewozić więcej palet blokowych. W rezultacie dwie takie kombinacje odpowiadają trzem tradycyjnym. Działanie to wpisuje się

⁸² <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2019/jun/nu-ook-lng-en-lzv-combinatie-voor-dekker-chrysanten.html>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Volvo-FH-LNG-w-niderlandzkich-zestawach-LZV-ecocombi-Cz-2,41094,1>, <https://www.vanecktrailers.com/en/van-eck-delivers-b-double-lhv-to-dekker-chrysanten/>

w dążenie do zrównoważonego rozwoju. Swoje zestawy LHV Dekker Chrysanten wykorzystuje tylko w Holandii, na jazdy do miejsc takich jak Westland, Bommelerwaard i Limburgia.

Dekker Chrysanten oczekuje, że połączenie dodatkowych palet i bardziej ekonomicznego paliwa powinno doprowadzić do znacznej redukcji emisji. LHV o długości 25,25 m za jednym razem może bowiem przewieźć 40-42 palety lub ćwierć miliona sadzonek chryzantem. Tymczasem w normalnym zestawie na jednym poziomie mieści się od 26 do 34-36 palet. Na tej podstawie obliczono, że – ze względu na te większe jednorazowe zdolności przewozowe – rocznie samochody firmy będą mogły pokonać nawet o 120 000 km mniej. Ta oszczędność na pokonanym dystansie automatycznie przełoży się na ograniczenie:

- sumarycznego zużycia paliwa,
- bezpośrednio powiązanej z niższym zużyciem paliwa zredukowanej emisji substancji szkodliwych,
- wydatków na pensje i ogólnie koszty osobowe utrzymania kierowców,
- wydatków na tabor, w tym szczególnie przeglądy i naprawy aut,
- liczby aut koniecznych do wykonania tej samej pracy przewozowej, co zmniejsza obciążenie leasingowe/za wynajem z tego tytułu;
- wydatków na materiały eksploatacyjne podlegające normalnemu zużyciu, takie jak ogumienie, oleje czy smary,
- ruchu na drogach i tym samym kongestii.

Zastosowanie LNG jako paliwa przyczynia się też do zmniejszenia emisji. Kształtuje się ona nawet na poziomie o 20% niższym w porównaniu z konwencjonalnymi odpowiednikami z silnikiem Diesla. Pozostaje to zgodne z celem UE, chcącej od 2025 roku o 15% zredukować średnie emisje z transportu ciężkimi pojazdami, szczególnie że ruch drogowy w Europie odpowiada za prawie 5% całkowitej emisji gazów cieplarnianych na naszym kontynencie. Tym sposobem Dekker chce jeszcze bardziej zmniejszyć wpływ swojej działalności transportowej na środowisko. Docelowo zamierza wprowadzić więcej LHV z samochodami na LNG. Dodatkową zaletą jest to, że są one wygodniejsze dla kierowcy i mogą oszczędnie korzystać z tego gazu. W ten sposób firma czyni swoją działalność transportową w Holandii bardziej zrównoważoną. Ponadto w siedzibie głównej Dekker Chrysanten kogeneracja jest już wykorzystywana do uprawy kwiatów, zaspokajając własne zapotrzebowanie na energię.

Wraz z otwarciem w parku biznesowym Boekelermeer niedaleko Alkmaar nowej stacji paliw NXT dostawcy paliwa GP Groot, Dekker Chrysanten ma możliwość tankowania blisko swojej siedziby. GP Groot obsługuje 52 stacje paliw. W jego przypadku LNG – jako paliwo kopalne – jest wytwarzany m.in. z gazu ziemnego pochodzącego z Kataru i z Norwegii. Dlatego GP Groot postrzega LNG jedynie jako paliwo przejściowe do bio-LNG, powstającego z osadów ściekowych, gazu wysypiskowego, obornika i odpadów organicznych.

Gazowe Volvo FH42T LNG dla Dekker Chrysanten mają silnik o mocy maksymalnej 460 KM i zbiorniki gazu o pojemności 205 kg, co wystarcza na pokonanie zestawem średnio do 1000 km. LVS Trucks, od 1995 roku dostawca taboru dla Dekker Chrysanten, twierdzi też, że pod względem wydajności jazdy nie występuje różnica w porównaniu z wersją z silnikiem wysokoprężnym. Poza tym bardzo zbliżone są niezawodność i okresy konserwacji. Ponadto wersje zasilane LNG są cichsze na drodze. Jednocześnie kierowcy Dekker Chrysanten przechodzą specjalne szkolenie z zakresu tankowania LNG.

Kolejny holenderski przewoźnik to Heyer Blomstergrossisten B.V. z Rijnsburga⁸³, będący wiodącym eksporterem kwiatów i roślin bezpośrednio do kwiaciarni, ze Szwecją i Finlandią jako głównymi rynkami zbytu. Klienci są obsługiwani cotygodniowo pod drzwiami kwiaciarni, a dostawy odbywają się od razu po zakupie za pośrednictwem sklepu internetowego. Firma Heyer została założona w 1995 roku w Rijnsburgu i stała się głównym graczem w swoim segmencie rynku.

W 2020 roku Heyer Blomstergrossisten B.V. wprowadził do użytku 3-osiowe podwozie Volvo FH 460 LNG w układzie napędowym 6×2, z silnikiem o mocy 460 KM. Wchodzi ono w skład zestawu ekokombi (LHV) z zabudową furgonową z bocznymi drzwiami i schodami do bezpośredniej sprzedaży z nadwozia, przeznaczonego do transportu do kwiaciarni w Skandynawii własnych kwiatów i roślin. Szczególnie redukcja emisji CO₂, którą można osiągnąć dzięki LNG w połączeniu z wdrożeniem zespołów LHV, stanowiła powód tego, że Heyer wybrał właśnie to zrównoważone, ekologiczne i wydajne rozwiązanie. Samochód skompletowano dla kierowcy liniowego.

Heyer szybko podjął decyzję, aby stać się bardziej zrównoważonym i jednocześnie wydajnym. Jeździ bowiem do Skandynawii – obszaru, w którym zrównoważony rozwój odgrywa ważną rolę w życiu codziennym. Klienci oczekują więc od niego wyboru najbardziej zrównoważonej dostępnej opcji transportu kwiatów i roślin. Spodziewają się zatem, że dzięki LNG będzie w stanie osiągnąć znaczną redukcję emisji CO₂. Pozostaje to zgodne z jego dążeniem do prowadzenia biznesu w sposób odpowiedzialny społecznie. Tym bardziej, że połączenie LNG i LHV staje się jeszcze bardziej interesujące. W ten sposób podczas jednej jazdy można zabrać więcej ładunku, a tym samym przewieźć więcej, ale emitować mniej CO₂. Niemniej, aby zintegrować jazdę LNG i LHV z codziennym doświadczeniem, cały zespół Heyer przeszedł szkolenie prowadzone przez dealera Volvo Trucks – VGTC. Wdrożenie wymagało niezbędnego przygotowania, przeszkolenia i planowania.

Znamienne pozostaje, że w większości tych przypadków podwozia gazowe są wprowadzane do tych zestawów klasy LHV-LZV, w których krytyczny czyn-

⁸³ <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/april/heyer-blomstergrossisten-gaat-voor-extra-duurzaam-en-efficient-met-volvo-fh-lng-en-lzv.html>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Heyer-Blomstergrossisten-stawia-na-ekologiczne-i-wydajne-3-osiowe-podwozie-Volvo-FH-LNG-tworzace-zestaw-klasy-LHV-LZV,43782,1>

nik spożytkowania zdolności przewozowych stanowi nie masa ładunku, lecz jego objętość. Wskazani operatorzy przemieszczają mianowicie głównie ładunki lekkie, takie jak rośliny. Tym samym masa ładunku nawet w tym wydłużonym zestawie wynosi zazwyczaj kilkanaście ton. W takich sytuacjach, ze względu na swoją niższą gęstość energetyczną niż w przypadku oleju napędowego, napęd gazowy wykazuje uzasadnienie nie tylko ekologiczne, ale i biznesowe, gdyż zużycie gazu, zarówno w układzie względnym, jak i bezwzględnym, zalicza się do niskich. Do tego zestawu te jeżdżą zazwyczaj po drogach płaskich, generalnie w mniej wymagających warunkach topograficznych. Gdyby masa ładunku dla takiego zestawu przekraczała 30 000-35000 kg i/czy zaistniałaby konieczność przejazdu przez obszary górzyste i górskie, mogłoby się zatem okazać, że – pomijając względy czysto środowiskowe – z powodu znacznego wzrostu zużycia gazu bardziej opłacalne byłoby wykorzystanie wariantów zasilanych olejem napędowym.

Poza Holandią gazowe samochody w dłuższych i cięższych zestawach są eksploatowane m.in. w Finlandii i Szwecji⁸⁴. Fiński przewoźnik Transport Harri Mikkoła użytkuje zestaw składający się z 3-osiowej Scanii G 410 oraz przyczepy. Wykorzystuje w nim najnowszą technologię minimalizującą emisję dwutlenku węgla przy jednoczesnym zapewnieniu niezawodnych dostaw żywności. Oprócz przejścia na wersję zasilaną skroplonym biogazem, Transport Harri Mikkola zainstalował bowiem w podwoziu hybrydowy system kontroli temperatury. Tradycyjnie systemy te są zasilane olejem napędowym, a ponieważ to hybryda, nadal jest możliwa praca tego systemu, gdy silnik nie może pracować na biegu jałowym, np. podczas postoju auta w terminalach.

Od września 2020 roku taki 25-metrowy zestaw z przyczepą obsługuje sieć detalicznych sklepów spożywczych należących do niemieckiego koncernu Lidl. To pierwszy w Finlandii hybrydowy system kontroli temperatury w pojeździe. Gdy silnik pracuje, system jest zasilany z generatora zainstalowanego przy silniku, co oznacza, że działa na prąd. Doświadczenia uzyskane po pierwszych miesiącach są dobre. Samochód jest cichy i przyjazny dla kierowcy, a koszty paliwa są niższe niż w przypadku konwencjonalnego silnika wysokoprężnego. Zmniejszyło się również zużycie paliwa przez układ kontroli temperatury. Wcześniej wymagało to około dwóch litrów na godzinę, potem zużycie zostało zredukowane o co najmniej jeden litr. Natomiast z punktu widzenia Lidl Suomi celem jest, aby do 2025 roku co najmniej 20% przewozów było wykonywane przez pojazdy zasilane paliwami niskoemisyjnymi. W nadchodzących latach podmiot zamierza więc dodać więcej pojazdów zasilanych gazem.

⁸⁴ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scania-liquefied-gas-truck-with-hybrid-temperature-control-system-cuts-emissions.html>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Ciezarowka-Scania-na-gaz-plynnzy-z-hybydowym-systemem-kontroli-temperatury-ogranicza-emisje,43110,1>

Tę samą trasę dostawy, którą wcześniej pokonywano modelem z silnikiem wysokoprężnym o mocy 500 KM, obsługuje zasilana gazem Scania G 410, tworząca zestawy o masie całkowitej od 40 000 do 60 000 kg. To wystarczy i pokazuje, że należy wybrać odpowiednią moc znamionową do zadania transportowego. Poza tym Transport Harri Mikkola monitoruje operacje za pośrednictwem systemu Scania Fleet Management. W ciągu jednego dnia auto przejeżdża 400 km, więc jest tankowane co drugi dzień. Zwykle w zbiorniku pozostaje jeszcze 20% paliwa. Trochę obawiano się wcześniejszego tankowania, ale kwestia ta – jak się ostatecznie okazało – nie stała się istotnym problemem.

Firma, specjalizując się w transporcie żywności, utrzymuje wysoki współczynnik spożytkowania przestrzeni ładunkowej dzięki wprowadzeniu przegród przedziałowych. W rezultacie podczas tej samej jazdy pojazdy są w stanie zabrać do 4 grup/rodzajów żywności wymagających różnych temperatur. Dostawa może zatem jednocześnie obejmować zarówno mrożonki, jak i owoce oraz warzywa przewożone w temperaturze +14°C.

W Szwecji z kolei Scania R 410 na biogaz obsługuje kontenery do recyklingu puszek i plastikowych butelek⁸⁵. W 2019 roku Returpack, który obsługuje szwedzkie systemy kaucji dla nadających się do recyklingu puszek metalowych i butelek PET, pomógł ograniczyć emisję dwutlenku węgla o 180 000 ton. Oczywiście Returpack chce, aby zdeponowane kontenery były wysyłane w sposób jak najbardziej przyjazny dla klimatu. Dlatego pracujący dla niego przewoźnik Långås Åkeri eksploatuje swoją Scanię R 410 na odnawialnym skroplonym biogazie. Långås odbiera skompresowane pojemniki z magazynów Returpack w zachodniej Szwecji w celu transportu do zakładu w Norrköping, położonego 160 km na południe od Sztokholmu. Zestaw przyczepowy o długości 25 m jest wypełniony wieloma tysiącami pustych puszek i butelek, które są sortowane, a następnie sprzedawane w celu recyklingu i potem przerobu na nowe butelki i puszki.

Pojazd napędza silnik o mocy maksymalnej 410 KM, co w tym przypadku nie zawsze wystarcza. Moc jest więcej niż niezbędna dla 10-, 12-tonowych kontenerów ze skompresowanym ładunkiem, tym bardziej, że ładunki wracające z Norrköping mogą ważyć więcej. Poza tym podmiot notuje jeszcze niższe zużycie biogazu niż w przypadku wysokoprężnej Scanii R 520, znanej z niskiego zużycia paliwa. Auto jest codziennie napełniane w Norrköping, a w Szwecji istnieją ambitne plany rozbudowy sieci stacji tankowania skroplonego biogazu.

Samochód Långås zasilany gazem przyczynia się do zmniejszenia negatywnego wpływu na klimat. Ich dwa inne auta, także jeżdżące dla Returpack, działają z kolei na niskoemisyjnym biopaliwie HVO.

⁸⁵ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/a-scania-r-410-drives-recyclable-containers-on-biogas.html>

Elektryfikacja

Od początku trzeciej dekady tego stulecia trwają coraz bardziej zaawansowane prace nad elektryfikacją nie tylko ciężkich pojazdów wykorzystywanych w ruchu lokalnym i regionalnym, ale także bardzo ciężkich zespołów drogowych klasy EC-LHV a nawet HCT/HCV-SEC, czyli o masie całkowitej z przedziału 44 000/48 000-60 000/64 000 kg, co jeszcze kilka lat wcześniej wydawało się niezwykle mało prawdopodobne⁸⁶. Co więcej, ta na razie dokonywana na poziomie próbnym komercjalizacja dotyczy aż kilku rodzajów przewozów, w tym: w obsłudze sektora KEP, general cargo, żywności i ładunków niebezpiecznych, budowlanego/wydobywczego oraz leśnego. Niemniej uzyskiwany zasięg pozostaje wciąż limitowany.

Przewozy w obsłudze sektora logistycznego – w segmencie kurierskim KEP

W 2021 roku⁸⁷ DHL Freight – jedna z czołowych firm świadczących usługi przewozowe w Europie – oraz Volvo Trucks połączyły siły w celu przyspieszenia procesu przechodzenia na realizowany na średnich dystansach przewóz drogowy wolny od paliw kopalnych. Ta współpraca, ukierunkowana na szybsze wprowadzenie w europejskim transporcie regionalnym elektrycznych samochodów o dużej ładowności, stanowi kolejny ważny krok we wdrażaniu rozwiązań transportowych neutralnych dla klimatu.

Jak dotąd głównym obszarem zastosowań modeli elektrycznych pozostaje przewóz na mniejsze odległości w obrębie miast oraz aglomeracji. DHL Freight i Volvo Trucks uruchomiły zaś przedsięwzięcie koncentrujące się na transporcie cięższych ładunków na dłuższych dystansach. Przedmiot tej współpracy stanowi jedyny w swoim rodzaju, pierwszy na świecie pilotażowy projekt wykorzystania w pełni elektrycznego Volvo FH, tworzącego zestaw o maksymalnej dopuszczalnej masie całkowitej 60 000 kg. Począwszy od marca 2021 roku, pojazd taki kursuje pomiędzy dwoma terminalami magazynowymi DHL Freight. Trasa przejazdu łączy dwa szwedzkie miasta – Göteborg i Jönköping, a jej długość to około 150 km w każdą stronę. Akumulatory są ładowane w bazie DHL w Jönköping oraz w Volvo Truck Center w Göteborgu.

⁸⁶ W możliwą elektryfikację bardzo ciężkich zestawów jeszcze kilka lat temu powątpiewali m.in. autorzy fińscy – H. Liimatainen, M. Pöllänen, L. Nykänen, *Impacts of increasing maximum truck weight – case Finland*, <https://etr.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s12544-020-00403-z.pdf>

⁸⁷ <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2021/feb/dhl-freight-and-volvo-trucks-join-forces-to-speed-up-transition.html>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/DHL-Freight-i-Volvo-Trucks-lacza-sily-w-celu-przyspieszenia-procesu-przechodzenia-na-dlugodystansowy-transport-drogowy-wolny-od-paliw-kopalnych,43327,1>; <https://www.volvotrucks.pl/pl-pl/news/press-releases/2021/feb/dhl-freight-and-volvo-trucks-join-forces-to-speed-up-transition.html>; <https://www.dhl.com/se-sv/home/press/pressarkiv/2021/dhl-freight-och-volvo-lastvagnar-satsar-gemensamt-pa-fossilfri-vaegtransport-foer-laengre-straecckor.html>

DHL Freight⁸⁸ ma rosnącą liczbę jeżdżących po Szwecji elektrycznych samochodów ciężarowych, od lekkich po ciężkie. Do tej pory warianty takie pokonywały głównie krótsze dystanse w miastach i obszarach metropolitalnych. Wprowadzając zelektryfikowany zestaw LHV, podmiot chce pokazać, że naprawdę elektrycznym taborom klasy tonażowej ciężkiej można pokonywać dłuższe dystanse – wykonując dokładnie tę samą pracę co odpowiednik z silnikiem Diesla.

DHL razem z Volvo Trucks aktywnie działa na rzecz redukcji własnego oddziaływania na środowisko naturalne, a zrównoważony rozwój należy do integralnych elementów strategii tej firmy. Cel polega na zredukowaniu do zera wszelkich emisji związanych z logistyką i w jego realizacji są już istotne osiągnięcia: w porównaniu z poziomem z 2007 roku efektywność DHL pod względem emisji CO₂ wzrosła o 35%. Jednak, aby można było kontynuować te działania, potrzebne są innowacyjne rozwiązania techniczne i solidni partnerzy. Dlatego bliska współpraca z Volvo Trucks ma pomóc w osiągnięciu tych ambitnych proekologicznych celów w sektorze transportu drogowego. Przy tym podczas prób Volvo i DHL zdobędą cenne doświadczenie oraz wiedzę w kwestii konfiguracji i użytkowania niezbędnej infrastruktury ładowania akumulatorów. Pozyskane dane pomogą wypracować właściwą równowagę pomiędzy długością trasy, masą ładunku i rozłokowaniem punktów ładowania w codziennych operacjach transportowych.

W tym koniecznym przechodzeniu na transport wolny od paliw kopalnych Volvo Trucks stara się zapewnić, by elektryfikacja postępowała możliwie sprawnie i bez zakłóceń. Bierze więc pod uwagę każdy aspekt elektrycznego ekosystemu, m.in. ładowanie akumulatorów, planowanie tras, konfigurację aut, obsługę serwisową i inne potrzebne wsparcie. Branża transportowa szybko się mianowicie zmienia i dla wielu przewoźników możliwość osiągnięcia równowagi ekologicznej stanowi istotną zaletę. Dlatego producenci oferują efektywne rozwiązania transportowe umożliwiające szybsze odchodzenie od paliw kopalnych na rzecz np. elektryczności. Z DHL Volvo współpracuje od dawna. Ich rozległa wiedza w dziedzinie logistyki w skali globalnej pozwala Volvo analizować warunki osiągnięcia postępów w tej transformacji technologicznej, dostosowywania jej do potrzeb i specyfiki działalności klientów.

DHL Freight aktywnie realizuje różnorodne projekty technologiczne w obszarach zrównoważonego rozwoju i odchodzenia od paliw kopalnych. W Szwecji wdrożyło specjalny, proekologiczny program dostarczania przesyłek. Klienci korzystający z tego programu uiszczają dodatkową stałą opłatę za każdą wyekspediowaną paczkę lub paletę, a wygenerowany w ten sposób przychód jest w całości inwestowany w ramach szwedzkiej sieci dostaw. W tym kontekście sektor logistyczny stoi przed ogromnym wyzwaniem, zarazem oferującym ogromne możliwości: dekarbonizacją transportu towarowego. Współpraca z Volvo Trucks pomaga DHL Freight

⁸⁸ <https://www.dhl.com/se-sv/home/press/pressarkiv/2022/unik-el-lastbil-levererar-skidor-till-vasaloppet-ett-steg-pa-dhl-s-vag-mot-fossilfria-transporter.html>

odgrywać jeszcze większą rolę w procesie przechodzenia na ekologicznie zrównoważone alternatywy i jest kolejnym ważnym wyznacznikiem realizacji długofalowej strategii transportu neutralnego dla klimatu.

Projekt DHL–Volvo rozpoczął się w pierwszym kwartale 2021 roku jako część REEL – inicjatywy szwedzkiej agencji ds. innowacyjności Vinnova, ukierunkowanej na promocję przechodzenia na zelektryfikowany transport towarowy.

Przewozy general cargo, żywności, kontenerów i ładunków niebezpiecznych

Volvo FH Electric LHV dla Bernhard Transport⁸⁹

Rodzinna firma Bernhard Groep z Luttelgeest ma 4 szkółki i filię transportową – Bernhard Transport. Ta ostatnia użyje Volvo FH Electric, wchodzące w skład zestawu LHV, do realizowanego w kontrolowanych temperaturach bezkopalnego – bez użycia paliw kopalnych transportu kwiatów do różnych centrów dystrybucji w całej Holandii, w tym Aalsmeer, Venlo, Naaldwijk i Eelde.

Podmiot uprawia swoje storczyki w sposób neutralny energetycznie, korzystając z 25 MW energii geotermalnej i 20 MW paneli słonecznych. W ostatnich latach Kwekerij Bernhard dużo zainwestował bowiem w zrównoważony rozwój. Na przykład w 2020 roku zainstalował instalację geotermalną, mogącą wykorzystywać do ogrzewania szklarni gorącą wodę pompowaną z gruntu. Wynika to z tego, że od 2021 roku Kwekerij Bernhard chce zachować neutralność energetyczną i być gotowym na zrównoważoną przyszłość. Uczynienie jego działalności transportowej wolnej od paliw kopalnych stanowi kolejny logiczny krok w tym kierunku. Dzięki elektryfikacji transportu – eksploatacji FH Electric – w 2022 roku przewóz do klienta końcowego również stanie się więc wolny od paliw kopalnych.

Ciągnik FH Electric 4×2 służy Bernhard Transport w zestawie klasy LHV, stanowiącym część dalszych ulepszeń w dziedzinie redukcji emisji CO₂. Poza tym Bernhard Transport zorganizuje proces ładowania w sposób neutralny dla klimatu. Podmiot inwestuje w szybką ładowarkę we własnej lokalizacji, która dzięki połączeniu z panelami słonecznymi maksymalnie wykorzystuje zieloną energię. Aby też w jak największym stopniu móc korzystać z pojazdu elektrycznego, firma chciałaby jeszcze pobierać opłaty na aukcjach. Chce, aby tam też była zainstalowana szybka ładowarka, najlepiej oczywiście na zieloną energię. Tylko w ten sposób można uczynić cały łańcuch bardziej zrównoważonym i neutralnym dla klimatu.

⁸⁹ <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/november/fossielvrij-vervoer-bloemen-en-planten-met-volvo-fh-electric-lzv-voor-bernhard-transport.html>

Jula Logistics i wyjątkowo ciężki oraz bardzo długi zelektryfikowany zestaw samochodowy⁹⁰

Szwedzka Jula Logistics używa 32-metrowego zestawu z autem Scanii jako środka transportu o dużej pojemności (HCT-HCV), aby za każdym jednym kursem móc przewozić więcej ładunków i w konsekwencji obniżyć emisje. W 2022 roku firma poszła o krok dalej – auto w tej ogromnej kombinacji będzie zasilane energią elektryczną. To najnowszy przykład zrównoważonego rozwiązania transportowego, które Scania opracowuje w ścisłej współpracy ze swoim postępowym klientem.

Standardowo europejskie zestawy ciężarowe osiągają dopuszczalną masę całkowitą 40 000 kg i mogą zabierać jeden 12-metrowy kontener. Od 2015 roku Jula Logistics korzysta z pojazdu dwukrotnie większego, przewożącego dwa kontenery. Długość tego zestawu wynosi 32 m, a masa całkowita to 64 000 kg łącznie z ładunkiem i przyczepą. Biorąc większy ładunek w każdym przewozie, a tym samym zmniejszając liczbę codziennych przejazdów między magazynem a miejscem załadunku, Jula Logistics oszczędza 70% energii i redukuje emisję na każdą przemieszczaną jednostkę. Auto w tym zestawie trafiło do użytku w pierwszej połowie 2022 roku i jest zasilane ekologiczną energią elektryczną.

Jula Logistics korzysta z transportu intermodalnego, w którym jej ładunek dociera do portu w Göteborgu statkiem i jest ładowany do pociągu jadącego do Falköping. Stamtąd na ostatnim odcinku trasy do magazynu firmy w Skara ładunek przewozi samochód ciężarowy. Uczynienie tego łańcucha transportowego jeszcze bardziej zrównoważonym stanie się możliwe dzięki wykorzystaniu pojazdu zasilanego energią elektryczną z paneli słonecznych, którymi Jula zabuduje dach swojego magazynu.

Współpraca z Jula Logistics jest zgodna z tym, jak Scania stymuluje przejście na zrównoważony transport. Elektryfikacja stanowi bowiem konieczność dla zaangażowania na rzecz zerowej emisji i osiągnięcia celów klimatycznych. Bliskie partnerstwo z interesariuszami podzielnymi te wartości jest ważne, aby proces ten przebiegał w niezbędnym tempie. W tym kontekście Scania nie może tego zrobić sama, a Jula Logistics to bardzo ceniony partner, niezwykle dbający o środowisko.

Scania pracuje zarówno z prototypami, jak i z nowymi modelami biznesowymi, a wraz z klientami i innymi partnerami symuluje i realizuje przyszłe rozwiązania. Rozwiązanie, z którym pomogła Jula Logistics, umożliwi bardzo długiemu i ciężkiemu pojazdowi kilkakrotną jazdę w obie strony na odległość 60 km, z miejsca, w którym pociąg zatrzymuje się w Falköping, do magazynu w Skara. Niezwykle długi i ciężki zelektryfikowany zestaw to doskonały przykład tego, jak ścisły dialog z klientami umożliwi zbudowanie jedyne w swoim rodzaju pojazdu, już na bar-

⁹⁰ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4101348-scania-builds-extremely-heavy-and-extra-long-electrified-truck-for-jula-logistics>; <https://julalogistics.se/pressrum/jula-logistics-storsatsar-med-ellastbil/>

dzo wczesnym etapie spełniającego wymagania tego konkretnego klienta, również dla modelu, który nie powstaje seryjnie.

Szczegółowy przegląd zużycia energii, zoptymalizowany harmonogram tras oraz konieczność ładowania są wcześniej drobiazgowo symulowane, aby umożliwić ten przesył ładunków. Zarazem elektryczne auto pozytywnie wpływa na ekologizację łańcuchów logistycznych Juli. Istotną częścią współpracy z Julia Logistics jest też optymalizacja procesu ładowania, powiązanej infrastruktury i pełnego przepływu w odpowiednim czasie.

Partnerstwo Juli ze Scanią pokazuje, że jest to technicznie możliwe, ale trzeba także stworzyć długoterminową możliwość prowadzenia tych dłuższych pojazdów, umożliwiających przewożenie większej ilości ładunku na ostatnim etapie przepływu intermodalnego. Scania i Julia Group dążą do długoterminowego partnerstwa obejmującego szeroko zakrojoną elektryfikację łańcuchów logistycznych obsługiwanych przez Julia Logistics. Elektryfikacja tego 32-metrowego zestawu to dopiero początek. Wprowadzana obecnie (stan na rok 2022) zmiana oznacza również przeniesienie działalności frachtowej Julia do Julia Logistics, wskutek czego Julia Logistics zostanie sprzedawcą frachtów Julia AB. To usprawnienie działalności oznacza, że Julia AB jest właścicielem produktów, a Julia Logistics realizuje usługę spedycyjną, praktycznie bez zmian.

64-tonowy zestaw z elektrycznym ciągnikiem Scania dla firmy Wibax⁹¹

W grudniu 2021 roku dostawca produktów chemicznych Wibax odebrał zestaw klasy LHV z nowym, 3-osiowym, indywidualnie skompletowanym elektrycznym ciągnikiem siodłowym Scania, połączonym ze specjalną, wydłużoną, 4-osiową – z osiami o zwiększonym rozstawie – naczepą cysterną typu skandynawskiego. Zestaw ma masę całkowitą 64 000 kg i został przeznaczony do pracy na północy Szwecji, gdzie będzie pokonywał 80-kilometrową trasę między miastami Piteå i Skellefteå. Dużą ładowność i adekwatne do niej osiągi zapewnia silnik elektryczny o znacznie podwyższonej mocy. Scania i Wibax będą optymalizować wykorzystanie auta w ramach powziętego długofalowego partnerstwa, obejmującego nadzór nad ładowaniem, żywotnością baterii oraz planowaniem trasy.

Zestaw ten to kolejny przykład innowacji Scanii opracowanej w ścisłej kooperacji z klientem, a dotyczącej postępującej elektryfikacji transportu ciężkiego. Ułatwi on firmie Wibax realizację celów klimatycznych, gdyż elektryczny ciągnik stanowi sposób na zmniejszenie oddziaływania na środowisko. Dzięki temu Wibax zyska cenne doświadczenie, które przygotuje go do uzupełnienia w przyszłości floty o kolejne warianty elektryczne. Tym bardziej, że od momentu rozpoczęcia działalności w 1986 roku podmiot dokłada starań, aby rozwijać się w sposób zrównoważony. Ponieważ wpływa na środowisko głównie poprzez transport, inwestycja w pojazd elek-

⁹¹ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4139928-scania-64-tonne-electric-truck-on-the-road-with-wibax>

tryczny to krok upewniający go, że może funkcjonować z poszanowaniem ochrony klimatu. Eksploatując ten zestaw, Wibax zmniejszy emisję CO₂ nawet o 1400 t, co stanowi rewelacyjny wynik. Szczególnie, że to pierwszy elektryczny zestaw o masie 64 000 kg wdrożony do pracy u klienta. Tym samym Scania sukcesywnie udowadnia, że elektryfikacja następuje szybko i obejmuje praktycznie wszystkie segmenty.

Taki intensywny rozwój wzmaga potrzebę rozbudowy infrastruktury i dostaw zielonej energii także poza obszarami zurbanizowanymi. Tempo zmian musi być szybkie. W tym wypadku infrastrukturę do ładowania oraz energię zapewnia Skellefteå Kraft.

W pełni zelektryfikowany 64-tonowy transport schłodzonej żywności⁹²

Od kilku lat Scania i Dagab – firma wspierająca Axfood – ściśle współpracują w celu stworzenia floty wolnej od paliw kopalnych. W 2021 roku Dagab włączył do swojej eksploatacji w Sztokholmie elektryczne samochody Scanii – w pełni elektryczny oraz hybrydowy. 4 maja 2022 roku podmiot ogłosił, że to partnerstwo rozszerza o pierwszy tego rodzaju 64-tonowy zestaw do transportu żywności, z elektrycznym samochodem ciężarowym. Zestaw ten włączono do operacji transportowych na jesieni 2022 roku, m.in. rozpoczynając pracę w Göteborgu. To efektywne rozwiązanie Scanii służące do zelektryfikowanego transportu żywności schłodzonej i mrożonej.

Ponieważ infrastruktura ładowania to kluczowy element w ciężkim transporcie, dlatego też w tym obszarze Scania i Dagab ściśle ze sobą współdziałają. Nowy pojazd będzie zasilany zieloną energią elektryczną. Dzięki planowaniu i szybkiemu ładowaniu będzie użytkowany bardziej intensywnie niż inne auta z floty przedsiębiorstwa, przez co najmniej dwie zmiany dziennie, podczas których pokona dystans 300-450 km. Zwiększa to jakość i efektywność dostaw oraz oznacza wyraźne ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko. W przypadku trzeciej zmiany wpływ na klimat może być jeszcze mniejszy.

Ciężki transport elektryczny i transport schłodzonej żywności to także wyzwanie w sferze technologicznej. Wymaga kompatybilnych interfejsów między gniazdam i zasilania do kontroli temperatury i inteligentnej integracji, aby zminimalizować zużycie energii zarówno pojazdu, jak i naczepy. W związku z tym, aby sprostać tym zadaniom, pojazd ma mocniejsze komponenty niż pojazdy elektryczne, które Scania oferuje obecnie w produkcji seryjnej. Zarazem Dagab wskazuje, że zapewnienie transportu żywności wolnego od paliw kopalnych jest konieczne, aby zmniejszyć wpływ taboru ją wożącego na środowisko. Wykorzystując pojazd elektryczny tej wielkości, da się bowiem znacznie zredukować emisje.

⁹² <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4255474-scania-enables-completely-electrified-64-tonne-chilled-foods-transport-for-dagab>

Sektor leśny

Finlandia – Sisu – układy hybrydowe

W przewozach ponadgabarytowych – ciężkich ciągnikach siodłowo-balastowych czy w leśnych zestawach HCT – z powodzeniem da się wprowadzić samochody z napędem hybrydowym – spalinowo-elektrycznym. Warianty takie jako jedyna dotąd proponuje fińska firma Sisu⁹³.

Po części eksperymentalny, po części prototypowy egzemplarz hybrydowej wersji Hybrid został przedstawiony przez Sisu Auto podczas targów Kuljetus 2017 odbywających się od 18 do 20 maja 2017 roku w rodzimej miejscowości Jyväskylä. Ekspozowany tam pojazd był pierwszym w historii tego podmiotu typem spalinowo-elektrycznym. W sierpniu 2018 roku hybrydowe Sisu w wariantcie przeznaczonym do obsługi sektora leśnego najpierw – w dniach 10-11 sierpnia – zaprezentowano na najważniejszej lokalnej imprezie targowej i wystawie samochodowej Power Truck Show, Kauhavan Alähärmä, potem, pod koniec sierpnia, był dostępny na pokazie FinnMETKO w Sisun osasto.

Na tym etapie w sferze komercjalizacji takich aut przedsiębiorstwo przechodziło z fazy projektowo-testowej do wdrożeniowej. Dostawy pierwszych sztuk z hybrydowym równoległym systemem napędowym rozpoczęły się bowiem już wiosną 2017 roku. Jak wtedy oczekiwano, popyt na takie odmiany w pierwszym rządzie miał pochodzić z sektorów budowlanego, kopalnictwa – kopalń odkrywkowych oraz leśnego – do wywozu dłuźycy z lasu. Nie dało się także wykluczyć większego zainteresowania ze strony przemieszczających ładunki ponadgabarytowe.

W układzie czysto użytkowym w porównaniu z tradycyjnymi odpowiednikami typy hybrydowe mają być bardziej efektywne, ekonomiczne oraz przyjazne dla środowiska naturalnego. Zastosowany przez Sisu równoległy hybrydowy system napędowy dostarcza łącznie aż 900 KM kombinowanej mocy maksymalnej oraz 3600 Nm kombinowanego maksymalnego momentu obrotowego. Dokładnie hybrydowy zespół napędowy pierwszej generacji Sisu Polar Hybrid wraz z silnikiem wysokoprężnym rozwija moc maksymalną ponad 600 kW/900 KM – z silnika Mercedesa o pojemności 15,6 l pochodzi 625 KM i 3000 Nm przy 1100 obr./min, z silnika elektrycznego Danfoss – 250 kW. Co jeszcze ważniejsze, począwszy od prędkości obrotowej biegu jałowego jednostki spalinowej, jest dostępny moment obrotowy o wartości przeszło 3000 Nm, z kolei maksymalny moment obrotowy 3600 Nm pozostaje do dyspozycji w niezwykle szerokim zakresie prędkości obrotowych – od 1000 do 1800 obr./min. Tak niespotykane wysoki moment obrotowy w takim zakresie prędkości obrotowych oraz niebagatelna sumaryczna moc maksymalna wytwarzana przez równoległy układ hybrydowy zdecydowanie zwiększają użyteczność

⁹³ <https://sisuauto.com/sisu-auton-strategiset-tavoitteet-vientitoiminnessa/>, <https://sisuauto.com/en/sisu-polar-hybrid-deliveries-commence/>; <https://sisuauto.com/sisu-polar-hybrid-mallisto-vie-kuorma-autojen-huipputehot-uiteen-luokkaan/>

samochodu. Za przeniesienie napędu odpowiada mechaniczna skrzynia przekładniowa Eaton Fuller RTLO22918B o rozpiętości przełożeń 14.4-0.73. Magazynowanie energii elektrycznej, odzyskiwanej m.in. w procesie rekuperacji w trakcie hamowania i przechowywanej w module baterii o łącznej pojemności 1 kWh, pozwala na jej wykorzystywanie przy przyspieszaniu i pokonywaniu podjazdów. Cecha ta znacznie poprawia dynamikę jazdy i ekonomikę paliwową niezwykle ciężkiego, nierzadko ponad 80-tonowego zestawu drogowego transportującego dłużycę z lasu, przyczyniając się do jednoczesnej redukcji emisji dwutlenku węgla generowanej przez samochód.

W układzie konstrukcyjnym Sisu Hybrid, oprócz dwóch zasadniczych źródeł napędu w postaci silnika spalinowego – wysokoprężnego oraz silnika elektrycznego, połączonych z niesynchronizowaną skrzynią przekładniową Eaton Fuller, zawiera jeszcze specjalny tandemowy most Sisu z tzw. rozwiązaniem teleskopowym. Sprzęgło jest natomiast zlokalizowane pomiędzy tymi silnikami, umożliwiając autu ruszanie jedynie z użyciem jednostki elektrycznej, bez konieczności załączania w tym celu przez kierowcę jakichkolwiek przełączników. Poza tym elektryczność pozwala na wprowadzenie wielu nowych sposobów kontroli oraz nadzoru nad układem napędowym. Dzięki temu w przyszłości da się wdrożyć wiele innych funkcji, ponieważ system przez cały czas ewoluuje. Taki rozwój przebiegający nieustannie powoduje, że następne opcje mogą uzupełniać i usprawniać działanie tych dzisiaj dostępnych bądź otwierać absolutnie nowe pola do uzyskania postępu w przyszłości.

Czyni to tak skompletowane konfiguracje najsilniejszymi aktualnie (stan na rok 2022) dostępnymi na rynku pod względem mocy maksymalnej seryjnymi (małosejnymi) kołowymi środkami transportu towarowego. Dodatkowe moc i moment są generowane przez dodany układ elektryczny. Oznacza to, że nie powstają kosztem wzrostu zużycia paliwa, ale – wręcz odwrotnie – wydatnie przyczyniają się do redukcji tego zużycia. Według wstępnych pomiarów Sisu system może obniżyć konsumpcję oleju napędowego i tym samym emisję CO₂ nawet o 10%.

Od reszty przedstawicieli linii Polar typ Polar Hybrid odróżnia się panelem sterującym układu hybrydowego Sisu PowerControl w kabinie oraz oddzielnym przełącznikiem PowerTouch, ergonomicznie wbudowanym w dźwignię zmiany biegów. Ponadto superkondensatory używane do magazynowania energii są zlokalizowane centralnie za kabiną. Dzięki temu nie zajmują przestrzeni ładunkowej i nie utrudniają montażu czy umieszczania innych elementów. Zastosowany system hybrydowy pozwala na bardzo precyzyjne ruszanie oraz manewrowanie i jazdę z małą prędkością, w tym na wzniesieniach. System ten obejmuje również tzw. inteligentną funkcję uruchamiania, umożliwiającą rozruch silnika wysokoprężnego za pomocą silnika elektrycznego, gdy tylko w akumulatorach zgromadzono wystarczającą ilość energii.

Głównym powodem stojącym za przygotowaniem hybrydowego Sisu Polar jest, jak wspomniano, dążenie do ograniczenia kosztów eksploatacji auta, w tym skutek zmniejszenia zużycia paliwa, oraz emisji substancji szkodliwych. Niemniej jedno-

częśniej wyraźniej poprawie ulega użyteczność samochodu w niezwykle trudnych warunkach operowania. Przykładowo system hybrydowy powoduje, że zdecydowanie wyższy moment obrotowy staje się dostępny w niższym zakresie prędkości obrotowych. Do tego znacznemu podwyższeniu ulegają wartości dostępnych mocy i momentu obrotowego w porównaniu z wartościami uzyskiwanymi przy standardowych – klasycznych systemach napędowych. Kiedy pojawi się takie zapotrzebowanie, hybrydowy zespół napędowy może dostarczyć aż ponad 5000 Nm maksymalnego momentu obrotowego i przeszło 850 kW/1140 KM mocy maksymalnej! Okazuje się to wyjątkowo przydatne przy pokonywaniu stromych podjazdów czy ruszaniu i przyspieszaniu z ładunkiem o znacznej masie.

Generalnie ciężkie odmiany hybrydowe mają szansę znaleźć powszechne zastosowanie w obsłudze ruchu towarowego – od dystrybucji poprzez przewozy szosowe na różnych dystansach, skończywszy na ciężkich pracach. Finowie podkreślają, że warianty takie sprawdzą się przede wszystkim jako wieloosiowe wywrotki eksploatowane w odkrywkowych kopalniach surowców, gdy z wielotonowym urobkiem trzeba wjeżdżać na strome wzniesienia, czy przy wywozie dłużycy z lasu zestawami o masie całkowitej przekraczającej 80 000 kg. Oczywiście są to jedynie przykładowe zastosowania, a wraz z dalszą ewolucją tej technologii, w tym jej potaniem, odchudzeniem i uproszczeniem, liczba takich zadań będzie systematycznie rosła.

Tym samym technologia systemów silników elektrycznych i hybrydowych spalinowo-elektrycznych zespołów napędowych powoli wchodzi do układów napędowych wybitnie specjalizowanych i specjalistycznych samochodów cywilnych, nieraz eksploatowanych w ekstremalnie ciężkich warunkach. Dla Sisu oznacza ona równoległy istotny skok koncepcyjny i technologiczny, stanowiący podstawę do dalszych prac.

Szwecja – układy w pełni elektryczne – Scania i SCA⁹⁴

Dążąc do dalszej redukcji zużycia paliw opartych na kopalinach, SCA i Scania jako pierwsze na świecie wspólnie opracowują w pełni elektryczny samochód do przewozu drewna, technicznie przygotowany do tworzenia zestawów do 80 000 kg masy całkowitej. Pojazd taki stanowi zrównoważone rozwiązanie transportowe, możliwe do wprowadzenia dzięki kolejnej bliskiej współpracy Scanii z jej postępowym klientem.

W projekcie tym strony wskazują, że da się jednak pokonywać większe odległości ciężkimi zestawami z elektrycznymi autami. Scania i SCA udowadniają to dzięki nowemu pojazdowi elektrycznemu na akumulator, mogącemu tworzyć zestawy o masie całkowitej do 64 000 kg na drogach publicznych i do 80 000 kg na drogach prywatnych. Już w 2022 roku taki elektryczny wariant będzie transportować drewno w szwedzkim regionie Västerbotten między terminalem SCA w Gimonäs a papiernią w Obbola pod Umeå. Dla SCA, będącego największym w Europie właścicielem

⁹⁴ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4111621-scania-and-sca-develop-first-80-tonne-electric-timber-truck>

prywatnego lasu i producentem wyrobów z tarcicy, materiałów opakowaniowych oraz pulpy, elektryfikacja transportu drogowego jawi się jako ważna część pracy ukierunkowanej na zmniejszenie wpływu tego podmiotu na środowisko. Każdego roku SCA przewozi bowiem do zakładów przemysłowych około 8,5 mln m³ drewna, do tego celu wykorzystując 265 samochodów do transportu drewna, co odbywa się w kooperacji z 87 przewoźnikami. Dlatego dla SCA współpraca ze Scanią pozostaje ważnym sposobem wspólnego poszukiwania innowacyjnych rozwiązań dla zrównoważonego transportu. Elektryczne odmiany do przewozu drewna będą dużym wkładem w pracę SCA na rzecz zrównoważonego rozwoju jako część rozwiązania dla świata wolnego od paliw kopalnych. Eksploatacja tylko jednego samochodu elektrycznego między Gimonäs a Obbolå może zmniejszyć emisję dwutlenku węgla o około 55 000 kg rocznie. Tym samym, ponieważ obecnie (stan na rok 2022) SCA pokazuje, że można również zelektryfikować bardzo ciężki transport, rośnie potrzeba budowy infrastruktury ładowania ciężkich pojazdów. SCA może jeszcze bardziej zwiększyć swój wkład w walkę ze zmianami klimatu, ale należy podjąć poważne wysiłki, aby zbudować taką infrastrukturę. Ta odpowiedzialność ostatecznie spada na rząd, a *de facto* na finansujących to podatników.

Koncepcja pojazdu, który Scania opracowuje w ścisłej współpracy z SCA i instytutem badawczym Skogforsk, to część przejścia na zrównoważony transport, za którym Scania od dawna się opowiada, nie tylko we współpracy z postępowymi użytkownikami. Kluczem do osiągnięcia zerowej emisji w przewozach pozostaje elektryfikacja, możliwa do osiągnięcia razem z klientami i innymi interesariuszami dzielącymi te same wartości. W rezultacie partnerstwa takie jak to z SCA, w których Scania wcześniej demonstruje, co jest możliwe, stanowią wyraźny sygnał zmiany tempa. Powyższe okazuje się potrzebne, by zmniejszać uzależnienie od paliw kopalnych i tym samym osiągać cele Porozumienia paryskiego.

W Scanii przyszłe rozwiązania są symulowane wspólnie z różnymi partnerami i poprzez dogłębną analizę. W przypadku SCA koncern opracowuje pojazd zoptymalizowany pod kątem konkretnych zadań transportowych tego przedsiębiorstwa. Szczególnie, że elektryczny model do przewozu drewna jest symbolem czegoś innego, gdyż o transporcie drewna mówi się, że może on nigdy nie być możliwy do zelektryfikowania. Niemniej rozwój w ostatnich kilku latach, wraz z tym, co teraz podmiot prezentuje z SCA, pokazuje, jak szybko rozwija się sytuacja w odniesieniu zarówno do pojazdów, jak i akumulatorów.

Wnioski

Paliwa alternatywne w postaci gazów powoli zaczynają być stosowane w cięższych i dłuższych zestawach, na razie maksymalnie kategorii EC-LHV/LVZ, czyli o długości do 25,25 m i dopuszczalnej masie całkowitej do 60 000/64 000 kg, na ogół wykorzystywanych w mniej wymagających warunkach drogowych – generalnie na drogach płaskich. Na wdrożenie w zestawach jeszcze dłuższych i cięższych, a za-

tem klasy HCV-HCT/MLHV, przyjdzie zapewne poczekać. Przede wszystkim na tę chwilę nawet najmocniejsze silniki gazowe są bowiem za słabe, aby napędzać takie zespoły pojazdów, gdyż oferują zbyt niskie maksymalne moce, a przede wszystkim zbyt małe maksymalne momenty obrotowe. W przypadku gazowego IVECO Cursora 13 są to wartości 460 KM i 2000 Nm, z kolei gazowej Scanii – 410 KM i też 2000 Nm. Na tym tle lepiej wypada Volvo, gdyż jego dwupaliwowy – olejowo-gazowy, lecz prawnie uważany za gazowy, silnik 13-litrowy występuje w dwóch nastawach: 420 KM i 2100 Nm oraz 460 KM i 2300 Nm. W przypadku zestawów EC-LHV, do tego przeważnie obsługujących lżejsze ładunki i na mniej wymagających trasach – zasadniczo prowadzących przez tereny płaskie, wartości te można uznać za niezbędne minimum. W związku z tym są one zbyt niskie, by gwarantować niezbędną dynamikę zestawowi cięższemu niż 64 000 kg, co więcej – eksploatawemu na obszarach górzystych czy górskich.

Natomiast w odniesieniu do technologii elektryfikacji zasadnicze przeszkody w jej rozpowszechnieniu w zestawach SEC-MLHV-HCT nie wynikają ze zbyt słabych parametrów elektrycznych jednostek napędowych – wręcz przeciwnie, ze względu na charakterystykę swojej pracy, w odróżnieniu od jednostek spalinowych, cechują się one niezwykle wysokim momentem obrotowym, nadto dostępnym już od samego startu przez większy zakres obrotów. Tym samym wręcz idealnie nadają się do napędu zestawów o bardzo wysokiej masie, gdyż wraz ze wzrostem masy wzrost zużycia energii przez taki silnik kształtuje się na niższym poziomie niż wzrost zużycia paliwa nawet przez silniki spalinowe o bardzo dużych pojemnościach, rzędu 15-16 litrów. Zasadnicza bariera wynika z powszechnie znanych ograniczeń związanych z akumulatorami, do których należą:

- zbyt wysoka masa limitująca ładowność, chociaż w przypadku zestawów ponad 64-tonowych – 70-80-tonowych czynnik ten *de facto* ma drugorzędne znaczenie, gdyż nawet wzrost masy akumulatorów o 1000-2000 kg przekłada się na spadek ładowności w zdecydowanie mniejszym stopniu niż dla 20-, 30-, 40-tonowych pojazdów solo oraz zestawów,
- wysoka cena, negatywnie rzutująca na koszty eksploatacji, w tym na TCO,
- krótki okres życia,
- niska pojemność wynikająca ze zbyt małej gęstości gromadzonej w nich energii, co limituje uzyskiwany zasięg użyteczny,
- długi czas ładowania – im większe są baterie, tym dłużej należy je ładować, co w przypadku kilkutonowego modułu baterii może oznaczać konieczność dziennego przestoju przez kilka godzin (w zależności od mocy ładowarki). Tymczasem na taki przestój przewoźnik zwyczajnie nie może sobie pozwolić, a 1500-litrowy zbiornik paliwa zapewnia wystarczający zasięg nawet na kilka, kilkanaście dni jazdy.

Do tego dochodzą problemy z utylizacją i brakiem trzeciego życia, przy dokonywanych próbach odnoszących się jedynie do drugiego życia – gdy pojemność baterii spada przeciętnie poniżej 70% ich pojemności nominalnej i nie mogą być one dalej

instalowane w pojazdach, w ramach drugiego życia, przy pojemności w granicach 50-70% pojemności nominalnej, mogą służyć jako stacjonarne magazyny energii. Dla wartości pojemności poniżej 50% nie znaleziono zaś dotychczas sensownego wdrożenia, co oznacza konieczność kosztownej i ekologicznie nieoptymalnej utylizacji.

W związku z tym obecnie (stan na rok 2022) w zestawach kategorii od EC-LZV wzwyż, czyli także HCT/HCV, mogą być stosowane:

- gazy jako paliwo, ale wówczas, gdy zestaw nie osiąga dopuszczalnej masy całkowitej 60 000 kg, czyli gdy najpierw przewoźnik spożytkowuje dostępną objętość, a nie ładowność. Powyższe stanowi pochodną cechującej gazy niższej gęstości energii niż w przypadku oleju napędowego. Wskutek tego w miarę wzrostu zapotrzebowania na siłę napędową ze strony układu napędowego zużycie gazu będzie się znacznie zwiększało, bardziej niż w analogicznych warunkach jazdy następowałby wzrost zużycia oleju. W rezultacie gazowe zestawy EC-LHV-LHZ, by mogły wykazywać czysto ekonomiczne – biznesowe uzasadnienie swojego wdrożenia, muszą zabierać lżejsze ładunki – objętościowe i raczej nie pokonywać górzystych odcinków dróg ze stromymi czy/i długimi podjazdami. W takim razie najlepiej sprawdzą się w sektorze KEP czy przy przewozie np. kwiatów, warzyw, owoców, odzieży lub innych ładunków lżejszych, objętościowych bądź/i trudnych do spiętrzenia lub ustawienia tak, by straty objętości były jak najmniejsze (dobrym przykładem są półtusze);
- układy w pełni elektryczne, ale wówczas, gdy mały zasięg nie stanowi większego problemu. Taka sytuacja może wystąpić w sektorze KEP albo przy przewozie złomu, odpadów komunalnych oraz drewna z lasu do tartaku/bocznicy/terminala – punktu przeładunku, na terenie kopalni odkrywkowej czy w tzw. ciężkiej dowozowej logistyce ostatniej mili, jak np. kontenerów, albo w wahadłach z surowcami. Ogólnie obecnie (stan na rok 2022) układy elektryczne da się stosować, gdy zestaw bez doładowania na trasie musi pokonać nie więcej niż 120-, 150-, 180 km, czyli gdy rozpatruje się ruch wahadłowy na trasie terminal-terminal czy punkt zbiorczy nadania, punkt zbiorczego rozładunku/przeładunku. W tej analizie zasięgu z jednej strony trzeba uwzględnić warunki drogowe i natężenie ruchu, z drugiej zaś dla układu elektrycznego wtórnym czynnikiem pozostaje masa zabieranego ładunku – tym samym masa ładunku nie robi dużej praktycznej eksploatacyjnie różnicy i w miarę swojego wzrostu nie wpływa tak negatywnie na uzyskiwany zasięg, jak występuje to szczególnie w odniesieniu do zasilania gazem. W ten schemat wpisują się szwedzkie próby ze zelektryfikowanymi leśnymi czy surowcowymi zestawami HCT/HCV, poruszającymi się w ruchu wahadłowym na ściśle wybranych trasach, przy małej interakcji z innymi użytkownikami dróg, w dodatku po płaskim terenie, co wszystko ogranicza zapotrzebowanie na energię. Da się więc wówczas uzyskać, mimo bardzo wysokiej masy takiego zestawu, zasięgi na jednym ładowaniu przekraczające nawet 100 km.

Niemniej ciekawą opcję stanowią układy hybrydowe, spalinowo-elektryczne – z silnikiem elektrycznym niezastępującym jednostki spalinowej, a w wybranych

sytuacjach drogowych ją wspomagającym – są to tzw. systemy *mild hybrid*, określane jako hybryda lekka bądź właśnie wspomagająca. W następstwie notowanych zasad swojej pracy, łączących *de facto* najlepsze cechy tradycyjnych układów napędowych, jak relatywnie niższa cena oraz większy zasięg przy danej ilości/masie paliwa, i elektrycznych, jak wysoki moment obrotowy i możliwość rekuperacji – odzyskiwania części energii kinetycznej w trakcie zwalniania i hamowania, oferują one mianowicie: bardzo wysokie sumaryczne moce i momenty obrotowe, duży zasięg oraz znaczne ułatwienie w sytuacjach poważnego zapotrzebowania na siłę napędową i przy hamowaniu. Poza tym, z powodu i tak wysokiej dopuszczalnej masy całkowitej zestawu wydłużonego i cięższego, wzrost masy własnej, spowodowany wprowadzeniem do układu napędowego komponentów związanych z systemem elektrycznym, nie stanowi tu tak negatywnie newralgicznego czynnika, jak w odniesieniu do tradycyjnych pojazdów. Wyższa cena także relatywnie nie okazuje się czynnikiem aż tak niesprzyjającym komercjalizacji, szczególnie jeśli uwzględni się zdolności przewozowe oraz generowane przychody i przeliczeniowe – na wykonaną pracę przewozową – oszczędności kosztowe i korzyści ekologiczne. Przykład układu hybrydowego Sisu, mogącego dostarczyć aż ponad 5000 Nm maksymalnego momentu obrotowego i przeszło 850 kW/1140 KM mocy maksymalnej, jednoznacznie wskazuje, że taki układ niemal idealnie nadaje się do montażu w samochodach stosowanych w zestawach nie tylko EC-LHV/LZV, ale i MLHV-HCT-HCV-SEC, czyli o dopuszczalnej masie całkowitej ponad 64 000 kg. Z powodzeniem mogą to być nawet zestawy przeszło 100-tonowe, w tym leśne, górnicze oraz ponadgabarytowe, na dodatek eksploatowane w niezwykle wymagających topograficznie warunkach drogowych.

W rezultacie na tym etapie swojego rozwoju pojazdy w pełni elektryczne mogą być wykorzystywane do tzw. ciężkich dostaw na ostatniej mili (*last mile heavy duty delivery*) w przewozach:

- ciężkich miejskich dystrybucyjnych z magazynu położonego w pobliżu miasta/na obrzeżach w mieście do zadanych punktów odbioru,
- lokalnych kombinowanych do/z terminali kolejowych lub punktów załadunku w lesie dla przewozów leśnych z/do magazynów/centrów logistycznych/zakładów – tartaków czy innych punktów docelowego przeznaczenia/nadania,
- logistycznych kombinowanych między terminalami.

Są to więc przewozy, w których dystans pokonany w jedną stronę zasadniczo nie przekracza 60-80-100 km. Tym samym łączony ruch „od drzwi do drzwi”, w którym główny odcinek obsługuje kolej, a ostatnią milę pojazdy drogowe, staje się możliwy. Jeżeli też transporty kolejowy i drogowy są połączone intermodalnie, możliwe stają się pełne przejście na energooszczędny transport towarowy i szybkie zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych. Bezemisyjny transport kombinowany jest już więc wykonalny w oparciu o zestawy SEC-HCT-HCV zarówno z technicznego, jak i z operacyjnego punktu widzenia. Tym bardziej, że taki zestaw SEC-HCT-HCV, także z napędem w pełni elektrycznym, może zabrać aż 4 kontenery 20-stopowe

bądź 2 kontenery 40- albo 45-stopowe. Idealnie wręcz nadaje się do obsługi takiego kontenerowego ruchu intermodalnego czy obsługi naczep bimodalnych lub intermodalnych (kolejowych), tych ostatnich przewożonych w wagonach kieszeniowych. Niemniej, by w pełni wykorzystać ten potencjał do realizacji celów klimatycznych UE, należy zwiększyć udział takich właśnie przewozów, wykonywanych ciężkimi SEC-HCT-HCV, w całości przewozów towarowych oraz rozwinąć kompleksową sieć takich całkowicie bezemisyjnych relacji transportowych ze stale rosnącej liczby terminali⁹⁵.

Zarazem niezwykle szybko rośnie liczba aplikacji dla zestawów kategorii EC-LHV/LZV czy wręcz MLHV-HCT-HCV-SEC, już możliwych do częściowego (hybrydy) czy nawet pełnego zelektryfikowania. Są to bowiem przewozy: w sektorze KEP, w leśnictwie i kontenerowej logistyce ostatniej mili oraz żywności i cieczy, w tym niebezpiecznych zgodnie z ADR. Przy czym obecnie (stan na rok 2022), ze względu na bardzo ograniczony zasięg, długość trasy bez doładowania nie może przekraczać 60-100 (120) km, w zależności od masy ładunku/masy zestawu, topografii trasy, warunków jazdy, natężenia ruchu, warunków atmosferycznych i samej techniki prowadzenia.

4.2.9. Lotniska

Powoli zmieniają się także wymagania dla straży pożarnej i lotnisk na całym świecie. Oprócz środków podejmowanych w zakresie dostaw energii, technologii budowlanych lub obiektów specyficznych dla portu lotniczego, obejmuje to strategiczną dekarbonizację i redukcję emisji z napędów pojazdów lotniskowych. W tym kontekście często wymieniane bywa też określenie „Green Airport” (zielone lotnisko). W rezultacie trwają poszukiwania przyjaznych dla środowiska alternatyw dla napędu, zmniejszania emisji, minimalizowania zużycia paliwa oraz korzystania z pojazdów generujących mniej hałasu. Tym bardziej, że Międzynarodowe Stowarzyszenie Transportu Lotniczego (IATA), Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego (ICAO), Międzynarodowa Rada Portów Lotniczych (ACI), Amerykańska Federalna Administracja Lotnictwa (FAA) zobowiązały się do osiągnięcia w światowym lotnictwie do 2050 roku zerowej emisji netto. Większość lotnisk ma jeszcze bardziej ambitne cele: według ACI do 2030 roku około 100 z nich chce być neutralnymi dla klimatu – do tej grupy należą m.in. Amsterdam, Delhi, London City, Marsylia, Rzym, Vancouver oraz wszystkie lotniska norweskie i fińskie. Lotniska w Niemczech dążą zaś do wspólnej redukcji emisji CO₂ o 65%, a do 2045 roku chcą osiągnąć cel „neutralności klimatycznej”. Jedną z największych dźwigni, umożliwiających spełnienie

⁹⁵ R. Weinrich, *CO₂-freier Gütertransport Studie: Kombiniertes Verkehr mit E-Lkw*, <https://www.eurotransport.de/artikel/co2-freier-guetertransport-studie-kombiniertes-verkehr-mit-e-lkw-11207770.html>; E. Czermański (red.), *E-book on Combined Transport in the Baltic Sea Region*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk 2021, s. 79-105, https://combine.ug.edu.pl/wp-content/uploads/2021/06/E-BOOK-ON-COMBINE-TRANSPORT-IN-THE-BSR_ed_Czermanski.pdf

tych ambitnych celów, może być elektryfikacja wsparcia naziemnego (pojazdów naziemnych), w skład którego wchodzi również flota lotniskowych pojazdów pożarniczych. W związku z tym najważniejsi ich wytwórcy, jak austriacki Rosenbauer czy niemiecki Ziegler, przygotowują odpowiednie konstrukcje.

Rosenbauer PANTHER electric⁹⁶

Na targach Interschutz, odbywających się w Hanowerze w dniach od 20 do 25 czerwca 2022 roku, Rosenbauer pokazał koncepcyjny ciężki lotniskowy samochód ratowniczo-gaśniczy bliski standardowi produkcyjnemu. Ten pierwszy prototypowy egzemplarz modelu PANTHER 6×6 z elektrycznym układem napędowym ma pokazywać przyszłość sprzętu takiego rodzaju. Rozwój tego typu rozpoczął się dwa lata wcześniej, gdy zapotrzebowanie klientów stało się coraz bardziej realne. Do tego Rosenbauer wyraża przekonanie, że środek ten odegra kluczową rolę w „odbudowie ekologicznej” lotnisk po pandemii COVID-19.

Operatorzy lotnisk i strażacy z całego świata od samego początku byli zaangażowani w projektowanie PANTHER 6×6 electric. Rosenbauer nie mógł i nie chciał się obejść bez ich *know-how*, gdyż mają oni m.in. bardzo precyzyjne wyobrażenia na temat tego, co powinien robić ich najważniejszy element sprzętu operacyjnego – niezależnie od tego, jak jest zasilany. Zarazem PANTHER electric łączy wysoki poziom bezpieczeństwa z wysoką wydajnością. Zgodnie z oczekiwaniami lotniskowej straży pożarnej elektryczny układ napędowy ma sprawić, że ich pojazdy będą bardziej zwrotne i szybsze, podobnie jak auta osobowe. Dlatego od samego początku stało się jasne, że PANTHER electric musi spełniać wszystkie światowe standardy dla pojazdów ARFF i że nie będzie żadnych kompromisów w odniesieniu do wydajności całego systemu, nawet podczas pracy w trybie wyłącznie elektrycznym.

Ogólnie ujmując, rozwój PANTHER 6×6 electric był możliwy tylko dzięki temu, że dostępne stały się układy napędowe, sieci pokładowe i komponenty elektryczne, mogące także spełnić wysokie wymagania dotyczące wydajności pojazdu ARFF. Pojazd ratunkowy o masie do 39 000 kg musi być bowiem w stanie przyspieszać jak samochód wyścigowy i poruszać się z dużą prędkością po lotnisku. Co więcej, pomimo rosnącej elektryfikacji w sektorze pojazdów użytkowych, wymagane zapotrzebowanie na energię elektryczną okazało się w tym wypadku wyzwaniem. Dlatego dla PANTHER electric Rosenbauer zdecydował się stworzyć własną platformę e-drive, aby jak najlepiej wykorzystać komponenty elektryczne. Partnerem w tym rozwoju austriackiego podmiotu jest Magna – jeden z największych na świecie dostawców w sektorze motoryzacyjnym i grup technologii mobilnych. Dzięki wielu osiągnięciom w dziedzinie e-mobilności Magna cieszy się również opinią uznanego globalnie partnera w zakresie rozwoju alternatywnych systemów napędowych. Rosenbauer i Magna będą dalej rozwijać skalowalny system modułowy dla PANTHER,

⁹⁶ <https://www.rosenbauer.com/de/at/presse/fachpresse/nd/interschutz-2022-rosenbauer-praesentiert-den-panther-electric>

który może być wykorzystany w przyszłości do elektryfikacji nie tylko PANTHER 6×6, ale i innych analogicznych wariantów. System modułowy zasadniczo składa się z trzech lub czterech podsystemów: centralnej skrzyni biegów, właściwego elektrycznego układu napędowego, skrzyni biegów do obsługi pompy elektrycznej i tak zwanego poziomu awaryjnego z przedłużaczem zasięgu.

W przyszłości PANTHER 6×6 electric będzie w stanie zabezpieczyć – wykonać około 90% wszystkich operacji w trybie pracy wyłącznie elektrycznym. Znajdujące się na pokładzie akumulatory wysokonapięciowe zapewniają wystarczającą ilość energii na dwu-, trzyminutową jazdę na miejsce operacji, wykorzystanie całego zapasu środka gaśniczego i jazdę powrotną zgodnie ze specyfikacjami ICAO. Z obliczeń wynika, że jedno ładowanie akumulatora może służyć do odbycia kilku jazd operacyjnych lub ruchowych, co jest szczególnie korzystne w operacjach treningowych. Rosenbauer Range Extender oferuje możliwość dostarczenia dodatkowej energii elektrycznej w systemie, np. w celu zwiększenia wydajności w krótkim okresie lub wydłużenia czasu pracy. Na przykład w trybie doładowania przyspieszenie od 0 do 80 km/h można zmniejszyć do mniej niż 20 sekund, a nawet w normalnym trybie elektrycznym PANTHER przyspiesza szybciej niż klasyczny odpowiednik 6×6. Poza tym wysokowydajna pompa w PANTHER 6×6 electric może być obsługiwana elektrycznie lub w połączeniu z Range Extenderem – co więcej, wydajność systemu gaśniczego (pompa, dozowanie piany, działko) pozostaje taka sama jak w pojeździe z napędem konwencjonalnym. Przy odpowiedniej infrastrukturze ładowania akumulatory ładowane są z mocą do 250-300 kW, co oznacza, że pojazd jest gotowy do kolejnej operacji wykonywanej w trybie w pełni elektrycznym już po około 25 minutach, bez konieczności uruchamiania przedłużacza zasięgu.

W porównaniu z tradycyjnym odpowiednikiem PANTHER 6×6 electric ma też nieco inaczej dopracowaną stylistykę, z bardziej kanciastym i agresywnym przodem oraz wyraźnymi, prostymi liniami i powierzchniami. Do tego nowa koncepcja oświetlenia, począwszy od reflektorów lotniskowych poprzez oświetlenie pola pracy, a skończywszy na oświetleniu tylnym, powoduje, że elektryczny PANTHER jest bardziej widoczny i bezpieczniejszy.

Przejsie z pojazdu koncepcyjnego do rozwoju seryjnego nastąpi w ciągu najbliższych dwóch lat, a sprzedaż elektrycznego PANTHER 6×6 rozpocznie się w 2024 roku. Również w odniesieniu do serii wstępnych koncern będzie współpracował z partnerami innowacyjnymi, tak jak to z powodzeniem robił w przypadku RT. Do tego w pracach rozwojowych i konfiguracji przeznaczonej do produkcji seryjnej uwzględni ustalenia z operacji testowych w rzeczywistych warunkach.

Hybrydowy Ziegler Klasy Z – Z6 Hybrid⁹⁷

ZIEGLER – Albert Ziegler GmbH w Giengen – ma ponad 50-letnie doświadczenie w produkcji lotniczych samochodów strażackich i w tym okresie dostarczył ich znacznie ponad 300 – byli to przedstawiciele klasy Z różnych typów na krajowe i międzynarodowe lotniska. W 2020 roku podmiot zaprezentował nową wersję klasy Z. Pierwsi klienci ocenili ten wyrób dość wysoko. Od czasu prezentacji prototypu do połowy 2022 roku do eksploatacji przekazano już ponad 20 takich pojazdów, a firma otrzymała kolejne zamówienia. Wśród pierwszych odbiorców znalazły się m.in. lotnisko Münster-Osnabrück (FMO), lotnisko w Hamburgu i międzynarodowe lotnisko towarowe Anambra w Nigerii.

Alternatywne napędy ZIEGLER zaczął produkować i wprowadzać już dekadę wcześniej, gdyż w 2012 roku zaprezentował zasilany elektrycznie tunelowy pojazd ratowniczy MERKUR. Jednak dla firmy ważne pozostaje także, aby pójść o krok dalej i znaleźć zrównoważoną ogólną koncepcję alternatywnych napędów w straży pożarnej. Celem było nie tylko wyprodukowanie pojazdu np. z napędem elektrycznym, ale i opracowanie koncepcji spełniającej wymagania lotniskowych straży pożarnych na całym świecie, lub wręcz je przewyższającej. Do tego zwrócono uwagę na holistyczne podejście, uwzględniające też zapewnienie odpowiedniego wyposażenia infrastruktury, utrzymanie niskich kosztów cyklu życia oraz wprowadzenie realnej koncepcji obsługi i konserwacji.

We współpracy z wytwórcą podwozi Titan oraz z krajowymi i międzynarodowymi lotniskami ZIEGLER opracował więc premierowy typ Z6 Hybrid – pierwszy własny pojazd strażacki z alternatywną koncepcją napędu. W rozwiązaniu tym zastosowano sprawdzone i przetestowane komponenty Scanii dla zapewnienia niezawodnego działania już w pierwszych fazach testów.

Z6 Hybrid może być napędzany na trzy różne sposoby: wyłącznie silnikiem elektrycznym, konwencjonalnie silnikiem spalinowym (Diesel) lub hybrydową technologią napędową. W tym ostatnim przypadku silniki elektryczne i spalinowe pracują inteligentnie razem. Oznacza to, że Z6 Hybrid jest zwykle czysto elektryczny na lotniskach. Odpowiedni zasięg umożliwia nawet, w zależności od profilu jazdy, że ponad 80% przejazdów może być wykonywanych elektrycznie.

W zastosowaniach, w których na lotniskach liczy się każda sekunda, Z6 Hybrid w pełni demonstruje swoje zalety. Silniki elektryczne i spalinowe bez problemu do prędkości maksymalnej rozpędzają pojazd, który waży do 39 000 kg. Tutaj wartości są na poziomie podwozia 8×8 z napędem Diesla. Jeśli akumulator kiedykolwiek będzie musiał zostać naładowany, pełna moc napędowa silnika wysokoprężnego konwencjonalnego Z6 jest dostępna jak zwykle. W przeciwieństwie do rynku, ZIEGLER nie podąża za trendem downsizingu, a tym samym gwarantuje pełną i długotrwałą niezawodność działania. Jeśli moc silnika elektrycznego nie jest dostępna, wszystkie wymagania normatywne są nadal spełniane.

⁹⁷ <https://www.ziegler.de/en/news-info/ziegler-presents-first-z-class-with-hybrid-drive-technology>

W ten sposób Ziegler rozwiązał zadanie opracowania przodującej na świecie alternatywnej koncepcji napędu dla lotniskowych samochodów strażackich. Model ten łączy aspekty zrównoważonego rozwoju, jest szybszy niż jakikolwiek porównywalny produkt i zapewnia zwykłą niezawodną pracę. Ze względu na swoją modułowość, koncepcja hybrydowa może zostać rozszerzona też na inne modele klasy Z.

Aby kontynuować prace nad Z6 Hybrid, oprócz zwykłych intensywnych testów przeprowadzanych przez ZIEGLER, od 2023 roku prototyp pojazdu będzie eksploatowany na lotnisku we Frankfurcie – FRAPORT. Sprawdzian u tego klienta obejmuje m.in. testowanie przydatności do użytku, elektryczny układ napędowy oraz rejestrowanie szerokiego zakresu danych pomiarowych w celu optymalizacji projektu technicznego i koncepcji działania.

4.3. Zachodnioeuropejski rynek samochodów ciężarowych na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi

Chociaż sprzedaż samochodów ciężarowych na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi stopniowo rośnie, niemniej wciąż przypada na nie niewielka część dostaw. Według danych ACEA – Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Samochodów⁹⁸ w roku 2020 aż 96,5% wszystkich nowo zarejestrowanych w Unii Europejskiej samochodów ciężarowych było zasilanych olejem napędowym, 2,9% zasilanych paliwami alternatywnymi, a jedynie 0,5% było zaopatrzonych w zelektryfikowane układy napędowe – 0,4% hybrydowe, 0,1% w pełni elektryczne.

Zmiany w tej strukturze sprzedaży następują relatywnie powoli. W 2021 roku⁹⁹ w Unii Europejskiej nadal dominowały dostawy odmian napędzanych tradycyjnie – przypadło na nie 95,8% rynku, czyli o 0,7% mniej niż w 2020 roku. Pojazdy zasilane elektrycznie stanowiły 0,5% sprzedaży nowych samochodów ciężarowych w całym regionie (wzrost z 0,4%), a pojazdy zasilane paliwami alternatywnymi uzyskały udział na poziomie 3,6% w porównaniu z 2,9/3,0% w 2020 roku.

Wzrost więc – jak wskazano – zachodzi, ale wciąż nie oznacza zasadniczego przełomu, szczególnie jeśli uwzględnimy cały rynek. W 2021 roku bowiem liczba rejestracji nowych samochodów ciężarowych z silnikiem Diesla w państwach UE wzrosła o 13,6% – do 255 099 sztuk. Z wyjątkiem Cypru wzrost odnotowały wszystkie rynki UE, w tym największe w zachodniej części kontynentu: Włochy (+21,9%), Hiszpania (+7,1%), Francja (+4,9%) i Niemcy (+4,8%). W Europie Środkowej niemal wszystkie kraje odnotowały zaś dwucyfrowe wzrosty. Polska była trzecim co do wielkości rynkiem samochodów ciężarowych z silnikiem Diesla w UE, gdyż sprzedaż wzrosła o 56,4% – do 30 827 sztuk.

⁹⁸ <https://www.acea.auto/figure/trucks-eu-fuel-type/>

⁹⁹ <https://www.acea.auto/fuel-cv/fuel-types-of-new-trucks-diesel-95-8-electric-0-5-alternative-fuels-3-6-share-full-year-2021/>

Zarazem w 2021 roku w całej UE sprzedano tylko 190 benzynowych samochodów ciężarowych, co oznacza spadek o 9,5% w porównaniu z 2020 rokiem, dając łączny udział w rynku na poziomie 0,1%. Ze 141 sprzedanymi egzemplarzami (+7,6%) Finlandia stanowiła zdecydowaną większość całej sprzedaży odmian zasilanych benzyną.

W przypadku wariantów z napędem alternatywnym łącznie w 2021 roku rejestracje nowych pojazdów zasilanych elektrycznie (ECV) wzrosły o 26,6%, z 982 szt. w 2020 roku do 1243 w 2021 roku. Na głównych rynkach UE największy wzrost odnotowała Hiszpania (+137,5%), a następnie Francja (+88,5%), podczas gdy sprzedaż we Włoszech pozostała stabilna. Niemcy też zanotowały niewielki wzrost (+15,8%), ale przy 987 sprzedanych egzemplarzach przypadła na nie zdecydowana większość wszystkich nowych elektrycznych samochodów ciężarowych zarejestrowanych w UE. Na drugim miejscu znalazła się Holandia z 75 zarejestrowanymi jednostkami (+82,9%). W rezultacie udział pojazdów ECV w sprzedaży nowych samochodów ciężarowych wzrósł z 0,4% w 2020 roku do 0,5% w 2021 roku. Rejestracje nowych hybrydowych samochodów ciężarowych z napędem elektrycznym (HEV) w UE odnotowały znaczny spadek, ponieważ sprzedaż zmalała o 55,9% – do 67 sztuk. Udział w rynku samochodów ciężarowych z napędem hybrydowym zmniejszył się wobec tego z 0,1% w 2020 roku do 0,03% całkowitej sprzedaży aut ciężarowych w 2021 roku. Jednocześnie odmiany na paliwa alternatywne, do których należą gaz ziemny, LPG, biopaliwa i etanol, stanowiły zdecydowaną większość samochodów ciężarowych z napędem alternatywnym sprzedawanych w całej UE w 2021 roku, z całkowitym udziałem w rynku wynoszącym 3,6% (wzrost z 3,0% w 2020 roku). Popyt wzrósł o 40,7% w całym regionie, do 9688 sztuk sprzedanych w 2021 roku. Głównymi rynkami zbytu samochodów ciężarowych na paliwa alternatywne były Niemcy (2258 sztuk; +37,5%), Francja (1858; +20,0%) i Polska (1596; +119,2%).

Tabela 4. Rejestracje zelektryfikowanych samochodów ciężarowych klasy tonażowej ciężkiej w krajach Europy Zachodniej i Centralnej w 2021 roku

| Kraj | Rynek całkowity (w sztukach) |
|------------|------------------------------|
| 1 | 2 |
| Szwajcaria | 77 |
| Norwegia | 56 |
| Szwecja | 47 |
| Holandia | 42 |
| Niemcy | 37 |
| Francja | 25 |
| Dania | 21 |
| Hiszpania | 11 |
| Włochy | 9 |

Tabela 4, cd.

| 1 | 2 |
|-----------|-----|
| Węgry | 7 |
| Polska | 4 |
| Belgia | 3 |
| Czechy | 2 |
| Finlandia | 2 |
| Irlandia | 2 |
| Austria | 1 |
| Suma | 346 |

Źródło: IHS Markit, www.ihsmarkit.com, za: materiały wewnętrzne Volvo Trucks.

W odniesieniu do samego segmentu odmian zelektryfikowanych dane przekazane przez zajmującą się analizami rynkowymi firmę IHS Markit¹⁰⁰ wskazują, że w 2021 roku w Europie Zachodniej i Centralnej zarejestrowano łącznie zaledwie 346 elektrycznych samochodów ciężarowych klasy tonażowej ciężkiej – o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 16 000 kg. Powyższe stanowi znaczny, bo aż 193-procentowy wzrost w stosunku do roku 2020. Największy udział w rynku na poziomie 42% ma Volvo Trucks. Krajami, w których zarejestrowano największą liczbę taboru tego rodzaju, były Szwajcaria, Norwegia, Szwecja i Holandia (tab. 4).

Dane te ewidentnie zatem wskazują, że mimo notowanego stałego wzrostu zbytu wersje na paliwa alternatywne oraz z alternatywnymi zelektryfikowanymi układami napędowymi nadal *de facto* stanowią rynkową niszę. Nawet jeśli ich sprzedaż w 2022 roku wzrośnie o 50-80%, to całkowity udział w rynku nie przekroczy 5-6%, z wyraźną dominacją wariantów na paliwa alternatywne, głównie na gaz – CNG/LNG.

4.4. Wnioski

Wraz z postępowaniem technicznym stale rośnie liczba aplikacji, w których mogą być wykorzystywane pojazdy na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi. Są to już liczne aplikacje, w tym dalekodystansowe, w zestawach klasy LHV-EC czy nawet SEC-HCT-HCV, oraz typowo specjalizowane i specjalistyczne, których użycie jeszcze kilka lat temu wydawało się mało prawdopodobne dla taboru tego rodzaju, jak w straży pożarnej czy w budownictwie. Niemniej, ponieważ ekologizacja bywa też determinowana przez element ekonomiczny – naturalną bądź wymuszoną prawnie i podatkowo opłacalność implementacyjną w połączeniu z dostępnością odpowiedniego sprzętu transportowego nadającego się do wykony-

¹⁰⁰ www.ihsmarkit.com

wania określonego zakresu zadań, dlatego na tym etapie proces ekologizacji taboru ciężarowego w krajach Europy Zachodniej przebiega niezwykle powoli. Większy popyt istnieje na odmiany gazowe – tańsze, wsparte już przez lepiej rozwiniętą infrastrukturę stacji tankowania oraz dostępne w większej liczbie wykonania bazowych i przygotowane do realizacji szerszego spektrum prac, niż na wersje zelektryfikowane, wciąż bardzo drogie i obciążone licznymi wadami wskutek ciągłych niedoskonałości technologii akumulatorowych oraz braku eksploatacyjnego wsparcia ze strony koniecznej infrastruktury do ładowania. Ten stan odzwierciedlają bardzo dobrze statystyki sprzedaży. Dlatego da się tu wyróżnić następujące kluczowe determinanty wpływające na dalszy możliwy wzrost popularności bardziej ekologicznego towarowego taboru samochodowego. Są nimi:

- postęp techniczny i popyt wpływające na koszty wytworzenia oraz dostępność pojazdów o określonych charakterystykach użytkowych,
- koszty eksploatacji wpływające na TCO całkowite,
- liczba odmian docelowych determinująca liczbę aplikacji możliwych do obsłużenia,
- możliwość generowania przez tabor określonego rodzaju TOE na zadanym poziomie, przy określonym poziomie notowanych kosztów,
- łatwość użytkowania i bieżące wymagania obsługowe,
- zasięg uzyskiwany na jednym tankowaniu/ładowaniu, który dla wybranych aplikacji czy użytkowników może wciąż być krytycznym czynnikiem przemawiającym przeciwko wyborowi ekologicznego, nisko- i zeroemisyjnego taboru, nawet gdy sama dostępność punktów tankowania/ładowania znacznie się poprawi, z kolei czas niezbędny na te czynności ulegnie wyraźnemu skróceniu,
- polityka państw, mogąca poprzez system podatkowy i opłat oraz nakazów i zakazów przyspieszyć proces ekologizacji samochodów,
- ściśle powiązane z liczbą i typem aut oraz zakresem prac przez nie wykonywanych stan, dostępność oraz stopień rozwoju niezbędnej infrastruktury towarzyszącej, z czym musi się już wiązać znaczne wsparcie nie tylko ze strony przemysłu, ale i państw.

Jeśli nastąpią zakłócenia w którejś z tych składowych, tzn. nie będzie się ona kształtowała na poziomie generalnie naturalnie akceptowalnym przez rynek, dodatkowo przy możliwości uwzględnienia w tej analizie większej proekologicznej świadomości i kosztowo-wydatkowej akceptowalności społecznej – tzn. zgody na płacenie więcej za przewozy bardziej chroniące przyrodę, wówczas proces wdrożeniowy będzie przebiegał o wiele wolniej. Bo chociaż w sprzedaży udział taboru ekologicznego stale rośnie, to nadal stanowi on istotną niszę. Bardziej da się więc tu mówić o stopniowej ewolucji wdrożeniowej, niż zauważalnej implementacyjnej rewolucji.

Współpraca interesariuszy w celu przyspieszenia i potanienia ekologizacji drogowego transportu towarowego

5.1. Założenia wstępne i uwarunkowania

Wiele krajów i wiodących firm przemysłowych inwestuje obecnie (stan na rok 2022) w ekologizację, w tym w elektryfikację ciężkiego transportu w celu zmniejszenia jego negatywnego wpływu na klimat. Pojazdy ciężkie odpowiadają bowiem za znaczną część emisji klimatycznych pochodzących z ruchu drogowego. Przez wiele lat paliwa odnawialne i częściowo gaz były w dużej mierze jedynymi rozwiązaniami pozwalającymi na podążanie w kierunku neutralności klimatycznej. Wynikało to z licznych niedoskonałości cechujących technologię elektryfikacji. Z czasem wiele z tych niedoskonałości, dzięki potężnym nakładom zasobowym, w tym zaangażowaniu kapitału ludzkiego i rzeczowego, po części udaje się przezwyciężyć. W rezultacie elektryfikacja pojazdów następuje relatywnie szybko. W przypadku samochodów ciężarowych klasy tonażowej ciężkiej i autobusów potrzebny jest jednak ciągły rozwój infrastruktury ładowania oraz ogniw akumulatorowych. Niemniej, chociaż tempo zmian w dziedzinie rozwoju akumulatorów należy do wysokich, a w ostatnich latach poczyniono duży postęp w celu lepszego dostosowania ogniw akumulatorowych do ciężkich pojazdów, to wciąż w tej materii zdecydowanie więcej pozostaje do zrobienia.

W rezultacie realizacja strategii ekologizacji i proekologizacji taboru wiąże się z potężnymi kosztami oraz połączonym z tym niemałym ryzykiem. Te koszty i ryzyko dotyczą głównie czterech zasadniczych obszarów:

- przygotowania technologii elektryfikacji cechujących się tzw. naturalną opłacalnością ekonomiczną, tzn. pod względem TCO i zdolności do generowania TOE w każdym rozpatrywanym momencie w pełni konkurencyjnych w stosunku do technologii napędowych nadal opartych na klasycznych jednostkach wysoko- i średnio- i niskoprężnych, w tym zasilanych ciekłymi paliwami alternatywnymi, a jeżeli już nie do nich, to przynajmniej do technologii gazowych. W pierwszym rzędzie kwestia dotyczy tu nadal wszelkich ograniczeń związanych z efektywnym kosztowo, czasowo i użytkowo dostarczaniem oraz magazynowaniem energii elektrycznej;
- potężnych nakładów, jakie są niezbędne na wzniesienie koniecznej, dotąd nieistniejącej infrastruktury przesyłowej i dystrybucyjnej do finalnego odbiorcy. Sami dostawcy taboru oraz po części dostawcy energii na tym etapie mogą nie być w stanie sfinansować niezbędnych nakładów, co z kolei może się wiązać z koniecznością uzyskania pomocy ze strony państwa. Tym bardziej, że brakuje

w rozwoju tej infrastruktury wyraźnie hamują sprzedaż bardziej ekologicznego taboru. Oznacza to jednak, że niemałe koszty elektryfikacji i tak ostatecznie poniosą społeczeństwa, niezależnie od tego, czy sfinansuje to najpierw biznes i następnie przełoży na wyższe ceny proponowanych usług, czy zapłacą za to państwa narodowe z podatków. Przy czym finansowanie przez państwa może się okazać bardziej wskazane ze względu na:

- fakt, że projektowanie takiej infrastruktury powinno być podporządkowane interesowi strategicznemu państwa, a nie czasowym interesom firm,
- fakt, że infrastruktura ta może służyć także innym dostawom energii, nie tylko do stacji ładowania,
- niższe koszty wzniesienia, gdyż państwo, w odróżnieniu od biznesu, nie musi na tym zarabiać i ponosi inne ryzyko, wpływające na standing finansowy przy zaciąganiu zobowiązań;
- dojsścia do etapu, gdy, po pierwsze, wodór jako paliwo będzie pozyskiwany w pełni ekologicznie i po konkurencyjnych kosztach, po drugie, gdy napędy wodorowe będą konkurencyjne kosztowo i eksploatacyjnie oraz po trzecie, gdy sieć dystrybucji wodoru będzie dobrze rozmieszczona i bezpieczna, a samo tankowanie – maksymalnie przyjazne dla użytkownika;
- zastąpienia w produkcji pojazdów materiałów wytwarzanych tradycyjnie – z wykorzystaniem związków/substancji, w tym paliw, opartych na węglowodorach kopalnych, materiałami powstałymi w sposób ekologiczny – zielony, w ogóle bez udziału czy jedynie z ograniczonym udziałem kopalin. Takim przyszłościowym w pełni ekologicznym przemysłowym nośnikiem energii ma się stać zielony wodór, a pierwszym materiałem produkowanym na jego energetycznej bazie została stal stosowana do budowy pojazdów. Pojazdy ekologiczne w trakcie eksploatacji muszą bowiem także:
 - być budowane w oparciu o zielone – wytworzone bez paliw kopalnych – komponenty i podzespoły,
 - być składane w zakładach cechujących się przynajmniej zerową emisją netto wyspecyfikowanych substancji szkodliwych, w pierwszym rzędzie dwutlenku węgla.

Te kluczowe elementy powodują, że następuje współpraca w różnych sferach oraz o różnym stopniu sformalizowania pomiędzy producentami pojazdów a:

- dotychczasowymi konkurentami – innymi producentami samochodów,
- niezależnymi instytutami badawczymi i instytucjami publicznymi,
- dostawcami kluczowych komponentów,
- dostawcami paliw i energii.

Do tego dochodzi wielopłaszczyznowa współpraca pomiędzy producentami samochodów, dostawcami paliw i energii oraz podmiotami odpowiedzialnymi za budowę, dostawy sprzętu i wyposażenia dla samej infrastruktury przesyłowej i ładowania – jeśli okazuje się konieczna – oraz sieci dystrybucji paliw i energii. Ta współpraca najczęściej przybiera formy:

- zwykłych komercyjnych umów o współpracy,
- niezależnych platform do współpracy i wdrażania,
- konsorcjów celowych,
- aliansów strategicznych,
- aliansów strategicznych przechodzących do bardziej sformalizowanej postaci – poziomu kooperacji w postaci spółek *joint venture*,
- wykupywania udziałów czy obejmowania akcji z kolejnych emisji.

W państwach takich jak Szwecja czy Niemcy zaznacza się też silny aktywny udział w tych przedsięwzięciach podmiotów publicznych, jak władze lokalne i regionalne oraz krajowe. Do tego liczne z tych projektów są współfinansowane z funduszy publicznych. Osobną kwestię stanowi większa i celowa aktywizacja unijnego sektora rolniczego. Ma on pomóc w większej ekologizacji pojazdów i transportu, jednocześnie sam na tym korzystając w sferach takich jak: maksymalne przetworzenie biomasy, dostawa biogazów i wysoko wydajnych nawozów czy uprawa roślin nienadających się do konsumpcji i na terenach zdegradowanych ekologicznie z przeznaczeniem na paliwa alternatywne. Zasadnicza korzyść z tego będzie polegała na dalszej aktywizacji terenów wiejskich oraz poprawie dobrobytu ich mieszkańców dzięki zwiększaniu ich udziału w wytwarzanym PKB.

5.2. Przykłady współpracy

5.2.1. Współpraca z instytucjami publicznymi

REEL – współpraca nad przyspieszeniem i ułatwieniem zelektryfikowanego transportu ładunków¹

Elektryfikacja transportu samochodowego jest konieczna, aby zmniejszyć wpływ ciężkiego ruchu drogowego na klimat i zdrowie społeczeństw. Wychodząc z tego założenia, wiele podmiotów połączyło więc siły, aby przetestować zelektryfikowany system transportu towarowego w Mälardalen i Västra Götaland z zamiarem wprowadzenia go na dużą skalę w Szwecji.

Przejęcie na zelektryfikowany system transportu towarowego stanowi ważny krok w kierunku zrównoważonego społeczeństwa. Ale zmiana ta okazuje się bardziej złożona, niż się początkowo wydaje. Podważa bowiem ugruntowany system o wielkim znaczeniu. Elektryfikacja wymaga mianowicie nowych sposobów pracy i porozumień w systemie transportowym i jego łańcuchach wartości. Ma bezpośredni i rozległy wpływ na wielu interesariuszy. A pytania o wspólne zasoby, zasady gry, luki instytucjonalne, podział kosztów i ryzyka oraz zmiany w zachowaniu bywają wysuwane na pierwszy plan i wymagają odpowiedzi.

¹ <https://closer.lindholmen.se/projekt/reel>

Szwedzki Projektet Reel – REEL – skupia przedstawicieli producentów samochodów ciężarowych, operatorów sieci elektroenergetycznych, przedsiębiorstw energetycznych, operatorów stacji ładowania, przewoźników, zamawiających – odbiorców transportu ładunków, operatorów terminali, operatorów punktów ładowania, dostawców urządzeń do ładowania i systemów zarządzania. Poza tym w projekcie uczestniczą podmioty publiczne – regiony, miasta i uczelnie. Biorąc udział w tym przedsięwzięciu, strony zyskują zatem ogromne możliwości współpracy z innymi graczami w celu przyspieszenia koniecznych przekształceń i dalszego rozwoju wsparcia systemowego niezbędnego do elektryfikacji transportu ciężkiego. Ważne pozostaje więc tutaj, że w REEL uczestniczą wszyscy interesariusze, każdy z nich ma możliwość przedstawienia swoich poglądów, a decyzje wdrożeniowe są wypracowywane na bazie niepodważalnych wyników badań oraz w następstwie konsensusu wszystkich zaangażowanych stron.

Strony REEL wspólnie testowały i rozwijały w praktyce elektryfikację regionalnego transportu samochodami ciężarowymi – przewóz do 300 km w Mälardalen i Västra Götaland. Projekt był finansowany przez Szwedzką Agencję Energii i Vinnova kwotą 12,5 mln SEK na lata 2020-2021. Takie próby z różnymi uczestnikami są niezbędne, aby można było odnieść sukces przy wdrażaniu prawdziwej zmiany. Przykładami stawianych tu pytań są: jakie zmiany zachowań są wymagane, jak zmieniają się modele biznesowe i jak zarządzanie publiczne najlepiej przyczynia się do zmiany? To wyraźny przykład demonstracji systemów, które mogą zyskać międzynarodową świetność, ale też w znacznym stopniu przyczynić się do zmian.

Cel projektu polega na utworzeniu drogi dla elektryfikacji przewozów na dużą skalę w Szwecji, gdzie 60% całego drogowego transportu towarowego ma charakter regionalny. Dzięki doświadczeniu i danym z testów w rzeczywistym środowisku rozwiązania projektu zostaną rozszerzone na kolejne regiony. Projekt uwzględni również inwestycje kontynuacyjne do realizacji w całej Szwecji. To w takim razie ważny pierwszy krok w kierunku elektryfikacji na dużą skalę, w której niezbędna okazuje się współpraca między podmiotami biznesowymi a państwem, dodatkowo wzmocniona ogłoszonymi w ustawie budżetowej znacznymi wydatkami w zakresie infrastruktury ładowania. Przed wprowadzeniem krajowym należy zająć się pewnymi kwestiami. Projekt koncentruje się na następujących elementach:

1. Kto ponosi koszty i ryzyko, gdy produkcja samochodów ciężarowych staje się droższa, wskutek czego elektryczne samochody ciężarowe są droższe?
2. Gdzie i jak wygodnie da się ładować zelektryfikowane samochody ciężarowe?
3. Jaka infrastruktura jest potrzebna, gdy wiele osób ładuje w tym samym czasie?
4. Co to znaczy, kiedy przewóz, załadunek i rozładunek w większym stopniu mogą odbywać się w nocy, aby wykorzystać pojemność – zdolności przewozowe, gdyż pojazdy są ciche?
5. Czy zelektryfikowany system transportu ładunków może zapewnić zwiększoną efektywność transportu z punktu widzenia energii, środowiska, zasobów i gospodarki?

6. W jaki sposób są optymalizowane przepływy logistyczne i harmonogramy dla kierowców, pojazdów, stacji ładowania i stanowisk załadunkowych, aby zminimalizować przestoje taboru?
7. W jaki sposób gwarantuje się przejrzystość i standaryzację umożliwiające konkurencję i zrównoważenie gospodarcze we wszystkich częściach systemu?
8. W jaki sposób publiczne zarządzanie i wsparcie mogą skutecznie promować rozwój transformacji?

Uczestnikami projektu REEL są Chalmers, Dagab, EVBox, Göteborg Energi, Scania, Vattenfall, DHL i Volvo koncernem. W projekcie biorą również udział Energimyndigheten, Trafikverket och Vinnova. Władze państwowe zapewniają finansowanie, ekspertyzy przypadków, perspektywę systemową i synchronizację wsparcia badawczo-innowacyjnego oraz środków infrastrukturalnych. Szwedzka Agencja Energii i Vinnova przekazują 12,5 mln SEK, podczas gdy strony projektu wnoszą 17,5 mln SEK. Projekt jest prowadzony przez platformę współpracy CLOSER w Lindholmen Science Park.

FFI – REEL – intensywny rozwój zelektryfikowanego ciężkiego transportu drogowego²

Przejęcie na zelektryfikowany system transportu towarowego jest ważnym krokiem w kierunku zrównoważonego społeczeństwa. Mimo to nadal transformacja w kierunku systemu transportu wolnego od paliw kopalnych zachodzi zbyt wolno. Szwedzkie państwo i przemysł łączą więc siły z kwotą nieco ponad 400 mln SEK, aby wesprzeć dwa projekty REEL i E-Charge prowadzone przez CLOSER i Lindholmen Science Park. Inwestycja odbywa się w ramach programu Vehicle Strategic Research and Innovation (FFI – Strategiczne Badania i Innowacje Dotyczące Pojazdów) oraz przyspiesza przejście na zrównoważony transport drogowy i natychmiastowo ogranicza emisje. To satysfakcjonujące potwierdzenie, pokazujące, jak ważne okazują się współpraca i rola przemysłu motoryzacyjnego dla rozwiązań korzystnych społecznie. Ponieważ Lindholmen Science Park koncentruje się na zrównoważonej mobilności przyszłości, prowadzenie przez niego jako organizację goszczącą tych kompleksowych inicjatyw na rzecz zelektryfikowanego systemu transportu towarowego stanowi właściwe wyjście.

W ramach projektu REEL, który jest obecnie (stan na rok 2022) rozbudowywany, odbędzie się zwiększanie regionalnych przepływów transportu zelektryfikowanego. W wielu regionalnych usługach transportu towarowego będzie wykorzystywanych 40 samochodów z napędem akumulatorowym. Pojazdy będą jeździć po całej Szwecji, ale z koncentracją w Mälardalen, Skanii i Västra Götaland. Uwzględnione zostaną zarówno prototypy, jak i seryjnie produkowane auta i zestawy o łącznej masie 16 000-74 000 kg. Ponadto projekt obejmie infrastrukturę ładowania wraz z cyfrowo podłączonym wsparciem systemowym w bazach, terminalach logistycznych

² <https://www.lindholmen.se/nyheter/stor-utrullning-av-elektrifierade-tunga-vagtransporter>

i w innych ważnych punktach logistycznych. Przejście do świata wolnego od paliw kopalnych wymaga bowiem szeroko pojętej innowacji w całym społeczeństwie. To wyraźny przykład szeroko pojętej innowacji, w której firmy, władze i inne osoby wspólnie zwracają uwagę, że nawet modele biznesowe, zachowania i przepisy muszą być rozwijane w kierunku zrównoważonego rozwoju.

Rozbudowanie REEL stworzy możliwość zlecenia i oceny transportu zelektryfikowanego na dużą skalę na rodzimym rynku szwedzkim, bliskim pracom badawczo-rozwojowym platformy. Wyciągnięte wnioski i doświadczenia ze zelektryfikowanych przepływów logistycznych odegrają kluczową rolę w zwiększaniu skali elektryfikacji i spełniania celów klimatycznych sektora transportowego. Przykładowo pochodzące od Scanii wariant całkowicie elektryczny i elektryczna hybryda są szybko ładowane w tym samym czasie, gdy przeładunek odbywa się w centralnym magazynie Dagab w Jordbro.

HITS – REEL

Ogólnie przejście na zelektryfikowany system transportu towarowego jest ważnym krokiem w kierunku zrównoważonego społeczeństwa. Tym bardziej, że w ramach projektu HITS (Hållbara & Integrerade urbana TransportSystem – Zrównoważony i Zintegrowany System Transportu Miejskiego) kwestia dotyczy wykazania, że logistyka to nie tylko transport³. Projekt HITS zagłębia się mianowicie w problemy transportu w miastach, w tym transportu poza szczytem. Kluczowe są tu następujące zagadnienia i pytania: czy przewoźnicy zwiększają precyzję dostaw, gdy przewożą ładunki poza godzinami szczytu, co jest ważną wartością dla klienta, ale jeśli klient nie chce towaru w tym czasie, co wtedy pozostaje z tej wartości? Z tym wiąże się kolejne pytanie: czy można to rozwiązać w taki sposób, aby obie strony czerpały korzyści z towarów przybywających w nocy?

Prowadzone badania wykazały, że wydajność transportu w czasie można zwiększyć o 30%, gdy ciężki samochód dystrybucyjny, mogący teoretycznie zastąpić pięć furgonetek, dostarcza poza godzinami szczytu. Jeżeli pojazd jest również zasilany energią elektryczną i dzięki temu pracuje cicho, otwiera się też możliwość dostaw w nocy, a tym samym znacznie zmniejsza się wpływ ruchu takiego pojazdu na ruch uliczny w godzinach szczytu. Niemniej dostawy nocne nie wszystkim odpowiadają. Niewielu odbiorców chce dostaw o tej porze. Jako wybrane bariery wskazywane są: dostępna przestrzeń magazynowa, wyższe koszty personelu oraz bezpieczeństwo takich operacji. Co więcej, takie dostawy mogą się okazać mniej efektywne czasowo dla personelu mającego nocą odebrać towar, a w tym czasie pozbawionego innych zadań. Ponadto każdy punkt dostaw ma swoje własne wyzwania w zakresie warunków fizycznych i hałasu. A są to czynniki mogące mieć duży wpływ na to, czy dostawa poza szczytem okazuje się odpowiednia, czy nie. Dlatego na początek

³ Tamże; <https://closer.lindholmen.se/projekt/hits-2024>; <https://closer.lindholmen.se/nyheter/logistik-inte-bara-transporter>

do przyjmowania takich dostaw właściwe wydają się podmioty kontrolujące cały łańcuch produktów, takie jak większe sieci spożywcze z własnymi obiektami lub firmy zatrudniające pracowników na miejscu w nocy, np. hotele, szpitale i niektóre restauracje.

Ponadto cyfryzacja może tworzyć wartość. W ramach HITS zbadano, w jaki sposób może przebiegać cyfryzacja łańcucha dostaw, jakie etapy tej cyfryzacji tworzą wartość i dla kogo. Celem było zrozumienie, w jaki sposób można odbierać towary bez personelu na miejscu. Odbiór bezobsługowy tworzy nowe korzyści dla klienta po stronie odbiorczej, pod warunkiem że odbiorcy mają poczucie, że posiadają zaufanie do tego procesu. Okazało się, że najważniejszymi warunkami wstępnymi są kwestie bezpieczeństwa i jakości. Na przykład istotne jest, czy właściwy kurier dostarcza właściwy towar, czy łańcuchy chłodnicze są nienaruszone i czy istnieją inteligentne zamki. Innymi słowy, potrzebne są różne rodzaje weryfikacji i pokwitowań. Kolejnym ważnym czynnikiem tworzącym wartość dodaną jest kontrola nad zarządzaniem odchyleniami. Można to osiągnąć, jeśli istnieją identyfikowalność i przejrzystość w miejscu, w którym znajdują się towary – tzn. wprowadzić identyfikowalność wszystkich potencjalnych braków, tak by łatwo dało się je stwierdzić i na tej podstawie podjąć odpowiednie środki zaradcze. Poza godzinami szczytu okazuje się to dobre dla środowiska – ale wymaga wysiłków społeczności. Jeśli społeczeństwo chce zmniejszyć zatłoczenie w miastach i zezwolić na dostawy poza godzinami szczytu, kwestia obecnych przepisów musi zostać zaktualizowana i potraktowana poważnie. Kiedy bowiem miasto wprowadza przepisy dotyczące dostaw nocnych – tzn. zezwala na takie dostawy, powyższe wpływa znacznie poza jego granice z dwóch zasadniczych powodów. Przede wszystkim firmy często muszą uwzględniać te wymagania w swoich umowach. Co więcej, są to umowy zwykle obowiązujące w całym kraju. Na takie dostawy muszą się więc zgodzić przewoźnicy jeżdżący dla tych firm, co może się wiązać z renegocjacją dotychczas płaconych stawek. Kolejne zasadnicze wyzwanie polega na tym, że magazyny, z których odbywają się dostawy, są zazwyczaj usytuowane poza miastami. W rezultacie mieszkające wokół nich społeczności mogą być dotknięte przez hałas spowodowany decyzjami miast o zezwoleniu na dostawy nocne.

W związku z tym nieaktualne zasady należy zaktualizować. Powód wprowadzania przepisów stanowi to, że tradycyjna dystrybucja ładunków nocą nie spełnia wymagań dotyczących hałasu. Elektryfikacja pojazdów rozwiązuje wiele problemów związanych z hałasem, ale nie wszystkie. Klatki na kółkach, palety i inny sprzęt do przenoszenia również w trakcie rozładunku i załadunku mogą powodować hałas i stwarzać problemy dla mieszkańców w okolicy. Dlatego należy się nimi posługiwać inaczej. Inne korzyści, jakie otrzymuje miasto, to bardziej wydajne dostawy i w rezultacie mniejsze zagęszczenie ruchu, ograniczony negatywny wpływ na klimat oraz lepsza jakość powietrza. A zatem dla społeczeństwa ważne jest, aby sprostać wymogom prawnym i wprowadzić ulgę dla tych, którzy chcą jeździć poza szczytem nowoczesnymi i cichymi pojazdami.

W ramach projektu jest też realizowana inicjatywa E-Charge, obejmująca rozwiązania systemowe w dziedzinie transportu dalekobieżnego pojazdami z napędem akumulatorowym⁴. Są więc opracowywane prototypowe lżejsze samochody na baterie elektryczne, mogące obsługiwać przewozy dalekobieżne, tj. codzienne przejazdy na dystansach dłuższych niż 50 km. Pojazdy te będą następnie testowane w kilku dużych przepływach logistycznych między największymi szwedzkimi miastami i ładowane dużą mocą w okresach odpoczynku kierowców. Projekt łączy prace rozwojowe w kilku obszarach tematycznych z badaniami na poziomie systemu zintegrowanego w celu budowania wiedzy i zrozumienia, w jaki sposób elektryfikacja transportu dalekobieżnego może wpływać na większe systemy, takie jak logistyka i układy elektryczne.

Rozwój REEL daje możliwość zdobycia większej wiedzy o tym, jakie usługi trzeba świadczyć, aby klienci mogli jak najefektywniej korzystać ze swoich pojazdów elektrycznych. Obejmują one planowanie tras, monitorowanie zużycia energii i zasięgu oraz rozwiązania do wyszukiwania, rezerwacji i płacenia za ładowanie pojazdu. Bardzo ważne pozostaje też to, że projekt pomaga przyspieszyć rozbudowę infrastruktury ładowania ciężkich pojazdów, aby móc zwiększyć skalę elektryfikacji transportu regionalnego. Ponadto w projekcie największe samochody ciężarowe będą zasilane energią elektryczną, co jeszcze kilka lat temu uważano za całkowicie niemożliwe. To pokazuje, jak szybko rozwój zmierza w kierunku wolności od paliw kopalnych w obszarze transportu. Podkreśla także, że projekt będzie systematycznie przynosił pozytywne rezultaty rządowej komisji elektryfikacyjnej.

Oba projekty – REEL i HITS – rozpoczęły się w 2021 roku i potrwać do 2024 roku oraz stanowią ważny wkład w osiągnięcie szwedzkiego krajowego zelektryfikowanego systemu transportu towarowego.

Megaregion STRING – projekt na rzecz pionierskiej zielonej transformacji transportu drogowego⁵

Organizacja członkowska STRING łączy samorzady lokalne z Niemiec, Danii, Szwecji i Norwegii w celu współpracy w zakresie rozwoju infrastruktury transgranicznej, ułatwienia zielonej transformacji w sektorze transportu oraz przyspieszenia innowacji i eksportu w zakresie zielonych technologii. W 2022 roku samorzady lokalne i regionalne w Niemczech, Danii, Szwecji i Norwegii wraz z sześcioma prywatnymi firmami wystąpiły o dofinansowanie UE/CEF na wsparcie połączonej sieci stacji paliw wodorowych od Hamburga do Oslo.

Alternatywa dla paliw kopalnych jest już dostępna, a technologia wodorowych ogniw paliwowych stanowi realną zieloną opcję w bezproblemowej bezemisyjnej rewolucji w transporcie drogowym. Dlatego STRING planuje (stan na rok 2022) inwestowanie w sieć paliwową, która to wszystko umożliwi. Pojazd wodorowy tan-

⁴ <https://closer.lindholmen.se/projekt/reel>, <https://emobilitycentre.se/>

⁵ www.quantron.net/en/q-news/pr-berichte/

kuje się w ciągu 5-12 minut, umożliwiając transport ładunków i ludzi bez logistycznych wyzwań związanych z ładowaniem alternatywnych akumulatorów. Ponadto pojazdy wodorowe są ciche, a ich jedynym produktem ubocznym jest woda. Aby jednak paliwa wodorowe stały się niezawodną alternatywą dla benzyny i oleju napędowego, trzeba je udostępnić. Wspierając wprowadzanie pojazdów wodorowych poprzez tworzenie niezbędnej wodorowej infrastruktury paliwowej, samorządy dają szansę na zakończenie ery paliw kopalnych oraz eliminację zanieczyszczeń pyłowych i emisji CO₂ z sektora transportu.

W takim układzie, aby rozwiązać problem infrastruktury paliwowej, członkowie STRING i sześć prywatnych firm zainicjowało transgraniczne partnerstwo publiczno-prywatne, by z pomocą funduszy UE zainwestować w sieć stacji paliw wodorowych. Jeśli zostanie zatwierdzony, projekt GREATER4H przyspieszy wdrażanie pojazdów wodorowych w całym megaregionie i uczyni z Europy Północnej światowego lidera w ekologicznej transformacji transportu drogowego. Partnerzy prywatni Everfuel (DK), Hynion (NO) i GP JOULE (DE) zbudują i będą obsługiwać stacje tankowania, podczas gdy Quantron (DE) będzie dostarczać pojazdy wodorowe w różnych kategoriach masowych oraz przewodzić rozwojowi finansowemu i rynkowemu poprzez zachęty potrzebne do zwiększenia popytu na samochody ciężarowe na wodór. GREATER4H będzie działać jako katalizator przyspieszający dostawy pojazdów wodorowych od wytwórców pojazdów. jako partnerzy stowarzyszeni do GREATER4H dołączyły Ørsted (DK) i RENOVA (SE), aby jako operatorzy samochodów ciężarowych na wodór wnieść swój wkład w określone perspektywy dostaw zielonego wodoru i właściwe funkcjonowanie użytkownika końcowego. Ponadto 13 organów publicznych w STRING przyczyni się do rozwoju projektu GREATER4H, zachęcając do zharmonizowania regulacji związanych z rozwojem infrastruktury wodorowej.

Projekt został opracowany pod przewodnictwem STRING Schleswig-Holstein i Schleswig-Holstein będzie kierował GREATER4H w przyszłości. Ponieważ zeroemisyjny sektor transportu jest możliwy tylko z zeroemisyjną siecią paliwową, jeśli się uda, GREATER4H będzie wielkim krokiem naprzód dla zielonej transformacji i pokaże, w jaki sposób da się osiągnąć pełną dekarbonizację transportu drogowego.

Elektryfikacja logistyki śródmiejskiej

MAN Truck&Bus bierze udział w projekcie EIT Urban Mobility ZEUS (Zero Emission Off-peak Urban DeliverieS – Zeroemisyjne Miejskie Dostawy Poza Szczytem), w jego ramach wdrażając elektrycznego eTGM przeznaczonego do dystrybucji ładunków w centrach miast⁶. Testy przeprowadzone w centrum Monachium pokazują, jak mają wyglądać usługi transportu ładunków w przyszłości.

Podmiot udowadnia, że tabor elektryczny może być efektywnie używany we wrażliwych porach dnia, przeprowadzając własne próby w centrum stolicy Bawarii.

⁶ <https://press.mantruckandbus.com/corporate/man-electrifies-inner-city-logistics/>

Cel projektu polega na badaniu możliwości wdrożenia elektrycznych samochodów ciężarowych jako alternatywnej opcji dystrybucji poza godzinami szczytu w celu zmniejszenia natężenia ruchu w godzinach szczytu oraz redukcji emisji.

eTGM emituje znacznie mniej hałasu w porównaniu z odpowiednikami z silnikiem Diesla. Przeniesienie dostaw w obrębie miast w czasie poza porą szczytu sprawia, że proces logistyczny staje się bardziej efektywny bez wpływu na mieszkańców. Monachium, podobnie jak wiele innych obszarów metropolitalnych, jest poważnie dotknięte rosnącym natężeniem ruchu i zanieczyszczeniem powietrza. Zmiana sposobu dostarczania ładunków do centrum miasta przyniosłaby zatem pozytywne skutki na wielu poziomach. Jedno z rozwiązań stanowi dostarczanie towarów do sprzedawców detalicznych poza godzinami szczytu za pomocą pojazdów z napędem elektrycznym. Każde badanie naukowe pokazuje mianowicie, że przesunięcie dostaw w obrębie miast poza godziny szczytu oznaczałoby, że procesy logistyczne mogłyby być realizowane szybciej, a ich wpływ na cały inny ruch byłby znacznie mniejszy niż w godzinach szczytu. Zostało to również potwierdzone podczas jazd testowych, które w listopadzie 2020 roku MAN przeprowadził w ramach projektu ZEUS we współpracy z Monachium.

Próby zrealizowane przy użyciu w pełni elektrycznego dystrybucyjnego eTGM wykazały oszczędność czasu od 15 do 30%, co można osiągnąć poprzez przesunięcie okna czasowego dostaw w miastach na godziny pozaszczytowe. Jednocześnie udało się poprawić punktualność i rzetelność planowania do prawie 100%. Kolejny aspekt to wyraźnie zauważalna redukcja hałasu podczas używania pojazdów elektrycznych. Powyższe sprawia, że przejście na godziny pozaszczytowe okazuje się w pełni możliwe, gdyż nie wpływa na mieszkańców. Przeprowadzając te jazdy z eTGM w Monachium, potwierdzono, że silnik elektryczny powoduje obniżkę hałasu. Odczuwalny hałas zmniejsza się o co najmniej jedną czwartą, a w pewnych przypadkach nawet o połowę, przeważnie przy prędkościach poniżej 30 km/h.

Projekt ZEUS to część unijnej inicjatywy EIT Urban Mobility. Cel tego projektu polega na zamodelowaniu i zademonstrowaniu różnych aplikacji wykorzystujących ciche, miejskie procesy logistyczne poza godzinami szczytu i w porze nocnej, aby zidentyfikować realistyczne możliwości dostaw do miast poza godzinami szczytu, zarazem spełniając wymagania miejskich dostaw. Badania przeprowadzone w ramach projektu ZEUS wykazały, że system dystrybucji stał się znacznie wydajniejszy, skrócił się czas dostawy, poprawiła się punktualność, a praca pojazdu nie powodowała uciążliwego hałasu. Kluczowe wyzwanie, którym należy się zająć, polegało na tym, że firmy detaliczne musiałyby restrukturyzować swoje operacje odbioru towarów do godzin poza szczytem, co może spowodować wzrost kosztów dla tych przedsiębiorstw.

Podsumowując: ciche dostawy poza godzinami szczytu w szybszym tempie pomogą miastom stać się czystszyimi i mniej zatłoczonymi, niż byłoby to możliwe w innym przypadku.

Badania w Berlinie⁷

Badanie „ZeroEmissionDeliveries – Berlin”, realizowane przez stowarzyszenie ekologiczne Transport&Environment na konkretnym przykładzie Grupy REWE, analizowało warunki, w których istniałaby możliwość przestawienia regionalnego transportu dostawczego na pojazdy elektryczne – tzn. dystrybucję artykułów spożywczych samochodami z napędem elektrycznym. W badaniu uczestniczy MAN Truck&Bus, oferując swoją wiedzę producenta taboru.

Koncern widzi w elektryfikacji miejskiego i regionalnego transportu towarowego i osobowego istotny potencjał w zakresie ochrony klimatu. Korzystanie z aut elektrycznych zasilanych wyłącznie energią elektryczną pozwoli na redukcję śladu CO₂ w transporcie. Zastąpienie flot o tradycyjnym napędzie wersjami z napędem elektrycznym jest jednak procesem bardzo złożonym, wymagającym stworzenia nowej infrastruktury ładowania oraz odpowiedniego dostosowania sieci elektrycznych i trybu pracy. Dlatego MAN wraz z zespołem ekspertów MAN Transport Solutions już od 2018 roku wspiera swoich klientów przy wymianie floty i przechodzeniu na odmiany elektryczne. Napęd elektryczny jest rozwijany, a za tym pojawiają się także nowe możliwości dla klientów. Jedną z nich polega na realizacji dostaw w centrach miast poza godzinami szczytu, przy zastosowaniu pojazdów z napędem elektrycznym, generujących znacznie mniej hałasu. W tym zakresie MAN współpracował już w ramach projektu EIT Urban Mobility ZEUS. Rozpoczęte przez Transport & Environment badanie „ZeroEmissionDeliveries – Berlin” ma na celu pomiar na konkretnym przykładzie możliwości elektryfikacji. Trzon projektu tworzą T&E, REWE Group, MAN Truck&Bus i Instytut Fraunhofer ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung). Ten ostatni zajmuje się badaniem systemów i rozwiązań innowacyjnych oraz będzie realizował to badanie. Pozostałymi partnerami uczestniczącymi w tym projekcie są: Stromnetz Berlin, Allego i Compleo.

Ten wspólny projekt stanowi ważny krok w kierunku wprowadzenia pojazdów elektrycznych do transportu dostawczego. Po licznych „projektach” i „mapach drogowych” nadszedł czas, aby przedstawić przedsiębiorstwom jasny obraz sytuacji. Z pomocą Instytutu Fraunhofer ISI strony starają się ustalić, jakie możliwości istnieją już dzisiaj, a jakie działania muszą być podjęte przez polityków, operatorów infrastruktury oraz wytwórców pojazdów, aby elektryfikacja flot dystrybucyjnych w dużych miastach mogła się realnie rozpocząć.

Punkt wyjścia analizy stanowią należące do REWE Group centra logistyczne Oranienburg i Alt-Mariendorf. Badanie przeprowadzono na praktycznym przykładzie regionalnego systemu logistycznego w Berlinie i w okolicach. Przeanalizowano trasy dostawcze dla ponad 250 marketów REWE w tym regionie. Przy zaopatrywaniu supermarketów w Berlinie i w okolicy wszystkie składowe tego systemu dobrze współpracują ze sobą. Niezawodne funkcjonowanie floty pojazdów dystrybucyjnych

⁷ <https://press.mantruckandbus.com/corporate/en/food-distribution-with-electric-trucks---man-participates-in-study-in-berlin/>

odgrywa tu więc kluczową rolę. Dotychczas, dzięki poprawie techniki jazdy i optymalizacji planów tras, udało się znacznie ograniczyć zużycie paliwa. Dlatego REWE jest bardzo zainteresowane innowacyjnymi rozwiązaniami zapewniającymi poszanowanie surowców i angażuje się w ten projekt. Badanie ma przynieść odpowiedzi na następujące pytania:

- Jakie pojazdy są potrzebne?
- Jak wygląda optymalny plan tras dla pojazdu elektrycznego?
- Jak można stworzyć sprawny miks – jeden system obejmujący połączoną infrastrukturę prywatną i publiczną?
- Jakie wymagania wynikają z tego dla sieci rozdzielczej i wytwórców energii?

Przy realizacji badania T&E pomocne mogą się okazać cenne doświadczenia dotyczące eTGM, które od 2018 roku MAN gromadzi w rzeczywistych warunkach eksploatacji w ramach realizowanego w Austrii projektu CNL. Sam projekt T&E dotyczący bezemisyjnego transportu dostawczego dostarczy wszystkim jego uczestnikom istotnych informacji, uwzględniając konkretne wymagania Grupy REWE. W szczególności na tej podstawie wspólnie z zespołem sprzedaży MAN zostaną ustalone niezbędne specyfikacje dla przyszłej palety pojazdów elektrycznych. Poza tym da się stwierdzić, jaka infrastruktura systemów ładowania będzie musiała powstać w najbliższych latach w środowisku miejskim.

5.2.2. Projekty komercyjne

Europejskie konsorcjum wodorowe

Europejskie konsorcjum, w skład którego wchodzi 25 wiodących podmiotów z sektora wodorowego, rozpoczęło współpracę, aby określić, opracować i przetestować pierwszą normę europejską dla modułów ogniw paliwowych do zastosowań typu „heavy-duty”, czyli ciężkich pojazdów użytkowych, w tym autobusów i samochodów ciężarowych⁸.

Norma ta może oznaczać przełom, którego branża ogniw paliwowych potrzebuje, aby poprawić konkurencyjność na rynku poprzez umożliwienie rywalizacji, zmniejszenie kosztów oraz produkcję na masową skalę. Konsorcjum działa pod nazwą StasHH, a w jego skład wchodzi jedenastu dostawców modułów ogniw paliwowych, dziewięciu wytwórców oryginalnego wyposażenia oraz pięć instytucji badawczych, przeprowadzających testy, techniki inżynierskiej i/lub naukowych. Konsorcjum opracuje normy w zakresie wymiarów fizycznych, interfejsów cyfrowych, protokołów z testów i wymogów w sferze bezpieczeństwa modułów ogniw paliwowych, które można zamontować oraz stosować w pojazdach typu „heavy-

⁸ <https://www.solarisbus.com/pl/biuro-prasowe-solaris-bus-coach-sp-z-o-o/europejskie-konsorcjum-opracuje-normy-dla-modulow-ogniw-paliwowych-do-zastosowan-typu-heavy-duty-misja-stashh-1463>

-duty”, takich jak wózki widłowe, autobusy, samochody ciężarowe, pociągi, statki oraz maszyny budowlane. Konsorcjum otrzyma dofinansowanie z Unii Europejskiej ze środków Wspólnego Przedsięwzięcia na rzecz Technologii Ogniw Paliwowych i Technologii Wodorowych. Wartość tej dotacji wyniesie 7,5 mln EUR, co umożliwi rozpoczęcie prac nad wykorzystaniem ogniw paliwowych w tych obszarach. Całkowity budżet projektu określono na 15,2 mln EUR.

Nomenklatura rozmiarów baterii i akumulatorów została ustalona wraz z upływem czasu i jest znana jako „typ AA”. Jej przygotowanie przełożyło się na szybkie zastosowanie technologii baterii w szerokiej gamie rozwiązań. W odniesieniu do modułów ogniw paliwowych, będących kluczowym komponentem systemów ogniw paliwowych, konsorcjum StasHH przewiduje opracowanie podobnej nomenklatury, tj. „typ HH”. Po wypracowaniu porozumienia branżowego w zakresie normy między dostawcami modułów ogniw paliwowych a wytwórcami oryginalnego wyposażenia dostawcy modułów ogniw paliwowych z konsorcjum zaprojektują i opracują znormalizowane moduły dla różnych klas mocy. Następnie moduły zostaną sprawdzone w ośrodkach testowych w konsorcjum. Próby te pozwolą zweryfikować kluczowe wskaźniki norm w zakresie wydajności i bezpieczeństwa. W tym czasie konsorcjum nieustannie będzie podejmować starania na rzecz promowania opracowanych norm we właściwych przepisach europejskich i międzynarodowych, kodeksach i na platformach poświęconych standardom, tak by przyczynić się do ogólnoświatowego przyjęcia tej normy. Konsorcjum dopilnuje też właściwego upowszechnienia normy wśród zewnętrznych dostawców modułów ogniw paliwowych oraz producentów oryginalnego wyposażenia i dołoży wszelkich starań, by podmioty te zaczęły ją stosować.

W skład konsorcjum StasHH wchodzi 25 podmiotów: Alstom Transport SA, AVL List GmbH, Ballard Power Systems Europe A/S, Centro per gli Studi di Tecnica Navale CETENA S.p.A., Commissariat à l’Energie Atomique et aux Energies Alternatives, DAMEN, ElringKlinger Fuelcell Systems Austria GmbH, FCP Fuel Cell Powertrain GmbH, FEV Europe GmbH (wspierany przez FEV Software and Testing Solutions GmbH), Freudenberg FST GmbH, Future Proof Shipping BV, Hydrogenics GmbH (Hydrogenics GmbH jest obecnie częścią Cummins), Intelligent Energy Limited, Nedstack Fuel Cell Technology BV, Holenderska Organizacja na rzecz Stosowanych Badań Naukowych (TNO), Nuvera Fuel Cells Europe, Proton Motor Fuel Cell GmbH, SINTEF AS, Solaris Bus&Coach sp. z o.o., Symbio SAS, Toyota Motor Europe NV/SA, VDL Enabling Transport Solutions BV, VDL Energy Systems, Volvo Construction Equipment (wspierany przez Volvo Technology i Volvo Penta) oraz WaterstofNet vzw.

Projekt StasHH ma finansowanie ze Wspólnego Przedsięwzięcia na rzecz Technologii Ogniw Paliwowych i Technologii Wodorowych w ramach umowy o udzielenie dotacji nr 101005934. Wspólne Przedsięwzięcie korzysta ze środków Programu Ramowego w zakresie Badań Naukowych i Innowacji – „Horyzont 2020” oraz organizacji Hydrogen Europe i Hydrogen Europe Research. Jest to projekt o strategicznym znaczeniu jako zasadniczy krok w dziedzinie dekarboni-

zacji branży transportowej. Wyniki projektu StasHH nie tylko będą bodźcem do wzmocnienia konkurencji wśród dostawców ogniwi paliwowych, ale wzbogacą też ofertę rynkową i ułatwią zastosowanie systemów ogniwi paliwowych w napędach pojazdów typu „heavy-duty”. Projekt koncentrujący się głównie na branży pojazdów ciężkich odegra zasadniczą rolę w osiągnięciu wspólnego celu do 2030 roku 100 000 samochodów ciężarowych, wyznaczonego we wspólnym oświadczeniu przedstawicieli branży z grudnia 2020 roku.

StasHH to jedna z propozycji dla Europy, by jak najszybciej zacząć stosować wodór w transporcie ciężkim, czyli segmencie, który nie tak łatwo zelektryfikować z wykorzystaniem baterii z uwagi na masę, koszty i inne ograniczenia. Współpraca wielu rynków i stworzenie możliwości konkurowania, masowa produkcja oraz automatyzacja w decydujący sposób przyczynią się do wycofywania się ze stosowania paliw kopalnych oraz wykorzystania nowych technologii z korzyścią dla społeczeństwa.

H2Accelerate – współpraca na rzecz wprowadzenia na masową skalę bezemisyjnych samochodów ciężarowych zasilanych wodorem⁹

W dniu 15 grudnia 2020 roku Daimler Truck AG, IVECO, OMV, Shell i Volvo Group zobowiązały się do współpracy, aby pomóc stworzyć warunki do masowego wprowadzenia w Europie samochodów ciężarowych na wodór. Ponieważ rosnąca liczba rządów i przedsiębiorstw zgadza się ze wspólną wizją systemu energetycznego o zerowej emisji netto, uczestnicy H2Accelerate uważają, że wodór jest podstawowym paliwem dla całkowitej dekarbonizacji sektora pojazdów ciężarowych.

Oczekuje się, że wprowadzenie na dużą skalę taboru zasilanego wodorem stworzy nowe gałęzie przemysłu: bezemisyjne zakłady wytwarzania wodoru, wielkoskalowe systemy dystrybucji wodoru, sieć wysokowydajnych stacji tankowania wodoru ciekłego i gazowego oraz produkcję pojazdów zasilanych wodorem. Uczestnicy H2Accelerate uważają, że w latach 20. obecnego stulecia zsynchronizowane inwestycje w całym sektorze zapewnią warunki do masowego wprowadzenia na rynek ciężkiego transportu zasilanego wodorem, będącego niezbędną składową do spełnienia do 2050 roku europejskich ambicji osiągnięcia zerowej emisji netto. Oczekuje się, że dziesięcioletnia ekspansja rozpocznie się od grup klientów wcześniej chcących się zaangażować w transport drogowy na bazie wodoru. Przewiduje się, że floty te będą działać w klastrach regionalnych i wzdłuż europejskich korytarzy o dużej przepustowości z dobrym pokryciem wodorowych stacji paliw. W ciągu dekady klastry te można następnie połączyć, aby zbudować prawdziwie ogólnoeuropejską sieć.

⁹ https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=48445607&ls=L3NIYXJjaHJlc3VsdC9zZWYyY2hyZXN1bHQeGh0bWw_c2VhcmNoU3RyaW5nPUgyQWNjZWxlcmF0ZSZZzZWYyY2hJZD0wJnNIYXJjaFR5cGU9ZGV0YVlsZWQmcmVzdWx0S0W5mb1R5cGVJZD00MDYyNiZ2aWV3VHlwZT1saXN0JnNvcnREZWZpbml0aW9uPVBVQkxJU0hFRF9BVC0yJnRodWliU2NhbGVJbmlleD0xJnJvd0NvdW50c0luZGV4PTU!&rs=0

W projekcie zasadniczo wyróżniono dwie fazy (tab. 5):

FAZA 1. Wprowadzenie pierwszych stacji i samochodów ciężarowych:

- setki samochodów,
- ponad 20 stacji o dużej wydajności,
- sprawdzanie koncepcji stacji o dużej wydajności,
- wybrane lokalizacje/klastry.

FAZA 2. Zasięg w Europie:

- druga połowa lat 20. – osiągnięcie wielkości produkcji w tysiącach sztuk rocznie,
- szybki wzrost liczby samochodów wodorowych – do przeszło 10 000 szt.,
- pokrycie głównych korytarzy w całej Europie,
- wodorowe stacje o dużej wydajności/niezawodności.

Tabela 5. Etapy komercjalizacji technologii wodorowej w Europie według H2Accelerate

| Pierwszy etap | Drugi etap |
|---|---|
| Pierwsze stacje paliw i pojazdy | Zasięg ogólnoeuropejski |
| <ul style="list-style-type: none"> • setki samochodów ciężarowych • ponad 20 stacji paliw o dużej wydajności • sprawdzenie wykonalności projektów stacji paliw o dużej wydajności • wybrane lokalizacje/klastry | <ul style="list-style-type: none"> • druga połowa obecnej dekady: czterocyfrowa liczba rocznie produkowanych samochodów ciężarowych • szybki wzrost liczby samochodów ciężarowych > 10 000 • ogólnoeuropejska sieć najważniejszych szlaków transportowych • stacje o wysokiej wydajności i niezawodności |

Źródło: materiały prasowe Daimler Truck, 2020.

W całym okresie ekspansji wymagane będzie wsparcie ze strony sektora publicznego. W ramach H2Accelerate uczestnicy spodziewają się, że w pierwszej fazie wdrażania będą współpracować w poszukiwaniu finansowania dla wczesnych projektów przedkomercyjnych. Równolegle będą współdziałać z decydentami i organami regulacyjnymi w celu stworzenia środowiska politycznego, które pomoże w dalszym rozwoju masowej produkcji taboru zasilanego wodorem oraz w przygotowaniu ogólnoeuropejskiej sieci tankowania bezemisyjnego paliwa wodorowego.

Szefowie poszczególnych koncernów ocenili tę inicjatywę następująco. Martin Lundstedt, prezes i dyrektor generalny Volvo Group, powiedział: „Zmiany klimatyczne są wyzwaniem dla naszego pokolenia i jesteśmy w pełni zobowiązani do przestrzegania porozumienia klimatycznego z Paryża w sprawie dekarbonizacji transportu drogowego. W przyszłości świat będzie poruszany połączeniem pojazdów elektrycznych na baterie i ogniwa paliwowe oraz do pewnego stopnia na inne paliwa odnawialne. Podjęcie współpracy w ramach H2Accelerate stanowi ważny krok w kształtowaniu świata, w którym chcemy żyć”¹⁰. Elisabeth Brinton, wicepre-

¹⁰ Tamże.

zes wykonawczy ds. nowych energii w Shell, stwierdziła „Nagroda jest oczywista. Jeśli zwiększy się skalę w znacznym wymiarze, samochody ciężarowe zasilane wodorem będą musiały stać się dostępne dla klientów po koszcie posiadania i eksploatacji samochodu ciężarowego z silnikiem wysokoprężnym lub poniżej tego kosztu. Oznacza to, że użytkownicy samochodów ciężarowych będą musieli mieć dostęp do pojazdu w pełni bezemisyjnego o podobnym czasie tankowania, zasięgu i zakresie kosztów w porównaniu do pojazdów używanych obecnie. Aby zrealizować te ambicje, w skoordynowany sposób są potrzebne jasne ramy regulacyjne, w tym polityka dotycząca dostaw wodoru, samochodów ciężarowych zasilanych wodorem, infrastruktury do tankowania oraz zachęt konsumenckich”¹¹. Martin Daum ocenił: „Firmy uczestniczące w H2Accelerate zgadzają się, że samochody ciężarowe zasilane wodorem będą kluczem do umożliwienia w przyszłości transportu neutralnego pod względem emisji CO₂. Ta bezprecedensowa współpraca jest ważnym kamieniem milowym w tworzeniu odpowiednich warunków ramowych dla ustanowienia masowego rynku samochodów ciężarowych wykorzystujących wodór. Jest to również wezwanie do działania dla decydentów, dalszych zaangażowanych graczy i całego społeczeństwa”. Angelika Zartl-Klik, wiceprezes OMV ds. HSSE i nowych rozwiązań energetycznych, dodała: „H2Accelerate odgrywa pionierską rolę, a OMV wnosi tutaj ważny wkład. Aby osiągnąć cele klimatyczne, będziemy potrzebować dowolnej technologii niskoemisyjnej. Wodór to opcja zapewniająca przyjazną dla klimatu mobilność w przyszłości”¹². Gerrit Marx, prezes ds. pojazdów użytkowych i specjalistycznych w CNH Industrial, wskazał natomiast: „Powszechnie wprowadzenie technologii wodorowych ogniw paliwowych w transporcie ciężkim stanowi funkcję niezbędnej infrastruktury. Potrzebujemy też bardzo konkretnych projektów, aby pokazać przewoźnikom i innym interesariuszom z branży, że to rozwiązanie jest opłacalne finansowo i operacyjnie. Przełomowa współpraca w ramach H2Accelerate stworzy odpowiednie warunki i przyspieszy przejście na transport bezemisyjny”¹³.

Samo H2Accelerate to podpisana umowa o współpracy między uczestnikami, w ramach której strony będą współpracować w celu:

- szukania wsparcia publicznego dla sfinansowania wczesnych projektów przedkomercyjnych – przedseryjnych, aby aktywować popyt na drodze do masowego wprowadzania na rynek,
- informowania na dużą skalę o technicznej i handlowej żywotności transportu samochodowego zasilanego wodorem,
- prowadzenia dyskusji z decydentami i organami regulacyjnymi, aby promować politykę mogącą wspierać zrównoważoną i szybką aktywację segmentu przewoźników długodystansowych o zerowej emisji.

¹¹ Tamże.

¹² Tamże.

¹³ Tamże.

Współpraca Daimler i Linde¹⁴

10 grudnia 2020 roku ukazała się oficjalna informacja, że Linde i Daimler Truck AG podpisały porozumienie w sprawie wspólnego opracowania nowej generacji urządzeń do tankowania ciekłym wodorem samochodów ciężarowych z napędem na ogniwa paliwowe. W ramach tej kooperacji partnerzy chcą uczynić tankowanie wodoru maksymalnie prostym i praktycznym. Strony skoncentrują się na nowej metodzie tankowania wodoru ciekłego („subcooled” liquid hydrogen, „sLH2”). To innowacyjne rozwiązanie umożliwi zwiększenie gęstości magazynowania, wzrost zasięgu pojazdów, przyspieszenie tankowania oraz uzyskanie wyższej efektywności energetycznej. Nowa metoda będzie wykorzystywała ciśnienie wyższe niż ciśnienie atmosferyczne oraz specjalną regulację temperatury, aby podczas tankowania uniknąć powstawania oparów skroplonego gazu (tzw. efektu *boil-off*) oraz przepływu gazu powrotnego (ze zbiornika pojazdu do zbiornika na stacji paliw). Co więcej, podczas tankowania nie wymaga ona złożonej komunikacji danych pomiędzy stacją paliw a autem. W rezultacie technologia ta umożliwi uproszczenie konstrukcji stacji paliw. Zwiększenie gęstości magazynowania energii wynika z wyższego poziomu ciśnienia w porównaniu z ciśnieniem atmosferycznym. Pozwala to na zwiększenie masy wodoru w zbiorniku.

Współpracujące ze sobą podmioty planują pierwsze tankowanie prototypowego samochodu na pilotażowej stacji paliw w Niemczech na rok 2023. Linde i Daimler Truck AG zamierzają zapewnić wysoki poziom transparentności i otwartości w odniesieniu do istotnych interfejsów wspólnie opracowanych technologii. Przygotowanie przez możliwie wiele innych firm własnych technologii tankowania i pojazdów wykorzystujących nowy standard ciekłego wodoru powinno umożliwić rozwój globalnego, masowego rynku dla tej nowej metody.

Daimler Truck AG realizuje wizję transportu przyszłości, neutralnego pod względem emisji dwutlenku węgla. Wodorowe ogniwo paliwowe jest w tym kontekście kluczową technologią o strategicznym znaczeniu. Podejmując współpracę z Linde, jako wiodącym graczem w dziedzinie technologii tankowania, chce zwiększyć przyszłościowe perspektywy rozwoju samochodów napędzanych wodorowymi ogniwami paliwowymi i ich akceptację w branży. Ciekły wodór już teraz oferuje wiele korzyści, a zastosowanie nowej metody przyczyni się do ich pomnożenia.

¹⁴ https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=48373971&ls=L3N1YXJjaHJlc3VsdC9zZWZyY2hyZXN1bHQQueGh0bWw_c2VhemNoU3RyaW5nPWxpbnRlJnN1YXJjaElkPTAmc2VhemNoVHlwZT1kZXRhaWxlZCZib3JkZXJzPXRydWUmc2VzdWx0SW5mb1R5cGVJZD00MDYyNiZ2aWV3VHlwZT1saXN0JnNvcnREZWZpbml0aW9uPVBVQkxJU0hFRF9BVC0yJnR0dW1iU2NhbGVJbmRleD0wJnJvd0NvdW50c0luZGV4PTU!&rs=0

e-Mobility: strategiczne partnerstwo Mercedes-Benz Trucks w zakresie infrastruktury ładowania z Siemens Smart Infrastructure, ENGIE i EVBox Group¹⁵

Dla Mercedes-Benz Trucks e-Mobility elektryczna mobilność to coś więcej niż tylko nowy układ napędowy. Podmiot towarzyszy bowiem swoim klientom podczas ich przechodzenia na elektromobilność oraz we współpracy ze swoimi partnerami, takimi jak Siemens Smart Infrastructure, ENGIE i EVBox Group, oferuje holistyczny ekosystem zapewniający wsparcie nie tylko w postaci uzupełniającego się *know-how* w sferze dostaw energii, ale także w zakresie rozwiązań infrastruktury ładowania do scentralizowanego ładowania flot samochodów ciężarowych w bazach.

W kwestii przejścia na elektromobilność menedżerowie flot chcą uzyskać odpowiedzi nie tylko na temat tego, który pojazd jest dla nich odpowiedni, ale też dotyczące wielu innych kluczowych kwestii, jak np. infrastruktury ładowania lub środków budowlanych i inwestycji wiążących się z wdrażaniem scentralizowanego ładowania floty aut na terenie firmy. Ze względu na złożoność związanych z tym procesów decydującą kwestią pozostaje prawidłowe przygotowanie się z wyprzedzeniem w celu optymalnego wykorzystania i integracji w pełni elektrycznych pojazdów we flocie.

Aby móc pomagać klientom w uzyskiwaniu odpowiedzi na wszelkie pytania dotyczące procesów planowania, stosowania i wdrażania infrastruktury ładowania oraz podłączania do sieci elektrycznej, podmiot nawiązał strategiczne partnerstwo z Siemens Smart Infrastructure, ENGIE i Grupą EVBox. Powyższe dobrze wpisuje się w aspiracje Mercedes-Benz Trucks, by w obszarze elektromobilności zapewnić operatorom flot coś więcej niż tylko koncepcje pojazdów. W tym celu koncern opracował kompleksowy ekosystem, gwarantujący klientom porady i oferty infrastrukturalne. Produkty i usługi wybranych partnerów zostały szczegółowo sprawdzone przez firmę pod kątem interoperacyjności i przyszłościowego zabezpieczenia urządzeń ładujących do użytku ze wszystkimi obecnymi i przyszłymi pojazdami użytkowymi Mercedes-Benz o napędzie elektrycznym. Co więcej, liczne testy kompatybilności z systemem zarządzania ładowaniem Mercedes-Benz Trucks zakończyły się sukcesem. Niektóre próby odbyły się w ramach pilotażowego projektu innowacyjnej floty eActros, od kilku lat realizowanego w różnych lokalizacjach u klientów w całej Europie.

¹⁵ <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/E-Mobility-Mercedes-Benz-Trucks-establishes-a-strategic-charging-infrastructure-partnership-with-Siemens-Smart-Infrastructure-ENGIE-and-EVBox-Group.xhtml?oid=50018175&ls=L2VuL2luc3RhbmNIL2tvLnhodG1sP29pZD00ODM2MjU4JnJlbElkPTYwODI5JmZyb21PaWQ9NDgzNjI1OCZyZXN1bHRJbmZvVHlwZUIkPTQwNjI2JnZpZXdUeXBIPXRodW1icyZzb3J0RGVmaW5pdGlvbj1QVUJMSVNIRURfQVQ0tMiZhamF4UmVxdWVzdHNNYWRIPTEmdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTEmc93Q291bnRzSW5kZXg9NSZmcm9tSW5mb1R5cGVJZD00MTAxMg!!&rs=42>

Strategiczne partnerstwo, świadomie rozwinięte przez Mercedes-Benz Trucks, oznacza holistyczne podejście do porad. Doświadczenie zdobyte podczas licznych rozmów z przewoźnikami pokazało, że kwestia uzupełniającej infrastruktury ładowania była przedmiotem szczególnej troski operatorów flot. Dlatego koncern chce rozwiać wszelkie obawy, jakie klienci mogą mieć w związku z tym, a jednocześnie zapewnić ich, że oferta *full-service* będzie im towarzyszyła we wszystkich obszarach ich inwestycji w elektryczną przyszłość transportu. W tej sferze zespół eConsulting z Mercedes-Benz Trucks początkowo przygląda się istniejącym trasom klienta, aby w ich lokalizacji określić realistyczny i znaczący profil użytkowania samochodów z napędem elektrycznym. Jeśli klient skorzysta z usług świadczonych przez Siemens Smart Infrastructure, ENGIE lub EVBox Group, partnerzy ci zajmą się analizą bazy i przygotowaniem odpowiedniej infrastruktury oraz dostaw energii, wraz z inteligentnymi, sprzętowymi rozwiązaniami do ładowania. Zadbają również o utrzymanie i serwis infrastruktury ładowania. Siemens Smart Infrastructure, ENGIE i EVBox Group ściśle współpracują z Mercedes-Benz Trucks na wszystkich etapach tego procesu. W przypadku problemów z ładowaniem pojazdu albo infrastrukturą ładowania lub oprogramowaniem klient może polegać na wyznaczonej osobie kontaktowej. Kolejnym elementem konfiguracji eConsulting jest opracowany indywidualnie przez Mercedes-Benz Trucks system zarządzania ładowaniem. Pozwala to na tworzenie profili ładowania w celu jak najbardziej ekonomicznego wykorzystania dostępnej mocy przyłącza elektrycznego. Co więcej, system umożliwi wygodne zdalne uruchamianie i monitorowanie procesów ładowania. Ponadto eConsulting od Mercedes-Benz Trucks oferuje wszystko z jednego źródła i w celu wprowadzenia użytkowników flot w zrównoważoną przyszłość. Obejmuje to m.in. porady dotyczące optymalizacji ogólnych kosztów operacyjnych oraz weryfikację wszelkich dotacji finansowych, które mogą być dostępne dla infrastruktury.

Siemens Smart Infrastructure z siedzibą w Zug (Szwajcaria) to silny partner w zakresie infrastruktury ładowania, wychodzący naprzeciw wyzwaniom wynikającym z zagrożeń związanych z urbanizacją i ze zmian klimatu. Realizuje to poprzez łączenie systemów energetycznych, budynków i przemysłu. Oferuje swoim klientom produkty, systemy i rozwiązania – od etapu wytwarzania energii aż po jej zużycie. Dzięki kompleksowej ofercie eMobility dostarcza elastyczne i przyszłościowe propozycje w zakresie ładowania pojazdów elektrycznych – od podłączenia do sieci, sprzętu i oprogramowania poprzez ładowanie po serwis posprzedażny.

ENGIE z siedzibą w Paryżu to jeden ze światowych liderów w sferze niskoemisyjnej energii i usług skojarzonych. Notowana na giełdzie spółka ma oddziały w 70 krajach i aspiruje do przyspieszenia przejścia do świata neutralnego pod względem emisji CO₂ poprzez utrzymywanie niskiego zużycia energii oraz wdrażanie bardziej przyjaznych dla środowiska i konkurencyjnych rozwiązań. ENGIE opiera się zatem na trzech głównych obszarach działalności: gazie, energii odnawialnej oraz świadczeniu usług.

Grupa EVBox zapewnia firmom i kierowcom na całym świecie zintegrowane rozwiązania do ładowania pojazdów elektrycznych. Jej portfolio obejmuje szeroki asortyment stacji ładowania, aż po oprogramowanie do zarządzania ładowaniem typu *open source*. Firma ma siedzibę w Amsterdamie i 12 innych oddziałach w Europie i Ameryce Północnej. Na całym świecie zainstalowała ponad 250 000 złączy do ładowania.

ABB, Heliox, Siemens, Daimler Truck, TRATON, MAN, Scania, Volvo, Fraunhofer ISI, Fraunhofer IAO, Uniwersytet w Stuttgarcie, Bauhaus University Weimar, Politechnika Berlińska, Politechnika w Dortmundzie, Netz GmbH, Meyer&Meyer, Netze-BW AG, Niemieckie Stowarzyszenie Przemysłu Motoryzacyjnego – VDA¹⁶

Cel projektu „Ładowanie z wysoką mocą pojazdów w ciężarowym transporcie dalekobieżnym” (High-Performance Charging in Long-Haul Truck Transport – HoLa), realizowanego pod patronatem VDA, polega na zaprojektowaniu, budowie oraz eksploatacji wybranej infrastruktury ładowania o wysokiej mocy dla akumulatorowo-elektrycznych pojazdów eksploatowanych w ciężarowym transporcie dalekobieżnym. W ramach tego projektu będą ustawione, obsługiwane i wykorzystywane w rzeczywistych operacjach logistycznych w każdej z czterech lokalizacji dwa wysokowydajne punkty ładowania z tzw. systemem ładowania megawatowego – Megawatt Charging Systems (MCS). W pierwszym kroku w każdej z czterech lokalizacji wzdłuż autostrady A2 między Berlinem a Zagłębiem Ruhry zostaną zaplanowane i zbudowane dwa punkty ładowania CCS dla samochodów ciężarowych, maksymalnie wykorzystujące limity specyfikacji. Powstaną dwie lokalizacje bezpośrednio przy autostradzie oraz dwie w węzłach logistycznych. Lokalizacje te zostaną wykorzystane do wczesnej integracji elektrycznych ciężarówek z procesami logistycznymi, a także jako przypadek testowy dla nowatorskiego szybkiego ładowania elektrycznych ciężarówek oraz do zbierania rzeczywistych doświadczeń z użytkowania. Pod koniec projektu 8 punktów ładowania CCS i 8 punktów ładowania MCS będzie dostępnych w 4 lokalizacjach, aby wesprzeć rzeczywiste próby tego nowego systemu oraz stworzyć podstawę do ogólnokrajowej ekspansji tej technologii. W projekcie uczestniczą liczni partnerzy konsorcyjni z sektora przemysłowego i naukowego, w tym 4 wytwórców pojazdów ciężarowych, którzy dostarczą łącznie 8 pojazdów CCS i 4 MCS, obsługują je z pomocą innych partnerów, a ładowanie będzie się odbywać na trasie. Budowie i eksploatacji pojazdów i infrastruktury towarzyszy szeroko zakrojona działalność badawcza. Celem jest też zrealizowanie planu ekspansji

¹⁶ https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=51948046&ls=L3N1YXJjaHJlc3VsdC9zZWYy2hyZXN1bHQueGh0bWw_c2VhemNoVHlwZT1mbGV4JnNlYXJjaFN0cmduZz1OTVnfrmxleFNlYXJjaF9DdXJyZW50TmV3cyZyZXN1bHRJbmZvVHlwZUlkPTQwNjI2JmZsZXhJbmZvVHlwZXM9NDA2MjYIMkM0MDYzMA!!&rs=1; <https://www.hochleistungsladen-lkw.de/hola-en/partners/>; <https://www.hochleistungsladen-lkw.de/hola-en/project/>

ogólnokrajowej. Powyższe wynika z tego, że profile transportowe w przewozach dalekobieżnych ciężkimi samochodami ciężarowymi stawiają szczególne wyzwania w odniesieniu do systemów ładowania, dostaw energii oraz lokalizacji, aby móc wystarczająco szybko naładować akumulatorowe ciężarówki elektryczne w ustawowych odstępach 45 minut między dwiema kolejnymi jazdami.

Daimler Truck AG i Shell¹⁷

W 2020 roku Daimler Truck AG i Shell New Energies NL B.V. („Shell”, Royal Dutch Shell plc¹⁸ – ostateczna spółka macierzysta Shell New Energies NL BV) podpisały porozumienie ukierunkowane na wspólną komercjalizację w Europie samochodów ciężarowych zasilanych wodorem. Strony zamierzają przyspieszyć w Europie komercjalizację takich samochodów: jednocześnie budować infrastrukturę do tankowania tych aut i wprowadzać pojazdy z ogniwami paliwowymi. Planują więc dzięki tym działaniom wspierać dekarbonizację drogowego transportu towarowego.

Shell zamierza początkowo uruchomić sieć stacji tankowania wodoru łączącą trzy huby produkcji ekologicznego wodoru, znajdujące się w porcie w Rotterdamie w Holandii oraz w Kolonii i Hamburgu w Niemczech. Od 2024 roku między tymi trzema lokalizacjami Shell chce uruchamiać stacje paliw o dużej wydajności, a w 2025 roku Daimler Truck zamierza przekazać klientom pierwsze modele klasy tonażowej ciężkiej na wodór. Plan zakłada ciągłą rozbudowę korytarza towarowego zasilanego wodorem, który do 2025 roku będzie liczył 1200 km, aby do 2030 roku powstało 150 stacji tankowania wodoru, a do użytku trafiło około 5000 ciężkich aut Mercedes-Benz z ogniwami paliwowymi.

W tym kontekście Shell i Daimler Truck mają na celu dostarczenie optymalnej sieci infrastruktury wodorowej poprzez projektowanie układu w oparciu o potrzeby klientów oraz wzorce użytkowania. Porozumienie obejmuje również wspólny cel polegający na ustanowieniu otwartego standardu tankowania określającego interakcję i interfejs między pojazdem a stacją paliw dla zapewnienia przyjaznego dla klienta, opłacalnego, niezawodnego i bezpiecznego tankowania wodoru. Obie firmy zapraszają innych potencjalnych partnerów, aby do nich dołączyli – zainteresowanych wytwórców OEM oraz graczy branżowych. W ten sposób Shell chce pomóc klientom obniżyć emisje poprzez przyspieszenie procesu powodującego, że wersje zasilane wodorem stają się ekonomicznie opłacalną alternatywą i tym samym

¹⁷ <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Daimler-Truck-AG-and-Shell-target-accelerated-rollout-of-hydrogen-based-trucking-in-Europe-simultaneously-building-truck-refuelling-infrastructure-and-rollout-of-fuel-cell-vehicles.xhtml?oid=50011745&ls=L2VuL2luc3RhbmNIL-2tvLnhdG1sP29pZD00ODM2MjU4JnJlbElkPTYwODI5JmZyb2lPaWQ9NDgzNjI1OCZyZXN1bHRJbmcZvVHlwZUlkPTQwNjI2JnZpZXduUeXBIPXRodW1icyZzb3J0RGVmaW5pdGlvbj1QVUJMSVNIRURfQVQzMjZhamF4UmVxdWVzdHNNYWRlPTEmdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTEmc93Q291bnRzSW5kZXg9NSZmcm9tSW5mb1R5cGVJZD00MTAxMg!!&rs=40>

¹⁸ Spółki, w których Royal Dutch Shell plc bezpośrednio i pośrednio posiada inwestycje, są odrębnymi podmiotami prawnymi.

substytutem dla pojazdów zasilanych olejem napędowym. Shell i Daimler Truck, jako jedni z głównych graczy w branży, zamierzają współpracować w celu wspierania polityk, które pomogą zrealizować ten kluczowy projekt w tym kluczowym momencie dla odmian na ogniwa paliwowe. Obie firmy są przekonane, że pojazdy zasilane wodorem odegrają kluczową rolę w umożliwieniu w przyszłości transportu neutralnego pod względem emisji CO₂. Dzięki tej współpracy stają się więc pionierami w rozwiązywaniu kwestii, co powinno być pierwsze: infrastruktura czy pojazdy. Odpowiedź jest taka, że obie te składowe muszą się pojawić razem i obie strony doskonale zdają sobie sprawę z tego ważnego kroku.

Zarówno Daimler Truck, jak i Shell są członkami założycielami konsorcjum H2Accelerate i uważają tę grupę za kluczowy element wspierający rozwój transportu zasilanego wodorem w Europie. Obaj partnerzy nadal są w pełni zaangażowani we współpracę z konsorcjum i dążą do wsparcia/wzmocnienia H2Accelerate, aby w nadchodzącej dekadzie zrealizować plany wdrożenia. Umowa opiera się na planach wprowadzenia aut Daimler Truck na ogniwa paliwowe i stanowi rozszerzenie istniejących sieci tankowania wodoru Grupy Shell w Europie i Ameryce Północnej.

Grupa Shell uważa, że wodór ma do odegrania kluczową rolę w dekarbonizacji transportu, głównie w przypadku ciężkich ładunków oraz w dłuższej perspektywie w transporcie morskim i lotnictwie. Jej członkowie mają przeszło dziesięcioletnie doświadczenie w dziedzinie wodoru dla mobilności i są zaangażowani w rozwój infrastruktury tankowania w Europie, Ameryce Północnej oraz w Chinach.

Rozszerzenie globalnego partnerstwa Daimler Truck AG i CATL: wspólny rozwój zaawansowanych akumulatorów do samochodów i dostaw uzgodnionych po 2030 roku¹⁹

21 maja 2021 roku producent pojazdów użytkowych Daimler Truck AG oraz twórca rozwijający akumulatory litowo-jonowe Contemporary Amperex Technology Co. Limited (CATL) ogłosili zintensyfikowanie dotychczasowego partnerstwa w oparciu o ich wspólną wizję zelektryfikowanego samochodu ciężarowego neutralnego pod względem emisji CO₂. Od 2024 roku CATL będzie więc dostawcą akumulatorów litowo-jonowych do akumulatorowo-elektrycznego Mercedesa eActros LongHaul, który ma być wtedy gotowy do produkcji seryjnej. Partnerzy zamierzają wspólnie zaprojektować i opracować jeszcze bardziej zaawansowane ogniwa i zestawy akumulatorów nowej generacji do zastosowań w samochodach ciężarowych. Dostawy potrwać do 2030 roku. Akumulatory będą łączyć wysoką gęstość energii

¹⁹ <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Daimler-Truck-AG-and-CATL-expand-global-partnership-joint-development-of-sophisticated-truck-focused-batteries-and-supply-agreed-beyond-2030.xhtml?oid=50009915&ls=L2VuL2luc3RhbmlL2tvLnhodG1sP29pZD00ODM2MjU4JnJlbElkPTYwODI5JmZyb21PaWQ9NDgzNj11OCZyZXN1bHRJbWZvVHlwZUIkPTQwNjI2JnZpZXdUeXBIPXRodW1icyZzb3J0RGVmaW5pdGlvbj1QVUJMSVNIRURfQVQtMiZhamF4UmVxdWVzdHNNYWRIPTEmdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTEemcm93Q291bnRzSW5kZXg9NSZmc m9tSW5mb1R5cGVJZD00MTAxMg!!&rs=48>

z bardzo długim cyklem życia oraz zdolnością szybkiego ładowania, aby sprostać specyficznym wymaganiom długodystansowych pojazdów elektrycznych z napędem akumulatorowym. Ponadto strony zamierzają wspólnie projektować i opracowywać jeszcze bardziej zaawansowane ogniwa i zestawy akumulatorów nowej generacji do zastosowań w autach, z naciskiem na wysoką modułowość i skalowalność w celu obsługi różnych aplikacji taboru oraz elastycznej kompatybilności z przyszłymi modelami e-ciężarówek.

W 2019 roku Daimler Truck AG i CATL zawarły globalną umowę na dostawę modułów akumulatorów litowo-jonowych dla seryjnych modeli elektrycznych, w tym Mercedes-Benz eActros, Freightliner eCascadia i eM2. Takie partnerstwa są dla Mercedesa niezbędne, aby wywiązać się z własnego zobowiązania do przestrzegania Porozumienia paryskiego i spełnić ostateczny cel, jakim jest osiągnięcie na drogach transportu neutralnego pod względem emisji CO₂, nad czym firma pracuje niezwykle intensywnie. Rozszerzenie i zacieśnienie ścisłej współpracy z CATL odegra kluczową rolę, gdyż przyspieszy działania niemieckiego koncernu w zakresie elektryfikacji i utoruje drogę do zerowej emisji w segmencie samochodów ciężarowych.

Ogólnie partnerzy uważają, że dzięki innowacyjnej technologii CATL w sferze akumulatorów do pojazdów elektrycznych i głębokiemu doświadczeniu Daimler Truck w sektorze taboru średnio- i wysokotonażowego silne globalne partnerstwo jeszcze bardziej wzmocni pozycję rynkową Daimler Truck AG na etapie elektromobilności i przyspieszy dążenie do neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla.

Limited Contemporary Amperex Technology Co., Limited (CATL) to światowy lider w rozwoju i produkcji baterii litowo-jonowych. Prowadzi działalność w zakresie badań i rozwoju, produkcji i sprzedaży systemów akumulatorów do nowych pojazdów elektrycznych i systemów magazynowania energii. Według SNE Research w roku 2020 CATL od czterech kolejnych lat zajmuje pierwsze miejsce na świecie pod względem wielkości zużycia akumulatorów do pojazdów elektrycznych. Z siedzibą w Ningde w Chinach, CATL założył bazy wytwórcze baterii w Ningde (prowincja Fujian), Liyang (prowincja Jiangsu), Xining (prowincja Qinghai), Yibin (prowincja Syczuan) i Zhaoqing (prowincja Guangdong). Podmiot rozwija się globalnie i otworzył filie w Monachium, Paryżu, Yokohamie i Detroit. W 2021 roku była budowana europejska baza produkcyjna zlokalizowana w Erfurcie w Niemczech. W czerwcu 2018 roku firma weszła na giełdę w Shenzhen z kodem akcji 300750.

Daimler Truck AG i TotalEnergies – wspólne rozwijanie ekosystemu wodoru dla transportu w Europie

10 listopada 2021 roku²⁰ Daimler Truck AG i TotalEnergies podpisały porozumienie w sprawie wspólnego zobowiązania do dekarbonizacji transportu drogowego w Unii

²⁰ <https://totalenergies.com/media/news/press-releases/TotalEnergies-daimler-truck-hydrogen-H2-Transportation>, <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Daimler-Truck-AG-i-TotalEnergies-wspolnie-rozwijaja-ekosystem-wodoru-dla-transportu-w-Europie,45795,1> (pobranie danych 25.12.2021).

Europejskiej. Partnerzy będą kooperować przy opracowywaniu ekosystemów ciężkich samochodów napędzanych układami zasilanymi wodorem, z zamiarem zdemonstrowania atrakcyjności i efektywności transportu ciężarowego stosującego jako paliwo czysty wodór, w połączeniu z ambicją odegrania wiodącej roli w rozpoczęciu wdrażania infrastruktury wodorowej do obsługi tego transportu.

Współpraca obejmuje pozyskiwanie i logistykę wodoru, tankowanie wodoru na stacjach paliw, rozwój aut na wodór, tworzenie bazy klientów oraz inne obszary. W szczególności TotalEnergies ma plan, aby do 2030 roku obsługiwać bezpośrednio lub pośrednio do 150 stacji tankowania wodoru w Niemczech, Holandii, Belgii, Luksemburgu i Francji. W ramach współpracy Daimler Truck ma również do 2025 roku dostarczać swoim klientom w Holandii, Belgii, Luksemburgu i Francji samochody ciężarowe na ogniwa paliwowe zasilane wodorem. Wytwórca będzie wspierać swoich klientów, aby zapewnić im łatwą obsługę i wysoco konkurencyjny czas pracy bez przestojów. Mercedes-Benz Trucks pozostaje bowiem w pełni zaangażowany w paryskie porozumienie klimatyczne i chce aktywnie przyczynić się do dekarbonizacji drogowego transportu ładunków w Unii Europejskiej. W sferze segmentu przewozów dalekobieżnych wyraża przekonanie, że w przyszłości neutralny pod względem emisji CO₂ transport umożliwią wersje napędzane ogniwami paliwowymi zasilanymi wodorem oraz odmiany zasilane wyłącznie bateriami. Aby było to możliwe, zamierza stworzyć paneuropejski ekosystem wodorowy wraz z silnymi partnerami, takimi jak TotalEnergies. Ta współpraca odegra kluczową rolę w zintensyfikowanych działaniach koncernu na drodze do modeli zasilanych wodorem. Tym bardziej, że wodór odegra swoją rolę w dążeniu TotalEnergies do dekarbonizacji mobilności, szczególnie w europejskim transporcie na dalekich trasach. Firma ta aktywnie bada zatem wszelkie aspekty łańcucha wartości wodoru pod kątem mobilności, od produkcji po dostawę i dystrybucję, oraz w tym celu tworzy ważne partnerstwa. Wspólnie ze społeczeństwem chce zbudować multienergetyczną firmę z ambicją osiągnięcia do 2050 roku Net Zero – zerowej emisji netto. Dlatego stworzenie dla zabezpieczenia mobilności europejskiej sieci stacji H₂ dla samochodów ciężarowych jest jednym z kluczowych wyzwań, któremu zamierza sprostać. Dzięki zharmonizowanemu podejściu powinno stać się możliwe rozwijanie mobilności taboru towarowego neutralnego pod względem emisji CO₂.

W celu opracowania tych projektów i ustanowienia transportu opartego na wodrze jako realnej opcji oba podmioty chcą razem zbadać sposoby obniżenia całkowitego kosztu posiadania (TCO) eksploatacji samochodów ciężarowych na wodór zgodnie z ich wspólnym podejściem do współpracy z władzami w sprawie ram regulacyjnych w Unii Europejskiej. Tym bardziej, że Daimler Truck i TotalEnergies są członkami konsorcjum H2Accelerate. Oba przedsiębiorstwa pozostają w pełni zaangażowane we współpracę z konsorcjum, w nadchodzącej dekadzie kluczowym narzędziem wspierania rozwoju w Europie transportu zasilanego wodorem – bazującego na wodrze jako paliwie.

TotalEnergies to firma multienergetyczna, na skalę globalną produkująca i sprzedająca energię: ropę i biopaliwa, gaz ziemny i gazy ekologiczne, odnawialne źródła energii i energię elektryczną. Zatrudnia 105 000 pracowników, działa w 130 krajach, a w swoich projektach i operacjach stawia na energię coraz bardziej przystępną cenowo, czystsza, bardziej niezawodną i dostępną dla jak największej liczby osób. Koncern zajmuje się wytwarzaniem czystego wodoru – niebieskiego lub zielonego – powstającego w procesach neutralnych pod względem emisji dwutlenku węgla, z gazu ziemnego z wychwytywaniem i magazynowaniem dwutlenku węgla lub w oparciu o tzw. przerywaną energię elektryczną ze źródeł odnawialnych. Spółka od kilku lat pracuje nad rozwojem konkretnych przypadków użycia – do dekarbonizacji procesów przemysłowych oraz w sferze mobilności i gazu. TotalEnergies jest głównie zaangażowany jako użytkownik przemysłowy, w swoich rafineriach oraz jako gracz w stosowaniu wodoru jako paliwa, przede wszystkim w Niemczech, gdzie w ramach *joint-venture* H2 Mobility 24 stacje paliw Total oferują już wodór. TotalEnergies pozostaje również aktywnym członkiem kilku inicjatyw i stowarzyszeń zawodowych poświęconych wodorowi: Rady Wodorowej, Hydrogen Europe, European Clean Hydrogen Alliance oraz France Hydrogène.

Współpraca w zakresie technologii akumulatorów: przejęcie udziałów przez Daimler Truck w niemieckim producencie maszyn high-tech Manz – zgoda obu firm na strategiczne partnerstwo²¹

24 maja 2022 roku ukazała się informacja, że Daimler Truck AG stanie się głównym udziałowcem niemieckiej firmy inżynierskiej – producenta nowoczesnych maszyn Manz AG poprzez podwyższenie jego kapitału o około 10%, pod warunkiem uzyskania zgody odpowiednich organów antymonopolowych. Ponadto w pierwszym kroku oba podmioty podpisały umowę o współpracy w zakresie strategicznego partnerstwa w celu przygotowania linii pilotażowej do produkcji ogniw litowo-jonowych i montażu akumulatorów w zakładzie Daimler Truck w Mannheim. W ramach tego partnerstwa strony połączą swoje kompetencje i opracują kolejne projekty w przyszłości. Powyższe ukierunkowano na przygotowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii akumulatorów i powiązanych procesów produkcyjnych do ciężarówek i autobusów. Manz dostarcza niezbędny sprzęt do linii pilotażowej baterii i zostaje strategicznym partnerem Daimler Truck „InnoLab Battery” w fabryce Mercedes-Benz w Mannheim: umowa o współpracy z Manz obejmuje budowę pilotażowej linii ogniw akumulatorowych i montażu akumulatorów. Mannheim jest centrum kompetencyjnym Daimler Truck w zakresie technologii akumulatorów w strukturze sieci technologicznej fabryk komponentów – zakład dostarcza już do Wörth zestawy akumulatorów do eActrosa. Partnerstwo to kładzie podwaliny pod przyszłe projekty technologii akumulatorów do samochodów ciężarowych i autobusów.

²¹ <https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=51943722&ls=L2VuL2luc3RhbmNIL2tvLnhodG1sP29pZD00ODM2MjU4>

Manz AG to założona w 1987 roku i działająca na całym świecie firma zajmująca się inżynierią high-tech – to wytwórca zaawansowanych technologicznie maszyn, skupiający się na przemyśle motoryzacyjnym i elektromobilności. Ma siedzibę w Reutlingen oraz przeszło dziesięcioletnie doświadczenie w zakresie procesów i produktów w inżynierii instalacji do wytwarzania ogniw i akumulatorów, a także sprawdzoną wiedzę specjalistyczną w realizacji projektów na dużą skalę. Koncentrując się na przemyśle motoryzacyjnym i elektromobilności, produkcji akumulatorów, elektronice, energetyce i technologiach medycznych, opracowuje i buduje innowacyjne oraz wydajne rozwiązania produkcyjne: od niestandardowych pojedynczych maszyn do produkcji laboratoryjnej lub produkcji pilotażowej i małoseryjnej poprzez standardowe moduły i systemy do linii pod klucz do produkcji masowej. Technologicznie sprzęt produkcyjny firmy Manz opiera się na wieloletnim doświadczeniu w dziedzinie automatyki, obróbki laserowej, systemów kontroli i chemii mokrej. Zatrudniająca obecnie około 1400 pracowników Grupa Manz rozwija się i wytwarza w Niemczech, na Słowacji, na Węgrzech, we Włoszech, w Chinach i na Tajwanie. Spółki zależne zajmujące się sprzedażą i serwisem istnieją też w USA i w Indiach. Od 2006 roku Manz AG jest notowany na Giełdzie Papierów Wartościowych we Frankfurcie. W roku podatkowym 2021 Grupa osiągnęła przychody w wysokości około 227 mln EUR.

Dzięki swoim innowacyjnym koncepcjom produkcyjnym i rozwiązaniom do wytwarzania akumulatorów litowo-jonowych Manz ma pomóc Daimler Truck w kształtowaniu strategii elektryfikacji. W następstwie tej inwestycji Daimler Truck podejmuje więc strategicznie ważny krok w projektowaniu transportu neutralnego pod względem emisji CO₂ oraz w transformacji z konwencjonalnych systemów napędowych na alternatywne technologie napędowe. Dla Daimler Truck partnerstwo z Manz stanowi istotny element strategii dotyczącej akumulatorów, by w tej sferze być liderem innowacji w branży pojazdów użytkowych poprzez oferowanie odbiorcom konkurencyjnie zróżnicowanych rozwiązań. Aby można było to osiągnąć, konieczne jest posiadanie ogniw akumulatorowych spełniających bardzo specyficzne wymagania w samochodach i autobusach. Warunkiem tego pozostaje ścisła integracja rozwoju produktu i rozwoju procesów produkcyjnych. W kooperacji z Manz w fabryce Mercedes-Benz w Mannheim powstanie więc pilotażowa linia do produkcji ogniw akumulatorowych. Ten zakład to centrum kompetencyjne w zakresie technologii akumulatorów i systemów wysokonapięciowych w Daimler Truck. Zaopatruje już fabrykę Mercedes-Benz w Wörth w pakiety akumulatorów do seryjnej produkcji całkowicie elektrycznego eActrosa. W tak zwanej InnoLab Battery w Mannheim obszary rozwoju i produkcji ściśle ze sobą współdziałają, aby tworzyć innowacyjne rozwiązania rynkowe dla ciężarówek i autobusów. InnoLabs są częścią przyszłych centrów docelowych uzgodnionych w 2021 roku dla niemieckich fabryk komponentów Daimler Truck i stanowią podwaliny pod stworzenie sieci produkcyjnej i technologicznej dla komponentów napędów elektrycznych i systemów akumulatorowych. Drugi InnoLab jest tworzony w lokalizacjach w Kassel oraz

Gaggenau i skupi się na elektrycznym układzie napędowym składającym się z głównych komponentów silnika elektrycznego, falownika, przekładni – skrzyni biegów i układu osi. W przyszłości będą zaś opracowywane własne ogniwa litowo-jonowe, produkowane na linii pilotażowej i montowane w kompletne systemy akumulatorowe. W pierwszym kroku na powierzchni około 10 000 m² w InnoLab zostanie ustawionych ponad 60 nowych maszyn i systemów. Do końca 2024 roku wyniki badań zostaną włączone do rozwoju platformy produktów akumulatorowo-elektrycznych Daimler Truck. W ten sposób InnoLab Battery stanowi podstawę przyszłych kompetencji w zakresie zastrzeżonej technologii akumulatorów w Daimler Truck i generuje wiedzę na temat produkcji ogniw litowo-jonowych i ich zastosowań w pojazdach użytkowych. Odkrycia z tego laboratorium będą również stanowić podstawę przyszłych decyzji dotyczących głębokości i szerokości produkcji własnych systemów akumulatorowych. Kwestia dotyczy rodzajów zastosowań oraz tego, jak głęboko w danej gamie wyrobów będą wprowadzane akumulatory konkretnych rodzajów.

InnoLabs pracuje nad dalszym rozwojem systemów napędowych przyszłości: od prototypowania po przygotowanie do ewentualnej produkcji seryjnej. Dzięki partnerstwu z Manz ma stworzyć wzorcowe rozwiązania dla produkcji akumulatorowych technologii napędów elektrycznych w Europie.

Współpraca Daimler i Volvo

Volvo Group i Daimler Truck AG podpisały wiążące porozumienie o utworzeniu nowej celowej spółki *joint venture* w dziedzinie ogniw paliwowych. Strony uczyniły to, mając na uwadze kwestię dostaw takich ogniw po konkurencyjnych cenach oraz świadomość towarzyszących temu wyzwań, kosztów i zagrożeń²². Strony zawarły wiążące porozumienie o utworzeniu tej spółki w listopadzie 2020 roku. Wstępne, niewiążące porozumienie podpisano już w kwietniu tego samego roku. Spółka ta zajmie się seryjną produkcją ogniw paliwowych. Dokładnie jej celem jest rozwój systemów ogniw paliwowych, ich wprowadzenie do produkcji seryjnej oraz sprzedaż – głównie do zastosowania w wersjach klasy tonażowej ciężkiej, chociaż systemy te będą oferowane też do innych aplikacji.

Dla Daimler Truck AG i Volvo Group wodorowe ogniwo paliwowe stanowi rozwiązanie techniczne kluczowe dla rozwoju transportu przyszłości o neutralnym bilansie dwutlenku węgla. Oba podmioty w pełni włączają się w realizację celów Porozumienia paryskiego w sprawie ochrony klimatu, a więc także w dekarbonizację drogowego transportu towarowego i innych branż. Z tego powodu angażują się również w stworzenie wspólnej, sprawnie rozwijającej się firmy, która zajmie się

²² https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=49138301&ls=L3N1YXJjaHJlc3VsdC9zZWYyY2hyZXN1bHQueGh0bWw_c2VhemNoU3RyaW5nPXZvbHZvJnN1YXJjaElkPTAmc2VhemNoVHlwZT1kZXRhWxlZCZyZXN1bHRJbmZvVHlwZUlKPTQwNjI2JnZpZXdUeXBIPWxpc3Qmc29ydERlZmluaXRpb249UFVCTEITSEVEX0FULTlmdGh1bWJTY2FsZuluZGV4PTEmc93Q291bnRzSW5kZXg9NQ!!&rs=2

seryjną produkcją systemów ogniw paliwowych. Wspólna spółka wykorzysta *know-how* oraz niezwykle bogate doświadczenie koncernu Daimler z kilkudziesięciu lat prac rozwojowych nad ogniwami paliwowymi. W przyszłości bowiem transport będzie oparty zarówno na pojazdach z elektrycznym napędem akumulatorowym, jak i na pojazdach elektrycznych zasilanych ogniwami paliwowymi oraz, do pewnego stopnia, na innych paliwach odnawialnych. Wspólne przedsięwzięcie w dziedzinie ogniw paliwowych stanowi zatem ważny krok w kierunku stworzenia bardziej przyjaznego otoczenia.

Volvo Group i Daimler Truck AG cechuje bogate i długoletnie doświadczenie w opracowywaniu nowych rozwiązań technicznych oraz produkcji pojazdów na skalę przemysłową, co już od samego początku przyniesie korzyści ich przyszłemu wspólnemu przedsiębiorstwu co do możliwej innowacyjności oraz niezwykle konkurencyjnej pozycji wyjściowej. Od chwili powstania firma będzie dysponowała pogłębioną wiedzą na temat modularności, efektywności i niezawodności systemów ogniw paliwowych, jednocześnie wyróżniając się wiodącymi na świecie procesami w takich obszarach, jak jakość, technologia wytwarzania i wielkoseryjna produkcja przemysłowa.

Volvo Group i Daimler Truck AG – to obecnie przedsiębiorstwa globalne. Swoją sukces zawdzięczają dogłębniemu zrozumieniu specyfiki działalności klientów oraz związanemu z nim dążeniu do zaproponowania im maksymalnej wartości dodanej. Powstająca spółka *joint venture* ma iść w tym samym kierunku i odegra porównywalną rolę w odniesieniu do ogniw paliwowych. Dla tego typu systemów ogniw, oprócz samochodów, możliwe są inne obszary zastosowań. Nowa spółka opracuje więc system o wielu poziomach mocy. Jednym z rozwiązań będzie podwójny system o mocy ciągłej 300 kW, przeznaczony dla ciężkich pojazdów do transportu dalekobieżnego. Ponieważ wdrożenie tej techniki w tego rodzaju autach jest bardzo wymagające, produkty spółki dobrze nadadzą się też do innych zastosowań, takich jak np. stacjonarne wytwarzanie energii elektrycznej. Dlatego w 2020 roku Rolls-Royce plc i Daimler Truck AG podpisały list intencyjny o współpracy w zakresie neutralnego pod względem emisji CO₂ zasilania awaryjnego dla obiektów o istotnym znaczeniu dla bezpieczeństwa (np. centrów przetwarzania danych) za pomocą stacjonarnych generatorów mocy opartych na ogniwach paliwowych. Mają one być bezemisyjną alternatywą dla silników wysokoprężnych, dotychczas używanych w awaryjnych generatorach mocy. Tym samym, ponieważ Daimler Truck AG i Volvo Group zdecydowanie stawiają na wodorowe ogniwa paliwowe, 1 marca 2021 roku²³ utworzyły wspólne przedsięwzięcie w dziedzinie ogniw paliwowych – spółkę cellcentric, a 29 kwietnia 2021 roku przedstawiły jej strategię. Finalizację transakcji wstępnie

²³ https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=49834035&ls=L3N1YXJjaHJlc3VsdC9zZWYyY2hyZXN1bHQueGh0bWw_c2VhemNoU3RyaW5nPXZvbHZvJnN1YXJjaElkPTAmc2VhemNoVHlwZT1kZXRhZWxlZCZyZXN1bHRJbmZvVHlwZUlkPTQwNjI2JnZpZXdUeXBIPWxpc3Qmc29ydERlZmluaXRpb249UFVCTEITSEVEX0FULIMdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTEmc93Q291bnRzSW5kZXg9NQ!!&rs=1

zapowiedziano na pierwszą połowę 2021 roku, gdyż podlegała ona jeszcze kontroli fuzji ze strony właściwych władz i musiała uzyskać inne zgody. Volvo Group nabyło 50% udziałów w istniejącej spółce Daimler Truck Fuel Cell GmbH&Co. KG za sumę około 0,6 mld EUR w formule bez zadłużenia i bez środków pieniężnych (*cash free – debt free*).

Jako istotni sektorowi gracze strony podkreśliły swoje silne zaangażowanie w projekt wykorzystania wodorowych ogniw paliwowych w samochodach ciężarowych do transportu dalekobieżnego i nie tylko. Celem partnerów jest wspólne przyspieszenie realizacji projektu – chcą oni uczynić nową spółkę światowym liderem w produkcji systemów ogniw paliwowych. Cellcentric ma bowiem ambicję stać się jednym z wiodących na świecie ich wytwórców i tym samym – zgodnie z planem do 2050 roku – wnieść swój wkład w rozwój transportu neutralnego dla klimatu i zrównoważonego. W związku z tym planuje uruchomienie jednego z największych w Europie zakładów seryjnej produkcji systemów ogniw paliwowych. Jego rozruch przewidziano na rok 2025. Jednocześnie obaj udziałowcy cellcentric wzywają do stworzenia w Unii Europejskiej jednolitych ram regulacyjnych, które przyspieszą wdrożenie wodorowych ogniw paliwowych. Ponadto mają one zrównać to rozwiązanie techniczne z konwencjonalnymi napędami pod względem kosztów, a w konsekwencji uczynić je ekonomiczną alternatywą dla klientów z segmentu samochodów ciężarowych. Spółka cellcentric zajmie się rozwojem, produkcją i sprzedażą systemów ogniw paliwowych – przede wszystkim do wykorzystania w autach do transportu dalekobieżnego, chociaż systemy te będą oferowane i do innych zastosowań.

Z punktu widzenia zarówno Daimler Truck AG, jak i Volvo Group wersje z elektrycznym napędem akumulatorowym i z napędem wodorowym uzupełniają się wzajemnie, odpowiednio do rodzaju eksploatacji u poszczególnych odbiorców – im lżejszy ładunek i mniejsza odległość przejazdu, tym częściej zastosowanie znajdzie napęd akumulatorowy. W przypadku cięższych ładunków i większych odległości raczej preferowane będą ogniwa paliwowe. Dlatego w transporcie przyszłości elektryczny tabor z napędem na wodorowe ogniwa paliwowe stanie się rozwiązaniem technicznym kluczowym dla osiągnięcia neutralnego bilansu emisji CO₂. W kombinacji z elektrycznymi napędami akumulatorowymi pozwoli to zaoferować klientom najlepsze opcje pojazdów o lokalnie neutralnym bilansie emisji CO₂, odpowiednio do rodzaju zastosowania. Same samochody z elektrycznym napędem akumulatorowym tego nie umożliwią. Dlatego strony są w pełni zaangażowane we wspólne przedsięwzięcie w dziedzinie ogniw paliwowych i intensywnie pracują nad dalszym rozwojem systemów ogniw paliwowych oraz przygotowaniem do ich seryjnej produkcji. W odniesieniu do niezbędnej infrastruktury wodorowej w perspektywie długoterminowej jedynym rozsądnym rozwiązaniem będzie zielony wodór.

W takiej sytuacji kluczową kwestią staje się realizacja celów Porozumienia paryskiego, a tym samym osiągnięcie neutralności pod względem emisji CO₂ najpóźniej do 2050 roku. Wodorowe ogniwa paliwowe odegrają istotną rolę w uczynieniu tego przełomowego kroku. Niemniej istnieje również świadomość, że kwestia doty-

czy czegoś więcej niż tylko elektryfikacji maszyn i pojazdów. Rozwój niezbędnych rozwiązań technicznych i infrastruktury wymaga szeroko zakrojonej współpracy podmiotów publicznych i prywatnych. Dlatego Daimler i Volvo apelują do politycznych decydentów i rządów na całym świecie, aby podjąć wspólny wysiłek na rzecz pomyślnego wdrożenia systemów wodorowych ogniw paliwowych. Takie partnerskie projekty, jak cellcentric, mają kluczowe i strategiczne znaczenie w dążeniu do dekarbonizacji drogowego transportu towarowego.

Najwięksi europejscy wytwórcy samochodów ciężarowych – wspierani też przez Daimler Truck AG i Volvo Group – wzywają do wybudowania w Europie do 2025 roku około 300 wysokowydajnych stacji tankowania wodoru dla ciężkich pojazdów użytkowych oraz najpóźniej do 2030 roku około 1000 stacji tankowania wodoru. Wspólna inicjatywa ma na celu wykorzystanie wodoru jako nośnika ekologicznej energii elektrycznej do zasilania elektrycznych aut do przewozów dalekobieżnych – kluczowego elementu dekarbonizacji drogowego transportu towarowego. Obecnie (stan na rok 2022) samochody ciężarowe o neutralnym bilansie emisji CO₂ są znacznie droższe od konwencjonalnych odpowiedników. Dlatego konieczne okazuje się stworzenie politycznych ram zapewniających zarówno popyt, jak i ekonomiczność tego rozwiązania. Daimler Truck AG i Volvo Group opowiadają się za zachętami na rzecz rozwiązań technicznych o neutralnym bilansie emisji CO₂ oraz za systemem podatkowym opartym na kryterium zawartości CO₂ i energii. Kolejną opcją mógłby być system handlu emisjami.

Aktualnie, mając na uwadze seryjne wytwarzanie systemów ogniw paliwowych i samochodów ciężarowych z napędem na ogniwa paliwowe, cellcentric opracowuje plany produkcji wielkoseryjnej i w 2022 roku zamierza ogłosić decyzję o lokalizacji zakładu. Ważnym krokiem na drodze do produkcji seryjnej jest przygotowanie produkcji przedseryjnej w nowym zakładzie w Esslingen koło Stuttgartu. Równoległe cellcentric zwiększa bieżącą produkcję prototypów. Oba podmioty zamierzają rozpocząć testy taboru na ogniwa paliwowe z udziałem klientów w latach 2024-2025, a jego produkcję seryjną przewidują w drugiej połowie obecnej dekady. Chociaż objęły też równe udziały w cellcentric, to pozostaną konkurentami we wszystkich innych obszarach działalności, takich jak technika motoryzacyjna czy integracja ogniw paliwowych w pojazdach. Dotyczy to więc całego portfolio pojazdów i produktów, a szczególnie integracji ogniw paliwowych w pojazdach. Tym samym wszelkie działania przedsiębiorstw związane z pojazdami odbywają się niezależnie od siebie – podmioty będą tu dalej konkurować na tradycyjnych zasadach.

Dla cellcentric pracuje ponad 300 wysoko wykwalifikowanych specjalistów skupionych w interdyscyplinarnych zespołach w placówkach w Nabern, Stuttgart (Niemcy) i Burnaby (Kanada). Uzyskali oni dotąd około 700 indywidualnych patentów, co potwierdza wiodącą rolę firmy w rozwoju technicznym w tej sferze.

Współpraca Volvo i SSAB w sferze dostaw stali powstałej bez udziału paliw kopalnych²⁴

28 maja 2022 roku ukazała się informacja, że Volvo Trucks, jako pierwszy wytwórca samochodów ciężarowych na świecie, wprowadza w swoich autach stal wyprodukowaną bez udziału paliw kopalnych. Stal tę wytwarza szwedzki koncern SSAB, a jej wprowadzanie na małą skalę do elektrycznych modeli Volvo o dużej ładowności i z napędem elektrycznym rozpoczęła się w trzecim kwartale 2022 roku. Modele te będą więc pierwszymi wyrobami Volvo, w których taka stal zostanie zastosowana. Stal SSAB powstaje przy użyciu zupełnie nowej technologii opartej na wodorze. W rezultacie jej wpływ na klimat jest znacznie mniejszy niż stali produkowanej konwencjonalnie. Zarazem Volvo Trucks będzie zwiększać wykorzystanie materiałów wolnych od paliw kopalnych we wszystkich swoich samochodach ciężarowych, aby stały się one neutralne pod kątem emisji gazów cieplarnianych nie tylko w eksploatacji, ale także w odniesieniu do materiałów, z których są zbudowane.

Pierwsza stal ekologiczna – tzn. wolna od paliw kopalnych, gdyż wytworzona z wykorzystaniem wodoru, zostanie użyta w podłużnicach ramy podwozia, stanowiącej szkielet pojazdu, ponieważ na niej są montowane wszystkie pozostałe główne podzespoły. W miarę wzrostu dostępności stal taka będzie wprowadzana także w innych częściach aut, będąc ważnym uzupełnieniem stali tradycyjnej i pochodzącej z recyklingu. Przy tym 90% samochodu ciężarowego Volvo może być poddane recyklingowi. Do tego obecnie około 30% materiałów zastosowanych w nowych pojazdach Volvo pochodzi z recyklingu. A po zakończeniu eksploatacji nawet 90% aut może zostać wtórnie wykorzystane. Realizując takie działania, podmiot stale dąży do dalszego minimalizowania swojego wpływu na klimat. Zarówno poprzez własne działania, jak i proponując wyroby, stara się stosować modele gospodarki o obiegu zamkniętym.

Grupa Volvo współpracuje z SSAB nad produkcją stali bez udziału paliw kopalnych od 2021 roku. Pierwsza tak zbudowana maszyna – transporter ładunków górniczych – została zaprezentowana w październiku 2021 roku.

Inicjatywy Scanii – Xynteo i BioAdvantage Europe

W ramach swoich działań Scania uruchomiła m.in. inicjatywę mającą na celu poprawę biogospodarki europejskiej²⁵. Nastąpiło tu wskutek wyjścia z założenia, że Europa dzisiaj pilnie potrzebuje dekarbonizacji wszystkich sektorów swojej gospodarki oraz tworzenia wysokiej jakości trwałych miejsc pracy, w połączeniu ze stabilnym

²⁴ Volvo Trucks – informacja prasowa *Volvo Trucks, jako pierwsze na świecie, zastosuje stal wytwarzaną bez użycia paliw kopalnych w swoich samochodach ciężarowych*, 25 maja 2022.

²⁵ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/Unleashing-the-bioeconomy-potential.html>; <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2019/biofuels-key-to-driving-the-shift.html>; <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/scania-launches-initiative-to-boost-europes-bioeconomy.html>

wzrostem i rozwojem. W sektorze transportu i przemysłu biopaliwa odgrywają zasadniczą rolę w osiągnięciu obu tych celów.

W 2019 roku szwedzki koncern, wskazując na pełny potencjał biopaliw, rozpoczął współpracę z międzybranżową platformą łączenia pomysłów Xynteo w celu zbadania pełnego potencjału biopaliw i szerszej bioekonomii w Europie. W ciągu kolejnych miesięcy projekt zaangażował ekspertów, liderów biznesu i interesariuszy z różnych sektorów inżynierii ekologicznej, co miało służyć określeniu możliwości wzrostu oraz zidentyfikowaniu barier jej rozwoju. Szczególnie, że opublikowany na początku 2019 roku Raport Międzyrządowego Zespołu ONZ ds. Zmian Klimatu (IPCC) wskazuje na potrzebę odmiennego myślenia o znaczeniu dobrego zarządzania gruntami dla osiągnięcia celów paryskich. Do tego dochodzi konieczność zwiększania europejskich ambicji klimatycznych co do ograniczenia emisji, aby jednocześnie chronić różnorodność biologiczną, czyniąc żywność bardziej zrównoważoną oraz zapewniając sprawiedliwe przejście.

Europejska biogospodarka może zatem pomóc podmiotom na kontynencie zrealizować cele porozumienia z Paryża i stworzyć podstawy dalszego postępu. Dłatego Scania ogłosiła współpracę z Xynteo ukierunkowaną na zidentyfikowanie ograniczeń limitujących wzrost i rozwój oraz wspólne działanie. Platforma ta skupia biznes, decydentów, innowatorów oraz społeczeństwo obywatelskie w celu osłabienia stwierdzonych barier i wykorzystania szans. Nie tylko bowiem w Europie mamy obecnie (stan na rok 2022) zaledwie 10 lat na odwrócenie negatywnych tendencji wskazanych na krzywej globalnej emisji CO₂. Najnowszy raport dotyczący klimatu pokazuje mianowicie, że globalne ocieplenie o 2°C zamiast o 1,5°C oznaczałoby powielenie szkód na naszej planecie. W związku z tym właśnie pozostała jedynie dekada na zaznaczone inne ukształtowanie krzywej globalnej emisji CO₂ oraz upewnienie się, że emisje te zaczną wreszcie spadać zamiast dalej rosnąć.

W realizacji niezbędnych procesów dekarbonizacji transportu kluczową rolę odgrywać będą elektryfikacja i digitalizacja. Powyższe nastąpi, ponieważ szybki rozwój pojazdów elektrycznych i infrastruktury elektrycznej za 10-15 lat może zaoferować realne rozwiązania także w przypadku tzw. ciężkich przewozów. Niemniej, biorąc pod uwagę poczucie pilności, ludzkość nie powinna czekać aż tak długo. Bezwzględnie szybko musi wdrożyć alternatywne rozwiązania w zakresie biopaliw, aby zapewnić przemieszczanie wolne od CO₂, które jest już dostępne.

Mając na uwadze uwolnienie potencjału bioekonomii, Scania zaangażowała się mocno w przyspieszanie zmian w całym łańcuchu wartości tej gospodarki. Służy temu konsorcjum BioAdvantage Europe²⁶, którego cel polega na wskazaniu drogi do zrównoważonego wzrostu wysokiej jakości oraz dekarbonizacji naszego społeczeństwa. Inżynieria ekologiczna ma do odegrania kluczową rolę w tworzeniu niskoemisyjnego wzrostu i trwałych miejsc pracy w Europie. Jednak postęp utknął

²⁶ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/Unleashing-the-bioeconomy-potential.html>

w martwym punkcie, gdyż wpływ biopaliw na zrównoważony rozwój jest kwestionowany, a zaufanie niskie. Aby wyjść z tego impasu, potrzebne okazuje się więc nowe podejście, napędzające działania na poziomie systemów oraz skupiające się na prośrodowiskowej gospodarce jako całości. Samodzielne działania nie stanowią opcji przy tworzeniu takiej odpornej, dobrze prosperującej gospodarki. Dlatego właśnie Scania współpracuje z innymi partnerami z różnych sektorów, dzielącymi wizję dobrze prosperującej i zrównoważonej bioekonomii w Europie. Powyższe wynika z faktu, że – zdaniem firmy – zrównoważone biopaliwa to jedyna technologia umożliwiająca wystarczająco szybkie ograniczenie emisji tu i teraz, w pojazdach poruszających się po drogach. Zarazem jednak obecnie nie robi się wystarczająco dużo w Europie, aby wykorzystać szansę, jaką oferują biopaliwa. W związku z tym koncern współpracuje z takimi partnerami, jak Avril, Lantmännen, Novozymes, Neste i Yara, aby zidentyfikować możliwości uwolnienia wzrostu bioekonomii w Europie. Poza tym tę inicjatywę wyróżnia fakt, że jest ona kierowana oddolnie przez sektor prywatny i przyjmuje wszechstronną, kompleksową perspektywę gospodarki bazującej na działaniach nastawionych na zwiększenie efektywności ekonomicznej poprzez pełniejsze wykorzystanie odnawialnych zasobów środowiska. Stanowi platformę do tworzenia projektów pilotażowych ukazujących jej wartość i koncentruje się na polityce, aby wyrzucić natychmiastowy wpływ na gospodarkę Europy.

BioAdvantage Europe będzie współpracować w celu budowania świadomości i zrozumienia biogospodarki, dostarczania jasnych i wiarygodnych wskazówek decyzyjnym w zakresie społecznych, zrównoważonych i węglowych skutków decyzji politycznych dotyczących gospodarki tego rodzaju oraz wyjaśniania korzyści płynących z takiej gospodarki dla dekarbonizacji i rozwoju obszarów wiejskich, miejsc pracy, innowacji i społeczeństw. Działania te są realizowane teraz, gdyż pozostaje mało czasu, a taka gospodarka już dzisiaj może wyrzucić wpływ i dzięki temu przyczynić się do ograniczenia globalnego ocieplenia do 1,5°C, jak zalecono w Porozumieniu paryskim. Emisje UE z sektorów energetyki i transportu muszą zmniejszyć się o połowę w latach 2020-2030. Bioekonomia może szybko zdekarbonizować sektor na dużą skalę w kluczowym okresie przed 2030 rokiem. W tym czasie także zrównoważone biopaliwa mogą się przyczynić do szybkiej i znaczącej dekarbonizacji transportu drogowego. Natomiast po 2030 roku można oczekiwać, że na ograniczanie emisji znaczący wpływ będzie miała elektryfikacja. W nadchodzących dekadach będzie ona potrzebna do tego i w innych trudnych do złagodzenia sektorach, takich jak żegluga i lotnictwo oraz przemysł ciężki.

Niemniej według koalicji innowacyjny sektor gospodarowania surowcami odnawialnymi i mineralnymi może wnieść znaczący wkład i w innych obszarach. Do 2030 roku bioprzemysł może wygenerować wzrost gospodarczy związany z tworzeniem nawet miliona nowych zielonych miejsc pracy. Zrównoważone użytkowanie gruntów może się przyczynić do złagodzenia zmian klimatu i poprawy jakości gleby, bezpieczeństwa żywnościowego oraz różnorodności biologicznej. Wydajne wykorzystanie biologicznych strumieni odpadów i lokalnie uprawianych roślin surowco-

wych przyniesie korzyści gospodarce i środowiskowe, w tym redukcję składowania odpadów, rozwiązania w zakresie przetwarzania odpadów na energię, zwracanie składników odżywczych do gleby i mniejszą zależność od paliw kopalnych.

Jednak z drugiej strony, pomimo dziesięcioleci wysokich oczekiwań, działań politycznych i inwestycji, zaufanie do biopaliw w Europie wciąż pozostaje na relatywnie niskim poziomie. Aby zatem wyjść poza ten impas, decydenci, biznes, konsumenci i społeczeństwo obywatelskie muszą opracować nową kompleksową wizję biogospodarki jako całości. Nadszedł więc najwyższy czas na nowe podejście, a inicjatywa ta podkreśli potencjał zrównoważonego wzrostu wysokiej jakości i dekarbonizacji.

Obecnie (stan na rok 2022) zrównoważone biopaliwa to jedyna technologia pozwalająca wystarczająco szybko obniżyć emisje, tu i teraz, w pojazdach poruszających się po drodze. Dlatego właśnie trzeba bezwzględnie wykorzystać szansę, jaką oferują biopaliwa w kontekście zrównoważonego rozwoju oraz rozszerzenia europejskiej bioekonomii. Biopaliwa i inna energia pochodzenia biologicznego stanowią bowiem klucz do utrzymania w najbliższych dekadach wzrostu średniej temperatury poniżej 1,5°C. Niemniej perspektywy postępu są za słabe. Na przykład udział biopaliw wykorzystywanych w europejskim sektorze transportu przez ostatnie sześć lat (do 2021 roku) utrzymywał się na niemal niezmiennym poziomie. Obecna polityka UE w zakresie biopaliw nie ma też na celu stymulowania większego wzrostu w nadchodzących latach. Dlatego wyzwaniem staje się ustalenie, co sektor prywatny może sam zrobić już dzisiaj, bez znaczących zmian w infrastrukturze, aby dekarbonizacja w segmencie transportu mogła rozpocząć się natychmiast. Konkretna dyskusja dotyczy sposobu uczynienia biopaliw bardziej zrównoważonymi dzięki równoważnym opcjom pochodzenia kopalnego. Koszty produkcji paliw pochodzenia biologicznego są znacznie wyższe niż w przypadku równoważnych opcji paliw kopalnych. I w przeciwieństwie do innych form energii odnawialnej koszty te nie spadały z czasem. W związku z tym warunkiem zmian i uwolnienia potencjału biogospodarki w Europie staje się zwiększenie entuzjazmu i zaangażowania konsumentów oraz decydentów w UE i jej krajach. Nadal prawie połowa wszystkich konsumentów nie jest świadoma koncepcji inżynierii ekologicznej, a reszta ma mieszane podejście do niej. Do tego żaden podmiot nie rozwiąże tych problemów samodzielnie, mimo ogromnego wyzwania związanego ze zmianami klimatu, w sytuacji, gdy zostało mniej niż dekada na ograniczenie emisji CO₂. A transport w znacznym stopniu przyczynia się właśnie do tej emisji. Są już dostępne pojazdy mogące sprostać wyzwaniom związanym z tymi zmianami, ale wciąż ważny pozostaje dostęp do paliw kopalnych, by można było zatankować te pojazdy. Wytwórcy taboru nie produkują ani nie dystrybuują bowiem paliw. W związku z tym muszą znaleźć partnerów i pracować wzdłuż – na poszczególnych etapach tego łańcucha wartości oraz otrzymywać pomoc w identyfikacji odpowiednich interesariuszy. Tym samym wprowadzenie biopaliw na bardziej masową skalę ma ogromne znaczenie. Dlatego Scania chce stworzyć silną koalicję, aby wspólnie pracować nad tymi zagadnieniami. Następnym

krok to identyfikacja partnerów dla tej koalicji, przyjęcie wizji, a potem rozpoczęcie kontaktowania się z decydentami w tych bardzo ważnych kwestiach.

Scania i Northvolt

W 2018 roku Scania ogłosiła inwestycję w Northvolt i partnerstwo w celu wspólnego opracowania oraz produkcji/komercjalizacji technologii ogniw akumulatorowych do pojazdów użytkowych klasy tonażowej ciężkiej²⁷. Firmy zawarły również umowę dotyczącą zobowiązania ilościowego i przyszłej pojemności ogniw akumulatorowych. Ponieważ Northvolt kończył kolejne podniesienie kapitału, Scania ogłosiła proporcjonalny wzrost inwestycji w tę spółkę.

Partnerstwo z Northvolt i kontynuacja inwestycji w ten podmiot stanowią jedną z kilku strategicznych inicjatyw Scanii, zmierzających do przejścia na bardziej zrównoważone rozwiązania transportowe. Kwestia dotyczy m.in. dalszego zacieśniania tego partnerstwa w nadchodzących latach poprzez zwiększenie produkcji ogniw akumulatorowych, aby wspierać nową zelektryfikowaną flotę samochodów Scanii. Dzięki podniesieniu kapitału Northvolt planuje zainwestować w zwiększenie mocy produkcyjnych oraz w działalność badawczo-rozwojową i recyklingową, aby wesprzeć cel stworzenia 150 GWh mocy produkcyjnych w Europie do 2030 roku. Ma to szczególne znaczenie dla Scanii. Popyt na akumulatory już kształtuje się na wysokim poziomie i nadal rośnie. Jak dotąd jednak podaż baterii pozostaje ograniczona, a podaż baterii wytwarzanych w sposób zrównoważony jest jeszcze bardziej limitowana. Obecnie (stan na rok 2022) mianowicie pozyskiwanie i produkcja akumulatorów w sposób zrównoważony są wyzwaniem dla całej branży motoryzacyjnej. Tymczasem Northvolt został założony z misją budowy najbardziej ekologicznej baterii na świecie, charakteryzującej się minimalnym śladem węglowym i największymi ambicjami w zakresie recyklingu. Dlatego misja Northvolt w dużym stopniu odpowiada ambicjom i celowi Scanii, jakim jest dążenie do przejścia na zrównoważony system transportowy.

Scania zatem postanowiła dalej inwestować w rozbudowę Northvolt i recykling baterii²⁸. Zaczęło się w 2018 roku, a potem Northvolt finalizował kolejne podwyższenie kapitału o 2,75 mld USD. Stało się ono możliwe dzięki prywatnej emisji akcji o tej wartości dokonanej zarówno przez nowych udziałowców, jak i obecnych właścicieli. Środki te służą do prac nad zwiększaniem pojemności ogniw baterii i poprawą recyklingu. Scania ponownie znalazła się wśród inwestorów. Za te środki Northvolt rozbudowuje swoją szwedzką fabrykę z mocy 40 GWh do 60 GWh. Zapotrzebowanie na pojemność ogniw baterii stale bowiem wzrasta, gdyż coraz więcej klientów przechodzi na produkty zelektryfikowane.

²⁷ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/scania-makes-further-investment-in-northvolt.html>

²⁸ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/scania-invests-further-in-northvolt-expansion-and-battery-recycling.html>

Scania od samego początku była silnym sponsorem i kluczowym partnerem dla Northvolt. Wskutek inwestycji to partnerstwo rozwija się jeszcze bardziej, by finalnie można było dostarczać najbardziej ekologiczne ogniwa akumulatorowe na świecie. Szczególnie, że nadchodzi ogromny wzrost i rozwój europejskiego łańcucha wartości w zakresie produkcji baterii, począwszy od przetwarzania surowców po produkcję ogniw i systemów baterii oraz budowę infrastruktury recyklingu. Skutkiem tego plan Northvolt obejmuje również egzekwowanie możliwości recyklingu – produkcji baterii w oparciu o baterie z recyklingu, aby do 2030 roku 50% wszystkich surowców pochodziło z akumulatorów poddanych procesowi recyklingu. Jest to bardzo ważne dla Szwecji, głównie jeśli weźmie się pod uwagę wysoki popyt na akumulatory wywołany elektryfikacją ciężkiego transportu komercyjnego. Jak dotąd podaż jest ograniczona, a podaż baterii produkowanych w sposób zrównoważony okazuje się jeszcze bardziej limitowana. Elektryfikacja sama w sobie nie będzie mianowicie zrównoważoną opcją, jeśli nie uwzględni się ekologicznej energii elektrycznej, zrównoważonych baterii i recyklingu. Stąd tak ważne są działania w kwestii zarówno wyrobu najbardziej ekologicznej baterii na świecie, jak i najwyższych ambicji w sferze recyklingu.

Partnerstwo Scanii z H2 Green Steel²⁹

Stal jest kolejnym ważnym elementem w redukcji śladu węglowego przez samochody ciężarowe, ze względu na duże uzależnienie od paliw kopalnych w fazie jej produkcji. Stal pod względem produkcyjnym wolna od paliw kopalnych to zatem krok w kierunku dekarbonizacji, konieczny w przyszłej produkcji aut całkowicie bezemisyjnych. W ten sposób Scania postrzega swoją decyzję o zainwestowaniu w H2 Green Steel (H2GS) i nawiązaniu z nim partnerstwa. Tym samym to partnerstwo z H2 Green Steel ma na celu rozwiązanie problemu emisji i ustawienie Scanii na trajektorii dla aut o zerowej emisji, które firma zamierza wprowadzić w 2030 roku.

W powstałej od podstaw hucie stali w Boden, w północnej Szwecji, dzięki nowej metodzie produkcji i wykorzystaniu wodoru gazowego wytwarzanego z energii elektrycznej z elektrowni wodnych i wiatrowych, emisja dwutlenku węgla na tonę powstającej stali może zostać zmniejszona o 95%. Ta inwestycja wzmocni zarówno pozycję Szwecji, jak i szwedzkiego przemysłu jako lidera dekarbonizacji oraz jawi się jako model biznesowy oparty na bliskich partnerstwach. Oczywiście wzmocnia to również pozycję Scanii jako podmiotu zaangażowanego w przejście na zrównoważony transport. Ponieważ każdy samochód firmy zawiera około 5 t stali, podmiot może użyć stali wyprodukowanej w technologii H2GS, aby zrobić gigantyczny krok na swojej drodze do wyrobów bezemisyjnych w całym łańcuchu wartości. To nie

²⁹ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/fossil-free-steel-a-giant-step-in-scantias-decarbonisation.html>; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Stal-pod-wzgledem-produkcyjnym-wolna-od-paliw-kopalnych-to-krok-w-dekarbonizacji-Scanii,43391,1>

tylko przyczyni się do osiągnięcia przez niego celów klimatycznych określonych w Porozumieniu paryskim, ale wręcz jeszcze bardziej podniesie poprzeczkę.

Współpraca z H2GS opiera się na doświadczeniach i wnioskach – tej samej udanej koncepcji – wyciągniętych z założenia wytwórcy akumulatorów Northvolt. Inwestując w początkową fazę rozwoju podmiotu, Scania okazuje zaufanie do inwestycji, a jednocześnie daje to jej dobre możliwości dotyczące m.in. zabezpieczenia przyszłych dostaw. Model biznesowy bazuje na ścisłym partnerstwie ze strategicznymi klientami, w tym na głębokiej kooperacji w zakresie rozwoju wyrobu, technologii procesowej, strategii recyklingu oraz logistyki. Ma na celu przyspieszenie transformacji europejskiego przemysłu stalowego. Elektryfikacja była pierwszym krokiem do redukcji emisji dwutlenku węgla w branży transportowej. Następnym krokiem jest zbudowanie pojazdów z wysokiej jakości stali wolnej od paliw kopalnych.

H2GS planuje rozpocząć produkcję w nowej hucie w 2024 roku. Produkcja w Boden będzie obejmowała około 90% różnych rodzajów i gatunków stali, których wymaga Scania. Oczywiście w przyszłości koncern nadal będzie kupować stal od innych dostawców. Dlatego śledzi dalszy rozwój produkcji stali wolnej od paliw kopalnych, zachodzący w przełomowym szwedzkim projekcie HYBRIT we współpracy między SSAB, LKAB i Vattenfall.

Współpraca Scanii i Westport Fuel Systems przy projekcie badawczym dotyczącym wodoru

21 stycznia 2021 roku Scania poinformowała³⁰, że rozpoczęła projekt badawczy z Canadian Westport Fuel Systems w celu wypróbowania w najnowszym tradycyjnym silniku spalinowym Scania (ICE) układu paliwowego z bezpośrednim wtryskiem pod wysokim ciśnieniem (HPDI), by jako paliwo wykorzystać wodór.

Możliwość wykorzystania ICE jako konwertera energii dla wodoru to ciekawa ścieżka do zbadania. Jest to dobrze znana i szeroko rozpowszechniona technologia, którą można zastosować w obecnych systemach produkcyjnych Scanii. I właśnie to Westport chce umożliwić dzięki swojemu HPDI. Wcześniej inżynierowie Scanii zdobyli cenne informacje z testów wodoru i ogniów paliwowych. Firma nadal dąży do przejścia na zrównoważony system transportowy dzięki koncepcji „tu i teraz” oraz bada nowe i przyszłe rozwiązania. Ten nowy projekt badawczy stanowi więc kolejny przykład na proekologiczne i przyszłościowe zaangażowanie koncernu, tym bardziej, że badania te mogą pomóc w podejmowaniu przyszłych decyzji. Jednak badania tego rodzaju są zawsze złożone i zapewne upłynie trochę czasu, zanim uzyska się ich satysfakcjonujące wyniki.

Westport Fuel Systems, jako dostawca zaawansowanych komponentów i systemów wtrysku paliwa dla czystych, niskoemisyjnych paliw dla przemysłu motoryzacyjnego, chce się przekonać, co przyniosą te badania: wykorzystanie wodoru

³⁰ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scania-and-Westport-Fuel-System-will-cooperate-in-hydrogen-research-project.html>

w silniku spalinowym z jego układem paliwowym HPDI może się wiązać z inną kosztowo-konkurencyjną ścieżką redukcji emisji CO₂ z transportu. Scania podkreśla zarazem, że wcześniej zainwestowała w technologie wodorowe, a wiedza, którą zdobywa, uczestnicząc w projektach badawczych, pozwala jej przedstawić swoim klientom możliwie najlepszą ofertę. Szczególnie, że firma wierzy, iż wodór odegra kiedyś ważną rolę w systemie transportowym. Nie nastąpi to jednak w najbliższej przyszłości.

Rozwiązania do ładowania Engie Scania

Ponieważ należyce implementowana elektryfikacja oznacza nie tylko same pojazdy elektryczne, ale i konieczne urządzenia oraz usługi powiązane, w zakresie rozwiązań do ładowania Scania współpracuje z ENGIE i EVBox³¹. Francuska globalna grupa energetyczno-usługowa ENGIE i jej spółka zależna EVBox Group łączą bowiem siły ze Scanią, aby w 13 krajach europejskich zaoferować przewoźnikom skrojone na miarę i kompletne rozwiązanie elektromobilności. Takie rozwiązanie do ładowania obejmuje dostawę energii, sprzętu do ładowania i oprogramowania oraz instalację, konserwację i inne powiązane usługi dopasowane do specyficznych potrzeb każdego klienta. Dlatego dla Scanii partnerstwo z ENGIE i EVBox Group będzie oznaczało przejście dla jej klientów na coraz bardziej zelektryfikowaną flotę, a tym samym na bardziej zrównoważone przewozy.

W branży energetycznej ENGIE to gracz o międzynarodowym zasięgu i silnych partnerstwach lokalnych. Poprzez grupę EVBox ma możliwość dostarczania zarówno systemu energetycznego, jak i inteligentnych oraz skalowalnych odbiorników dużej mocy, dopasowanych do każdego odbiorcy. ENGIE cechuje bogate doświadczenie w zakresie ładowania pojazdów elektrycznych i systemów energetycznych. Elektryfikacja transportu jest mianowicie jedną z najważniejszych inicjatyw mających na celu redukcję emisji, szczególnie że w Europie transport odpowiada za prawie jedną czwartą emisji gazów cieplarnianych. Wiedza Scanii i ENGIE mają być pomocne w tej sferze osiągnięcia celów biznesowych i zrównoważonego rozwoju. Scania i ENGIE chcą razem doprowadzić do przejścia na zrównoważone rozwiązania transportowe. To europejskie partnerstwo w zakresie mobilności elektrycznych samochodów i autobusów stanowi wynik wzajemnego zaufania wypracowanego w ramach historycznej kooperacji partnerów w zakresie mobilności gazowej. W 2021 roku strony połączyły siły w nowym segmencie samochodów ciężarowych z napędem elektrycznym, oferującą obiecujący potencjał w zastosowaniach miejskich i podmiejskich. ENGIE zaprojektuje, zaoferuje, zainstaluje i utrzyma rozwiązania do ładowania i powiązane usługi dla klientów Scanii, korzystając zarówno z własnej europejskiej sieci wykwalifikowanych techników, jak i z regionalnych sieci partnerskich. Te rozwiązania ładowania wpłyną na zasięg, elastyczność i stan

³¹ <https://www.scania.com/group/en/home/products-and-services/features/electrification-of-an-industry.html>

baterii pojazdu elektrycznego, a tym samym na całkowitą ekonomikę eksploatacji klientów. Zarazem partnerzy podkreślają, że są na ścieżce edukacyjnej w obszarze elektryfikowania transportu ciężkiego i właśnie dzięki takiemu partnerstwu, jak to, oraz bliskiej współpracy z przewoźnikami da się wspólnie ustalić najlepszą drogę rozwojową na przyszłość.

Ogólnie Scania uważa, że transport można zmienić tylko poprzez badanie szerszego ekosystemu i współpracę z nowymi partnerami w celu przyspieszenia zmian. Partnerstwo z ENGIE i EVbox Group to kolejne przedsięwzięcie firmy w sektorze energetycznym po wcześniejszym ogłoszeniu dotyczącym zasilania akumulatorami. Koncentruje się na opłatach za depot dla klientów i początkowo obejmie 13 krajów europejskich z dalszą ekspansją przewidzianą pod koniec 2021 roku. Partnerstwo to stanowi również ważny element zaangażowania Scanii w realizację celów klimatycznych opartych na badaniach naukowych, obejmujących też pomoc klientom w dekarbonizacji ich działalności.

Scania i zastosowanie paneli słonecznych na nadwoziach

Jednocześnie firma wraz z użytkownikami szuka nowych dróg oszczędzania i pozyskania energii na pokładzie samego pojazdu. Jedną z propozycji w tej sferze są zabudowy i naczepy z panelami słonecznymi – ścianowymi modułami fotowoltaicznymi, stanowiącymi sposób na zwiększenie oszczędności w zużyciu paliwa.

W ramach pierwszego z tych projektów, realizowanego jako partnerstwo badawcze, Scania³² opracuje naczepę z panelami słonecznymi – modułami fotowoltaicznymi do zasilania hybrydowej wersji typu *plug-in*. Wstępne testy wskazują bowiem na możliwe do uzyskania oszczędności paliwa na poziomie 5-10% w Szwecji i dwukrotnie więcej w bogatej w słońce południowej Hiszpanii. Wcześniej moduły fotowoltaiczne były stosowane na łodziach i w przyczepach kempingowych, ale potem tylko do zasilania urządzeń pomocniczych, takich jak lodówki i kuchenki, a nie do samego układu napędowego.

W codziennych zadaniach transportowych autem będzie jeździł szwedzki przewoźnik Ernst Express, który współpracował ze Scanią także przy próbach pierwszej na świecie elektrycznej drogi z napowietrznymi liniami trakcyjnymi. Ernst Express będzie obsługiwał 18-metrową naczepę, wzdłuż boków i dachu pokrytą ogniwami słonecznymi – modułami fotowoltaicznymi o całkowitej powierzchni 140 m². Oczekuje się, że w Szwecji panele słoneczne będą rocznie generować łącznie 14 000 kWh. Ponadto w tym przedsięwzięciu badawczym sprawdzi się, czy naczepa może dostarczać energię elektryczną do sieci, gdy akumulatory są w pełni naładowane, a samochód jest zaparkowany, np. w weekendy. We wstępnym badaniu symulowano operacje w środkowej Szwecji, osiągając potencjalne oszczędności paliwa na poziomie 5-10%. W Szwecji od wiosny do jesieni jest mianowicie wystarczająco dużo światła

³² <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/truck-trailers-with-solar-panels-can-save-fuel.html>

słonecznego, aby wytworzyć energię. Przy tym z wyjątkiem lata słońce bywa za słabe, ale mimo to wciąż w ciągu dnia notuje się więcej godzin słonecznych. Przez pozostałą część roku w Szwecji jest już za mało słońca. Z kolei – dla kontrastu – południowa Hiszpania ma o 80% więcej godzin nasłonecznienia.

Projekt jest finansowany ze środków publicznych szwedzkiej rządowej agencji innowacji Vinnova, a oprócz Scanii i Ernst Express zaangażowani są w niego: Midsummer produkujący panele słoneczne, Uniwersytet w Uppsali prowadzący zaawansowane badania nad bardziej wydajnymi ogniwami słonecznymi oraz firma energetyczna Dalakraft.

Na panele dachowe na zabudowie postawił też holenderski Van der Linden z Hillegom³³. W pierwszej połowie 2021 roku zdecydował się on na 3-osiowe podwozie Scania G370 6×2 z przyczepą. Na dachu zabudowy tego auta zainstalowano panele słoneczne zasilające system elektryczny. Prąd ten nie musi już więc być generowany przez alternator, dzięki czemu silnik nie musi pracować pod takim obciążeniem. Pozwala to zaoszczędzić około 5-7% paliwa, a tym samym o analogiczną wartość ograniczyć emisję CO₂. Zrównoważony rozwój stanowi tutaj główny punkt wyjścia i na tym się nie skończy. Van der Linden nieustannie bowiem szuka możliwości zmniejszenia swojego śladu węglowego i wysyłania sygnału do „zazieleniania”. Bezsponnie z czystym uzasadnieniem biznesowym, gdyż oczywiście firma musi na siebie zarabiać.

Technologie paneli słonecznych z SolarOnTop opracował IM Efficiency z Helmond. Ważnym warunkiem było bezproblemowe zintegrowanie systemu z architekturą Scanii. Dlatego dealer firmy odpowiedzialny za to auto otrzymał na taką integrację zgodę aż ze Szwecji. Ponadto IM Efficiency może również zrobić duży krok, gdyż ma bezpośredni kontakt z SolarOnTop i zatwierdzony wyrób od dużego OEM.

Do tego Van der Linden skupia się bardziej na samochodach ciężarowych „gotowych na przyszłość”. Jego podejście pozostaje tutaj wyraźnie naznaczone koncepcją „całkowitego kosztu posiadania”. W takiej sytuacji kosztowniejsza inwestycja niekoniecznie oznacza potem wyższe koszty operacyjne. Poza tym trzeba być jeszcze gotowym na zmieniające się i dotyczące innych sfer pytania od klientów, coraz częściej bowiem chcą oni być obsługiwani ekologicznym taborem emitującym wyraźnie mniej CO₂. Co więcej, podmiot chce, aby jego pojazdy mogły jeździć na HVO, jeśli chcą tego jego klienci, co nie stanowi żadnego problemu w przypadku silników Scanii najnowszej generacji.

Van der Linden zwiększył flotę z 20 pojazdów w 2019 roku do 33 w 2021 roku i są to samochody różnych marek. W efekcie obecnie jest to średniej wielkości dostawca usług logistycznych, jeżdżący dla klientów takich jak Twinpack i Vegro.

³³ <https://www.scania.com/nl/nl/home/experience-scania/news-and-events/News/archive/2021/06/van-der-linden-rust-nieuwe-scania-uit-met-zonnepanelen.html>

Umowa *joint venture* Daimler Truck, TRATON Group i Volvo Group na europejską sieć wysokowydajnego ładowania³⁴

16 grudnia 2021 roku trzech z pięciu wiodących zachodnioeuropejskich producentów pojazdów użytkowych – Daimler Truck, TRATON Group i Volvo Group – podpisało wiążącą umowę w kwestii utworzenia spółki *joint venture* (JV) w celu zainstalowania i obsługi w całej Europie wysokowydajnej publicznej sieci ładowania akumulatorów do ciężkich długodystansowych samochodów i autokarów. Jak wcześniej zakomunikowano, strony zobowiązały się do zainicjowania i przyspieszenia niezbędnej rozbudowy infrastruktury ładowania dla rosnącej liczby użytkowników pojazdów elektrycznych w Europie i tym samym przyczynienia się do wdrożenia w Europie do 2050 roku transportu neutralnego dla klimatu.

Planowane wspólne przedsięwzięcie, które w równym stopniu będzie własnością trzech stron, ma rozpocząć działalność w 2022 roku po zakończeniu wszystkich procesów zatwierdzania przez stosowne organy regulacyjne – tzn. uzyskania koniecznych zgód urzędów antymonopolowych. Strony wspólnie zobowiązują się do zainwestowania 500 mln EUR, co z założenia jest jak dotąd największą inwestycją w infrastrukturę ładowania w europejskim sektorze samochodów ciężarowych o dużej ładowności. Plan zakłada zainstalowanie i eksploatację w ciągu pięciu lat od założenia spółki co najmniej 1700 wysokowydajnych punktów ładowania zielonej energii na autostradach i w ich pobliżu oraz w punktach logistycznych i docelowych. Oczekuje się, że z czasem liczba punktów ładowania będzie znacznie rosła dzięki dodatkowym partnerom i finansowaniu publicznemu. Przyszłe przedsiębiorstwo *joint venture* ma działać pod własną tożsamością korporacyjną i mieć siedzibę w Amsterdamie oraz będzie mogło się oprzeć na szerokim doświadczeniu i wiedzy swoich partnerów założycieli zajmujących się dostawą ciężkiego taboru.

Przyszły wspólny podmiot ma funkcjonować jako katalizator i czynnik umożliwiający realizację unijnego Zielonego Ładu na rzecz wprowadzenia do 2050 roku transportu towarowego neutralnego pod względem emisji CO₂ – zarówno poprzez zapewnienie niezbędnej infrastruktury, jak i ukierunkowanie na zieloną energię w punktach ładowania. Wspólne działanie Daimler Truck, TRATON Group i Volvo Group stanowi odpowiedź na pilną potrzebę funkcjonowania wysokowydajnej sieci ładowania, aby wesprzeć operatorów samochodów ciężarowych w przechodzeniu na rozwiązania transportowe neutralne pod względem emisji CO₂, głównie w przypadku ciężkich ładunków obsługiwanych w ruchu dalekobieżnym. Wydajna infra-

³⁴ https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=51853937&ls=L3N1YXJjaHJlc3VsdC9zZWZFY2hyZXN1bHQueGh0bWw_c2VhcmNoVHlwZT1mbGV4JnNlYXJjaFN0cmVzZ1OTVnFRmxleFNlYXJjaF9OZXdzT25seUNvbXBhbGkmemVzdWx0SW5mb1R5cGVJZD00MDYyNiZmbGV4SW5mb1R5cGVzPTQwNjJlJTJDNDNA2MzA!&rs=0; https://www.mercedes-benz-trucks.com/pl_PL/brand/presspage.html; <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/next-step-in-joint-venture-agreement-for-european-charging-network-for-electric-trucks.html>; <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Commercial-vehicle-giants-invest-in-European-charging-network-for-electric-trucks.html>

struktura ładowania umożliwiającą przewóz długodystansowy to opłacalny sposób na znaczne, szybkie do zrealizowania ograniczenia emisji. Ta inicjatywa jest znaczącym początkiem i akceleratorem, dzięki któremu neutralne pod względem emisji CO₂ samochody klasy tonażowej ciężkiej i autokary odniosą sukces na rynku.

Z całą pewnością powstanie takiej spółki stanowi dobrą wiadomość dla branży transportowej i społeczeństwa, gdyż podkreśla silne zaangażowanie wszystkich partnerów w urzeczywistnianie wizji samochodów ciężarowych neutralnych pod względem emisji CO₂. Warto podkreślić, że trzej zaciekli konkurenci w dziedzinie samych pojazdów i ich technologii podejmują wspólne działania, aby rozpocząć tworzenie potrzebnej infrastruktury ładowania. Tym samym Daimler Truck, Volvo Group i TRATON Group chcą wysłać wyraźny sygnał wszystkim zainteresowanym, aby podążali za ich przykładem i podejmowali taką działalność. W rezultacie cały sektor pojazdów użytkowych będzie mógł stanowić część rozwiązania w kwestii świata neutralnego pod względem emisji CO₂. Współpraca tak silnych rywali może oczywiście wydawać się niezwykła. Temat ten ma jednak kluczowe znaczenie, a ta wyjątkowa kooperacja sprawi, że gracze szybciej i skuteczniej będą w stanie realizować działania transformacyjne niezbędne do przeciwdziałania zmianom klimatu. To wspólne przedsięwzięcie będzie więc silnym impulsem do szybkiego przełomu w zakresie elektrycznych aut i autokarów na baterie – najbardziej wydajnych i zrównoważonych rozwiązań transportowych.

Takie innowacyjne partnerstwa umożliwią tak bardzo potrzebne zmiany, które przyniosą korzyści klientom i całej branży. Jest to zarówno historyczny kamień milowy w transformacji w kierunku transportu wolnego od paliw kopalnych, jak i przełom, pokazujący zaangażowanie wytwórców samochodów ciężarowych w osiągnięcie zerowej emisji gazów cieplarnianych netto do 2040 roku oraz jeżdżącej floty o zerowej emisji netto najpóźniej do 2050 roku.

Trzej partnerzy postrzegają to jako przełom dla branży transportowej w zakresie ograniczania emisji CO₂ oraz dla innych branż, mogących na tym skorzystać na kilka innych sposobów. Branżowy raport z 2021 roku³⁵ wzywa do stworzenia nie później niż do 2025 roku maksymalnie 15 000 wysokowydajnych publicznych i docelowych punktów ładowania oraz do 50 000 wysokowydajnych punktów ładowania nie później niż do 2030 roku. Dlatego ten szybki start jest wezwaniem do działania skierowanym do wszystkich innych podmiotów branżowych oraz do rządów i decydentów politycznych, aby wspólnie pracowali nad szybką rozbudową niezbędnej sieci ładowania, by móc przyczynić się do osiągnięcia celów klimatycznych. Jako wyraźny sygnał dla ogółu zainteresowanych stron, sieć ładowania trójki będzie

³⁵ Opublikowany w maju 2021 roku przez ACEA, Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles), organizację zrzeszającą wszystkich głównych producentów samochodów ciężarowych w Europie, wspieraną również przez Daimler Truck, TRATON Group i Volvo Group.

otwarta i dostępna dla wszelkich pojazdów użytkowych w Europie, gdyż punkty ładowania będą kompatybilne ze wszystkimi takimi pojazdami, niezależnie od marki.

Stosując podejście zorientowane na klienta z uwzględnieniem odmiennych zastosowań – biorąc pod uwagę różne aplikacje – strony koncentrują się na potrzebach użytkowników. Operatorzy flot pojazdów elektrycznych na baterie będą mogli skorzystać zarówno z szybkiego ładowania dopasowanego do 45-minutowego obowiązkowego okresu odpoczynku w Europie, skupiającego się na transporcie dalekobieżnym – najwyższego priorytetu przyszłej spółki, jak i ładowania nocnego.

Daimler Truck, TRATON Group i Volvo Group będą posiadać równe udziały w planowanym *joint venture*. Niemniej, chociaż zostali partnerami w tym wspólnym przedsięwzięciu, to nadal pozostaną konkurentami we wszystkich innych obszarach.

„Towards Net Zero Emissions” – współpraca IVECO i Shell³⁶

Obie firmy podzielają zaangażowanie w dekarbonizację transportu drogowego oraz wyrażają przekonanie, że zmiana w kierunku czystszej przyszłości wymaga współpracy różnych interesariuszy – od przemysłu energetycznego i producentów pojazdów po klientów i instytucje. Dlatego wzywają do działania w zakresie transformacji energetycznej.

IVECO zadeklarowało, że do 2040 roku będzie wolne od paliw kopalnych, zobowiązując się do tego roku do osiągnięcia poziomu zerowej emisji dwutlenku węgla. Tym samym osiągnie ten ambitny cel o dziesięć lat szybciej niż cel wyznaczony przez Komisję Europejską w zakresie neutralności węglowej – klimatycznej. Nastąpi to poprzez stopniowe przyjmowanie napędów alternatywnych oraz zwiększenie roli biometanu. W tym kontekście niezbędna dekarbonizacja branży transportowej staje się nie tylko konieczna, ale jest również możliwa. Aby tego dokonać, wszyscy interesariusze w łańcuchu wartości biometanu muszą połączyć siły, by wspierać dalszy rozwój technologii i promować rolę biometanu jako wkładu w osiągnięcie celu redukcji CO₂ w transporcie ciężkim.

IVECO zwraca też uwagę, że popyt na samochody zasilane LNG stale rośnie: pojazdy te w 2015 roku były wyrobem niszowym, a obecnie (stan na rok 2022) stanowią prawie 4% całkowitego wolumenu produkcji i zbytu. Do tego istotne są korzyści płynące z technologii LNG i bio-LNG oraz dostępności biometanu, w roku 2021 stanowiącego średnio 17% gazu wykorzystywanego w transporcie w Unii Europejskiej. Oczekuje się, że w nadchodzących latach stanie się on powszechniej dostępny. Kolejny ważny element to rozbudowa infrastruktury w celu dalszego zwiększania produkcji bio-LNG jako kluczowego czynnika umożliwiającego osiągnięcie zerowej emisji CO₂ netto.

³⁶ <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/Towards-Net-Zero-Emissions.aspx>

IVECO dołącza do 27 europejskich firm zwiększających skalę wykorzystania biometanu³⁷

W 2021 roku IVECO oraz 27 firm i organizacji w łańcuchu wartości biometanu przedstawiło „Deklarację dotyczącą biometanu” komisarzowi UE ds. energii. Deklaracja ta opowiada się za uznaniem roli tego gazu na ścieżkach dekarbonizacji jako najbardziej efektywnego, przystępnego cenowo, skalowalnego i zrównoważonego dostępnego gazu. Podkreśla zbiorową ambicję jej sygnatariuszy, aby do 2030 roku zwiększyć zastosowanie biometanu w całej Europie do co najmniej 350 TWh (33 mld m³), czyli potencjału oszacowanego przez Komisję Europejską w dogłębnej analizie wspierającej komunikat „Czysta planeta dla wszystkich” (2018). Kwestia dotyczy więc kluczowej roli i zwiększania skali wykorzystania tego odnawialnego gazu w miksie energetycznym w celu dekarbonizacji sektorów, takich jak transport i przemysł.

Pochodzący ze źródeł odnawialnych biometan może odegrać ważną rolę w dekarbonizujących się sektorach, takich jak transport, przemysł i ogrzewanie mieszkań, co ma z kolei umożliwić budowanie bardziej odpornego systemu energetycznego i zmniejszanie zależności energetycznej. Sygnatariusze Deklaracji wyrazili też chęć zmobilizowania wszystkich interesariuszy łańcucha wartości biometanu do promowania jego korzyści i możliwości oraz współpracy z decydentami krajowymi i unijnymi oraz innymi zainteresowanymi stronami w celu zapewnienia wsparcia potrzebnego do ogólnoeuropejskiego zwiększania skali i spożytkowania tego odnawialnego gazu.

Koncern podkreśla, że jego droga do osiągnięcia statusu zerowej emisji netto dwutlenku węgla do 2040 roku pozostaje zgodna z celami i planami działań Unii Europejskiej w tej sferze. Podziela także pogląd, że dekarbonizacja wymaga stosowania miksu energetycznego, w którym biometan i wodór odgrywają kluczową rolę, oraz że wszystkie podmioty w łańcuchu wartości biometanu muszą połączyć siły, aby wesprzeć rozwój technologii i niezbędnej infrastruktury oraz stworzyć warunki dla jego powszechnego przyjęcia. Ze względu na udowodnioną wysoką zdolność biometanu do dekarbonizacji absolutnie kluczowe pozostaje zatem, aby jego rola w redukcji emisji CO₂ w transporcie ciężkim została oficjalnie uznana.

IVECO od lat mocno stawia na zrównoważone rozwiązania transportowe i dzięki ponad 25-letniemu doświadczeniu zajmuje pozycję lidera w sferze mobilności gazowej, do 2021 roku sprzedając ponad 40 000 takich pojazdów. Niemniej jego droga do dekarbonizacji transportu ciężkiego zakłada miks energetyczny oparty na zadaniach klienta i gamie produktów, bazujący na technologiach biometanu, pojazdach elektrycznych z akumulatorem (BEV) i pojazdach elektrycznych z ogniwami paliwowymi (FCEV). Jest to zgodne z nowym pakietem energetycznym Komisji Europejskiej, ukierunkowanym na ułatwienie wdrażania gazów odnawialnych za

³⁷ <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-joins-27-European-companies-in-discussions-of-biomethane-scale-up-with-EU-Energy-Commissioner.aspx>

pośrednictwem sieci dystrybucyjnych, ustanowienie zasad rynkowych dla wodoru oraz zapewnienie sprawiedliwej i opłacalnej transformacji. W szczególności oczekuje się, że pakiet energetyczny będzie zawierał działania mające na celu umożliwienie, rozszerzenie i maksymalizację dostępności biometanu oraz zagwarantowanie dostępności poprzez harmonizację przepisów na rynkach UE, co IVECO postrzega jako kluczowy czynnik w zwiększaniu skali użycia biometanu i osiągnięciu celów w zakresie dekarbonizacji. Dlatego właśnie wszyscy interesariusze łańcucha wartości muszą połączyć siły we wspieraniu rozwoju tej technologii, aby zrealizować i osiągnąć potencjał biometanu podkreślony w Deklaracji.

Współpraca IVECO i Air Liquide³⁸

IVECO oraz Air Liquide – światowy lider w dziedzinie gazów, technologii oraz usług dla przemysłu i zdrowia – w połowie grudnia 2021 roku podpisali protokół ustaleń, by przyspieszyć w Europie rozwój mobilności wodorowej samochodów ciężarowych klasy tonażowej ciężkiej. Partnerstwo przyczyni się do urzeczywistnienia czystej mobilności, wykorzystując uzupełniające się kompetencje obu firm, w szczególności dużą wiedzę specjalistyczną Air Liquide w całym łańcuchu wartości wodoru, od produkcji i magazynowania po dystrybucję. Obaj partnerzy przeznaczą środki i zasoby na zbadanie rozwoju ciężkich elektrycznych dalekobieżnych samochodów ciężarowych na ogniwa paliwowe w połączeniu z rozmieszczeniem wzdłuż głównych transeuropejskich korytarzy transportowych sieci stacji tankowania wodoru ze źródeł odnawialnych lub niskoemisyjnych. Równoległe oba podmioty będą wspólnie promować inicjatywy zachęcające do mobilności wodorowej, angażując wszystkich interesariuszy w całym łańcuchu wartości.

Partnerstwo to wpisuje się w trwającą współpracę przedsiębiorstw w ramach projektu HyAMMED (Hydrogène à Aix-Marseille pour une Mobilité Ecologie et Durable) na południu Francji, którego celami są: opracowanie pierwszej europejskiej floty 44-tonowych elektrycznych samochodów z ogniwami paliwowymi w połączeniu z uruchomieniem pierwszej wysokociśnieniowej stacji tankowania wodoru o wydajności 1 tony dziennie. Całość ukierunkowano na dekarbonizację dalekobieżnego transportu towarowego w Europie.

IVECO pozostaje zaangażowane w rozwój gospodarki wodorowej i za ważny element uważa współpracę z Air Liquide w badaniach nad najskuteczniejszym sposobem zapewnienia operatorom tego zrównoważonego alternatywnego paliwa dla sektora transportowego. Konieczne jest, aby wszyscy skoncentrowali się na osiągnięciu globalnych celów zerowej emisji netto, pracując razem, by przyspieszyć działania branży w osiągnięciu tego celu. Szczególnie, że wodór może znacząco przyczynić się do zmniejszenia emisji w sektorze transportu, gdyż okazuje się wyjątkowo dobrze przystosowany do wykorzystania jako paliwo do wariantów o dużej ładow-

³⁸ <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/Air-Liquide-and-IVECO-collaborate-to-accelerate-the-development-of-hydrogen-heavy-duty-mobility-in-Europe.aspx>

ności eksploatowanych na długich trasach. Air Liquide współpracuje z IVECO, aby zbadać, jak nadać bieg tej rewolucji i ją zdynamizować. Zgodnie ze swoimi celami zrównoważonego rozwoju Air Liquide działa na rzecz budowy i rozwoju ekosystemów wodorowych oraz przyczyniania się do powstawania społeczeństwa niskoemisyjnego – niskowęglowego.

5.3. Wnioski

Na tym etapie szczególnie ważna jest współpraca pomiędzy wytwórcami pojazdów a dystrybutorami i producentami paliw gazowych, dostawcami i producentami infrastruktury do ładowania oraz – w przypadku samych technologii elektryfikacji – dostawcami akumulatorów, jako czynnika krytycznego w tej sferze, gdyż dzięki uzyskanej przewadze technologicznej mogącego przełożyć się na istotną przewagę rynkową – konkurencyjną. Do tego dochodzi możliwość pozyskania kluczowych komponentów do budowy pojazdów powstałych przy jak najniższej emisji substancji szkodliwych – generalnie wolnych od paliw kopalnych.

W większości przypadków tych kooperacji na rynku mocną pozycję zajmują giganci, coraz częściej uzupełniani jednak przez podmioty nowe, założone zaledwie kilka lat wcześniej i na początku funkcjonujące jako start-upy. Dlatego zdarza się, że przykładowo z tym samym graczem na rynku infrastruktury do ładowania stosowne umowy kooperacyjne podpisuje kilka podmiotów budujących tabor do przewozów towarowych. Niemniej to zapewnia im z jednej strony elastyczność we współdziałaniu, z drugiej – dywersyfikację ryzyka i nakładów zasobowych. Poza tym stale zyskują na znaczeniu porozumienia ze start-upami, głównie funkcjonującymi w sektorze opracowywania nowych rozwiązań i technologii związanych z zarządzaniem energią oraz jej przesyłem i magazynowaniem, w tym przygotowywaniem przemiarowych propozycji dotyczących akumulatorów, w tym ich budowy i zasad działania. Osobną kwestię stanowi współdziałanie pomiędzy wytwórcami pojazdów a dostawcami istotnych komponentów do nich czy instytucjami naukowo-badawczymi, w tym niezależnymi instytutami oraz wyższymi uczelniami. Ich wspólne projekty dotyczą głównie dalszego doskonalenia i ekologizowania jednostek napędowych zasilanych paliwami tradycyjnymi lub alternatywnymi, dostaw komponentów wytworzonych bez udziału paliw kopalnych oraz całej sfery elektryfikacji.

Ponadto na tym etapie żadne wspólne przedsięwzięcia i kooperacja nie zakończą się ostatecznym sukcesem, gdy nie będą w nie włączone podmioty publiczne – rząd oraz samorządy. To włączenie musi być wielopłaszczyznowe, elastyczne, eklektyczne i holistyczne, gdyż powinno bezwzględnie dotyczyć kilku powiązanych kwestii, w tym doradztwa i wymiany informacji, pomocy przy pracach legislacyjnych, tak by akty prawne uwzględniały realia wsparcia finansowego (granty celowe) przy pracach naukowo-badawczych i wdrażaniu, przekonywania opinii publicznej oraz współfinansowania niezbędnej infrastruktury, bo sam biznes nie jest w stanie po-

nieść wszelkich nakładów dotyczących implementacji tych nowych, proekologicznych technologii i rozwiązań.

Tym samym, ponieważ zmiany klimatyczne i transformacja cyfrowa stanowią wyzwania dla firm ze wszystkich branż oraz wiążą się z ogromnymi kosztami inwestycyjnymi i wymagają wyraźnej siły innowacyjnej, pojęcia „konkurencja” i „współpraca” mogą się wydawać całkowitymi przeciwieństwami. Niemniej dla konkurentów rozsądne może się okazać łączenie zasobów w celu przewycięzania tych wyzwań, w tym szczególnie masy krytycznej wynikającej z konieczności inwestowania w innowacyjne rozwiązania i technologie, czemu towarzyszy niemałe ryzyko. Terminem używanym do opisanego jest „koopetycja”, powstała z połączenia dwóch słów „współpraca” i „konkurencja” (*cooperation, competition*). Współpracując z partnerami³⁹ w określonych kluczowych obszarach, takich jak rozwój i produkcja systemów ogniw paliwowych, zainteresowane strony mogą przyspieszyć przejście na bardziej zrównoważone rozwiązania transportowe. Ten rodzaj partnerstwa przynosi korzyści zarówno przewoźnikom, jak i społeczeństwu jako całości. Oczywiście partnerstwa z konkurentami nie są proste. Oznacza to, że ściśle współpracuje się z rywalami w jednym konkretnym obszarze, ale nadal nieraz zaciekle konkuruje się z nimi w wielu innych sferach. Jeśli jednak robi się to właściwie, to tego typu partnerstwa przynoszą ogromne korzyści – szczególnie w czasach transformacji. Z uwagi na fundamentalne zmiany zachodzące w branży transportowej ważne zatem pozostaje, aby rozwój nowych technologii, takich jak ogniwa paliwowe w samochodach ciężarowych, nabrał tempa.

Partnerstwa i współpraca są kluczem do uzyskania redukcji emisji dwutlenku węgla potrzebnej do osiągnięcia celów naukowych⁴⁰. Dlatego właśnie tworzą się silne związki/relacje, w których uczestniczą nie tylko przewoźnicy i nabywcy usług transportowych, ale także dostawcy baterii i energii. Ważną rolę do odegrania mają tu też władze różnych szczebli, gdyż nieraz konieczne okazują się zmiany wcześniej obowiązującego prawa czy wprowadzanie nowych przepisów. Żadna zmiana nie dokona się jednak bez silnej partycypacji finansowej ze strony państw. W głównej mierze biznes wymaga od nich inwestycji w niezbędną infrastrukturę do przesyłu energii i jej ładowania. Ponadto ważnym wyzwaniem staje się zabezpieczenie w przyszłości dostaw wystarczającej ilości energii elektrycznej. Bez tego żadna rewolucja w dzie-

³⁹ https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Daimler-Truck-CEO-Martin-Daum-and-Volvo-Group-CEO-Martin-Lundstedt-talk-about-partnerships-and-coopetition-in-the-podcast.xhtml?oid=51368541&ls=L3NIYXJjaHJlc3VsdC9zZWZyY2hyZXN1bHQueGh0bWw_c2VhcmNoU3RyaW5nPXZvbHZvJnNIYXJjaElkPTAmc2VhcmNoVHlwZT1kZXRhaWxlZCZyZXN1bHRJbWZvVHlwZUlKPTQwNjI2JnZpZXdUeXBIPXRodW1icyZzb3J0RGVmaW5pdGlvbj1QVUJMSVNIRURfQVQtMiZ0aHVtYlNjYXxlSW5kZXg9MSZyY3dDb3VudHNJbWRIeD01&rs=1

⁴⁰ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/3999115-scania-publishes-life-cycle-assessment-of-battery-electric-vehicles>; <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/scania-researches-better-batteries.html>; <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scania-commitment-to-battery-electric-vehicles.html>

dzinie wdrażania zrównoważonego ekologicznie transportu nigdy się nie uda. Energia jest mianowicie konieczna zarówno do zaopatrywania w nią zelektryfikowanych pojazdów, jak i do wytwarzania czystego wodoru, niezbędnego w systemach z ogniwami paliwowymi. Tym samym z jednej strony nie da się wymagać redukcji emisji CO₂, z drugiej ryzykiem i kosztami związanych z tymi przemianami obarczać sam biznes. Niezależnie od tego, czy rzeczywiście tych dotacji on potrzebuje, czy też w ten sposób chce jedynie zmniejszyć swoje ryzyko oraz uzyskać dodatkowe wsparcie finansowe, czyli różnego rodzaju dotacje. Jedno jest pewne – na końcu i tak za tę rewolucję klimatyczno-technologiczną zapłaci społeczeństwa. Kwestia dotyczy tylko tego, jak szybko i w jakiej wysokości w poszczególnych okresach oraz w jakiej formie – czy w wyższych opłatach za pozyskiwane dobra i usługi, czy w wyższych podatkach, a może i w jednym, i w drugim.

Dlatego wielostronne partnerstwa jawią się jako jedna z sił napędzających przejście na zrównoważony transport i *de facto* to przejście realnie ułatwiających. W związku z tym jedną z najważniejszych części prac nad poprawą klimatu staje się współpraca z innymi. Nawet z konkurentami, z którymi codziennie walczy się na rynku, trzeba być w stanie uzgodnić, co jest korzystne dla długoterminowych wspólnych celów dotyczących tego, co okazuje się dobre dla planety i społeczeństw. Powyższe sprowadza się do tego, że grupa ludzi dogaduje się, aby wypracować wspólne działania, aby branża transportowa była bardziej efektywna. Zobowiązując się do podążania spójną wspólną ścieżką do zerowej emisji netto, trzeba więc stworzyć nowe normy przywództwa korporacyjnego. Tym samym obecna kultura odpowiedzialności w biznesie musi obejmować nie tylko liczby i wyniki, ale też odpowiedzialność za społeczeństwo. A zatem taka dobrze prowadzona współpraca pozwala na:

- uzyskanie efektów skali i związanych z uczeniem się,
- uzyskanie synergii w badaniach i komercjalizacji, w tym wskutek wymiany doświadczeń,
- łatwiejsze przewyciężanie masy krytycznej w inwestycjach,
- obniżkę kosztów, dywersyfikację i redukcję ryzyka, przyspieszenie wprowadzania na rynek,
- lepsze przygotowanie rynku – odbiorców do komercjalizacji premierowych produktów i rozwiązań, w tym poprzez właściwe wcześniejsze przygotowanie niezbędnej infrastruktury towarzyszącej,
- możliwość kreacji skuteczniejszego i potężniejszego lobby, tworzącego lepszą grupę nacisku w określonych sprawach, w tym w kontaktach z władzami i instytucjami państwowymi,
- wspólne – ponadziałami – prowadzenie akcji edukacyjnych i informacyjnych.

Bardzo ważną rolę we wdrażaniu elementów związanych z ekologizacją odgrywają także kontakty biznesu z instytucjami i władzami publicznymi różnych szczebli. Mogą one dotyczyć:

- lobbingu,

- edukacji,
- wspólnej wymiany doświadczeń,
- przybliżania i tłumaczenia różnych zagadnień od strony biznesowej, w tym co do ryzyka, szans, zagrożeń i wyzwań,
- wypracowywania wspólnych oraz satysfakcjonujących jak największą liczbę włączonych stron – interesariuszy modeli i zasad współdziałania w przyszłości oraz usprawniających rozwiązań.

Niezaprzeczalnie więc wszelkie partnerstwa stanowią kolejny kluczowy składnik w kwestii sprostania wyzwaniom związanym z opracowaniem prawdziwie zrównoważonego transportu. Szeroki zakres wyzwań dotyczących niskoemisyjnych rozwiązań transportowych i szeroka gama możliwych rozwiązań oznaczają, że koncerny postrzegają partnerstwa jako jedyny sposób, w jaki branża transportowa może stać się zrównoważona. Nie da się mianowicie pracować w izolacji.

ROZDZIAŁ 6

Testy pojazdów na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi i ich wdrożenia w Polsce

Żaden projekt wdrożenia bardziej proekologicznych środków przewozu nie zakończy się sukcesem, jeśli ich eksploatacja nie wykaże uzasadnienia ekonomicznego – innymi słowy prawie nikt czysto altruistycznie nie zainwestuje w takie warianty, jeśli mu się to nie będzie zwyczajnie opłacać. Dlatego tak ważną funkcję pełnią realne wdrożenia, dokonywane przez klientów w tzw. naturalny sposób. Taka sytuacja występuje, gdy decyzja o zakupie/wejściu w użytkowanie jest podejmowana przez każdego z użytkowników wyłącznie na podstawie czystych kryteriów ekonomicznych, przy możliwym uwzględnieniu kwestii środowiskowych. Przy tym, ze względu właśnie na względy kosztowe – na tym etapie brak wykazywania czystej naturalnej opłacalności ekonomicznej, praktycznie wszędzie technologie paliw alternatywnych i alternatywnych układów napędowych wymagają różnorakiego, w tym tzw. miękkiego i twardego, wsparcia ze strony władz.

W Polsce te kwestie reguluje już odpowiednie prawo. Dnia 13 sierpnia 2019 roku została opublikowana Ustawa z 4 lipca 2019 roku o zmianie ustawy o podatku od towarów i usług oraz niektórych innych ustaw¹, która w art. 6 zmieniła Ustawę z 6 grudnia 2008 r. o podatku akcyzowym² w zakresie stosowania zerowej stawki akcyzy na gaz ziemny przeznaczony do napędu silników spalinowych (CN 2711 11 00 i 2711 21 00), tj. skroplony gaz ziemny LNG i sprężony gaz ziemny CNG, oraz na biogaz (bez względu na kod CN), wodór i biowodór (CN 2804 10 00) przeznaczone do napędu silników spalinowych. Wejście w życie tej ustawy nastąpiło w dniu 1 września 2019 roku, z wyjątkiem m.in. regulacji dotyczących stosowania zerowej stawki akcyzy na wymienione wyżej wyroby akcyzowe, które weszły w życie z dniem następującym po dniu ogłoszenia. Zatem zainteresowane podmioty mogą stosować zerową stawkę akcyzy na gaz ziemny LNG i CNG oraz biogaz, biowodór i wodór przeznaczone do napędu silników spalinowych od 14 sierpnia 2019 roku.

Obecnie (stan na rok 2022) w naszym kraju większemu upowszechnieniu taboru gazowego zaczynają więc sprzyjać regulacje unijne i wewnętrzne. Takimi wspierającymi przepisami pozostają te odnoszące się m.in. do elektromobilności. Są to:

¹ Ustawa z 4 lipca 2019 roku o zmianie ustawy o podatku od towarów i usług oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. 2019, poz. 1520

² Ustawa z 6 grudnia 2008 r. o podatku akcyzowym, tekst jedn. Dz.U. 2019, poz. 864.

- prawo niskoemisyjne w transporcie,
- kwestia ujęcia paliwa w postaci gazu naturalnego w transporcie w Ustawie z dnia 11 stycznia 2018 roku o elektromobilności i paliwach alternatywnych³,
- pojęcie tzw. masy ekologicznej w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 11 grudnia 2017 roku⁴, stanowiące, że dopuszczalna masa całkowita pojazdu zasilanego paliwem alternatywnym może zostać powiększona maksymalnie o 1 tonę.

Do tego dochodzą sprzyjające: niższa akcyza na gaz, coraz lepsza dostępność stacji do tankowania, różnorakie przywileje dla pojazdów niskoemisyjnych, środki pomocowe na dofinansowanie do zakupu oraz obniżone opłaty drogowe. W samej sferze prawnej warto jeszcze wskazać, że tzw. prawo niskoemisyjne składa się z wielu aktów wykonawczych, za które odpowiadają ministerstwa. Podstawowym aktem jest Rozporządzenie PE zaakceptowane przez kraje członkowskie UE do obniżenia emisji CO₂ we wszystkich sektorach gospodarki, aby zahamować podwyższanie się temperatury na świecie związane z efektem cieplarnianym. Rozporządzenie wykonawcze PE dotyczy redukcji CO₂ w transporcie, a implementacja przepisów wykonawczych musi znaleźć odzwierciedlenie w rodzimym porządku prawnym – musi istnieć odzwierciedlenie zapisów w przepisach krajów członkowskich. Należy też uwzględnić zezwolenie na wykluczenie stosowania prawa europejskiego. Szczególnie ważne zatem są następujące projekty ustaw:

1. O akcyzie na paliwo LNG i CNG.
2. W sprawie dopłaty do zakupu pojazdów nisko- i zeroemisyjnych.
3. W sprawie dopłaty do budowy stacji tankowania i ładowania pojazdów.
4. W kwestii pożyczek celowych z funduszu niskoemisyjnego.

Tym samym dla dostawcy taboru samochodowego niezmiernie ważne staje się śledzenie na bieżąco zmian legislacyjnych i staranie się, by wykorzystać korzyści płynące z tych aktów. Tym bardziej, że Ustawa o elektromobilności nakłada obowiązek posiadania floty ekologicznego taboru w ilości 10% do 2021 roku, 20% do 2023 roku i 30% do 2025 roku. Ponadto tzw. masa ekologiczna oznacza możliwość zwiększenia maksymalnie o 1000 kg dopuszczalnej masy całkowitej wersji gazowej. Do tego mogą dochodzić korzyści z posiadania wariantów niskoemisyjnych, takie jak jazda buspasem, darmowe miejsca parkingowe, wjazd do stref zeroemisyjnych, obniżenie podatku drogowego oraz zniesienie akcyzy przy zakupie.

³ Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, Dz.U. 2018, poz. 317

⁴ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 11 grudnia 2017 r. w sprawie rejestracji i oznaczania pojazdów oraz wymagań dla tablic rejestracyjnych, Dz.U. 2017, poz. 2355

6.1. Próby w realnych warunkach

W Polsce do maja 2021 roku, gdy pojawiły się pierwsze demonstracyjne egzemplarze w pełni elektryczne, z taboru nisko- i zeroemisyjnego były dostępne jedynie odmiany gazowe. Od samego początku poddawano je próbom u klientów w realnych warunkach eksploatacji.

6.1.1. IVECO – wyniki testów drogowych samochodów ciężarowych zasilanych LNG w Polsce⁵

W 2016 roku pierwsze testy taboru zasilanego gazem przeprowadziło IVECO. Były to 6-miesięczne próby drogowe 2-osowego ciągnika siodłowego Stralis Natural Power LNG. Spełniał on normę emisji Euro 6 i był napędzany przez silnik 330 KM Cursor 8 CNG. Otrzymał też kriogeniczny zbiornik paliwa LNG o pojemności 510 l i cztery 70-litrowe zbiorniki CNG, zapewniające zasięg ponad 750 km. Dzięki temu dobrze sprawdzał się na średnich dystansach. Autem tym jeździli przewoźnicy świadczący usługi dla IKEA. Próby te stały się możliwe dzięki zaangażowaniu IVECO Poland oraz Cryogas M&T Poland. IVECO użyczyło trzy pojazdy zasilane gazem ziemnym oraz zapewniło ich obsługę. Dostawy LNG oraz instalację mobilnej stacji tankowania zabezpieczyła firma Cryogas. Jest to doświadczony dostawca LNG dla napędu, przygotowany do ustawienia i obsługi odpowiedniej instalacji tankującej. Współpraca z IKEA Distribution Services miała zaś na celu przełamanie kluczowych barier związanych z małą popularnością dla szerszego wdrożenia napędów LNG w Polsce. W rezultacie grupa 5 przewoźników pracujących dla IKEA zyskała niepowtarzalną możliwość przeprowadzenia pierwszych sprawdzianów drogowych ciągników zasilanych LNG w Polsce.

Główny cel tych testów polegał na sprawdzeniu możliwości ograniczania negatywnego oddziaływania na środowisko w dziedzinie transportu ładunków. Brano także pod uwagę kwestie ekonomiczne oraz użytkowe. W czasie 6 miesięcy na terenie Centrum Dystrybucyjnego IKEA w Jarostach, oprócz poznania walorów eksploatacyjnych aut i poziomu spalania paliwa, firmy transportowe miały zatem możliwość samodzielnego przekonania się, jak wygląda obsługa serwisowa pojazdów oraz wykonywany przez Cryogas przebieg procesu tankowania. Wyniki sprawdzianu dowiodły, że pod każdym względem jakość obsługi i przebieg eksploatacji znacząco nie odbiegają od doświadczeń z pojazdami zasilanymi olejem napędowym.

W ciągu 6 miesięcy 3 ciągniki Stralis AT 440S33 TP LNG pokonały łącznie ponad 40 000 km. Średnie spalanie LNG wyniosło 24,9 kg/100 km przy średniej masie ładunku 15 300 kg (średnia ważona zużycia oleju napędowego [ON] w okresie testów wykorzystana do porównań to 30,4 l/100 km). Na podstawie niniejszych parametrów możliwe stało się wykonanie analizy całkowitych kosztów posiadania

⁵ Materiały wewnętrzne IVECO Poland na temat testu, 2016.

pojazdów (TCO). Wskazano, że paliwo LNG to optymalne rozwiązanie w zakresie zmniejszenia emisji spalin (brak sadzy, redukcja emisji CO₂ o 7%) oraz ograniczenia wydatków na paliwo, gdzie próg opłacalności inwestycji w pojazdy LNG zostaje przekroczony dla przebiegów powyżej 105 000 km rocznie. Wówczas miesięczne oszczędności na paliwie LNG przewyższają pozostałe koszty eksploatacji pojazdu (TCO). Na przykład dla przebiegu 120 000 km roczna oszczędność z pojazdu LNG to 1573 EUR w porównaniu z odpowiednikiem zasilanym olejem napędowym.

Wskazywano także na główne zalety taboru zasilanego LNG, w tym: jego ekologiczność (niższa emisja cząstek stałych, tlenków azotu i dwutlenku węgla), brak konieczności używania dodatku AdBlue, cichszą pracę silnika, niższe zużycie tańszego paliwa oraz prostszą budowę układu wydechowego, przekładającą się na większą niezawodność w dłuższym czasie i tym samym na niższe koszty serwisowania.

Ponieważ LNG (skroplony gaz ziemny), jako paliwo do napędu pojazdów drogowych, występuje w temperaturze -130°C i ciśnieniu 8 barów, do przechowywania i tankowania samochodów wymagane stało się zapewnienie specjalnej instalacji kriogenicznej. Zamontowana instalacja Cryogas w Jarostach pozwoliła na efektywne tankowanie aut w czasie prób. Dzięki pomiarowi masowemu paliwa w łatwy sposób dało się określić wielkość spalania oraz redukcję emisji spalin. Cryogas zapewnił kompleksową obsługę niniejszego procesu – projekt, budowę i obsługę punktu tankowania LNG oraz dostawy gazu ziemnego. Bogate doświadczenie firmy potwierdza także wykonanie ogólnodostępnej stacji tankowania LNG w Śremie, stacji LNG w Olsztynie oraz licznych stacji regazyfikacji do celów przemysłowych.

Główne rezultaty tych testów drogowych to:

- zmniejszenie emisji spalin – wyeliminowanie emisji cząstek stałych (sadzy) oraz redukcja emisji CO₂ o 7%, zastosowanie uproszczonego i lżejszego systemu oczyszczania spalin,
- redukcja wydatków na paliwo o 30% (dzięki lepszej kaloryczności metanu niż oleju napędowego, brak potrzeby stosowania AdBlue),
- redukcja emisji hałasu.

Znaczące zmniejszenie wydatków na paliwo oraz ograniczenie emisji spalin – to zatem dwa główne efekty tych prób. Jednocześnie wskazano na zasadnicze wyzwania związane z eksploatacją takich pojazdów, tzn.:

- zwiększenie zasięgu – wówczas 750 km, potem możliwe stało się osiągnięcie 1500 km (dzięki drugiemu zbiornikowi LNG),
- zwiększenie mocy silnika – 330 KM mocy dobrze sprawdza się w większości zastosowań w ruchu miejskim, lokalnym i regionalnym; dla potrzeb transportu długodystansowego niespełna rok później pojawiła się nowa gazowa jednostka o mocy 400 KM,
- zwiększenie dostępności stacji LNG – wtedy były to trzy obiekty w Polsce, do 2025 roku regularna sieć takich stacji powinna powstać wzdłuż głównych dróg krajowych (A1, A2, S3, A4, S7, S8 oraz S61).

6.1.2. Próby prowadzone przez Scanię⁶

Scania Polska, na podstawie dokonanych przez siebie prób, w tym w oparciu o egzemplarz 2-osioowego ciągnika wykorzystywanego w ramach programu „Zawsze na czele”, udowadnia, że zakup/wejście w użytkowanie typów gazowych okazuje się w pełni uzasadniony, i to mimo że wyróżniają się one znacznie wyższą ceną nabycia, wyższymi kosztami serwisowania, wskutek m.in. skrócenia interwałów międzyprzebiegów do 45 000 km i dla oleju do 60 000 km, wyższymi o 20-35% kosztami finansowania i o 10-15% ubezpieczenia (tab. 6). Te wady dotyczą zarówno modeli CNG, jak i LNG. Poza tym na ich niekorzyść przemawia krótszy okres założonej deprecjacji fizycznej, dla wersji CNG równy 12-14 lat, czyli teoretycznie zbliżony do okresu deprecjacji odmian tradycyjnych z wysokoprężną jednostką napędową, ale dla typów LNG określony na około 10 lat. Trzeba także uwzględnić dozór butli – dozór LNG co rok, CNG co 3 lata i co 10 lat próba ciśnieniowa – oraz tzw. boiloff LNG, tankowanie i uprawienia. Przy czym w serwisach Scanii są pracownicy uprawnieni do legalizacji. Niemniej, z drugiej strony, przewoźnik zawsze może wybrać gazowe ogrzewanie postojowe. Poza tym, jeśli pojazdy są wykorzystywane w ruchu przez Niemcy, przewoźnik może skorzystać z obniżki opłaty Maut. Im więcej jest tych jazd, tym bardziej rosną oszczędności z tego tytułu, podnosząc konkurencyjność taboru gazowego.

Tabela 6. Ceny i koszty odmian CNG/LNG w zależności od rodzaju paliwa

| Ceny i koszty | CNG/LNG |
|----------------------|--------------------------------|
| Cena pojazdu | +18 000 EUR/+30 000 EUR |
| Koszt serwisowania | +25%/+40% |
| Koszty finansowania | +20%/+35% |
| Koszty ubezpieczenia | +10%/+15% |
| Cena paliwa | -2,66 PLN -40%/ -2,80 PLN -40% |
| Opłaty ekologiczne | brak danych |
| Opłaty drogowe | Maut 0,187 EUR/km |

Źródło: Scania – materiały wewnętrzne, 2019.

Na podstawie wykonanych prób, przy uwzględnieniu notowanego zużycia paliwa i pokonaniu 18171 km (tab. 7), przedstawiciele Scanii uważają, że wariant CNG zwróci się po 3 latach 11 miesiącach – 4 latach, z kolei LNG nawet w krótszym czasie, bo zaledwie po 2,7 roku, tzn. po upływie takiego okresu ogólne koszty użytkowania taboru gazowego zrównają się z kosztami eksploatacji taboru klasycznego z jednostkami wysokoprężnymi. W rozważaniach tych przyjęto, że roczny przebieg

⁶ Materiały wewnętrzne Scanii Polska na temat testu, 2019.

wynosi 120 000 km, a zużycie LNG to 22 kg/100 km. Ponadto uśredniona masa zestawu wynosi 28 000 kg, a prędkość 65 km/h.

Tabela 7. Wyniki testów Scanii

| Data startu | Dystans [km] | Średnie zużycie [kg/100 km] | Średnia masa [t] | Średnia prędkość [km/h] |
|--------------|---------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|
| 15.07.2019 | 3303 | 21,7 | 24 | 60 |
| 01.08.2019 | 5303 | 24 | 31 | 61 |
| 28.09.2018 | 5670 | 21,6 | 30 | 68 |
| 07.10.2019 | 3895 | 20,8 | 27 | 69 |
| RAZEM | 18 171 | 22,0 | 28 | 65 |

Źródło: Scania – materiały wewnętrzne, 2019.

W sporządzanych analizach warto też wziąć pod uwagę koszty pozyskania/wzniesienia własnej stacji gazowej (wszystkie koszty podane dla 2020 roku). Stacja CNG wolnego tankowania dla 750 m³ gazu, wystarczających do zabezpieczenia czterech samochodów ciężarowych i dwóch aut dostawczych, kosztowała 150 000-180 000 PLN. Stacja CNG szybkiego tankowania dla 10 samochodów ciężarowych, ale dwóch tankowanych w ciągu godziny, wiązała się już z kosztem rzędu 500 000 PLN. W przypadku LNG stacja 45 m³ z butlą bez systemu chłodzenia, z pompą kriogeniczną poza zbiornikiem głównym, wymagała nakładów na poziomie 0,980-1,260 mln PLN, zaś stacja LNG 45 m³ z butlą z systemem chłodzenia i pompą w butli wiązała się z wydatkiem aż 2,6 mln PLN. Stacja C-LNG 80 m³ z butlą z systemem chłodzenia, dwoma dystrybutorami oraz systemem CNG odzysku oparów gazu oznaczała natomiast nakład w wysokości nawet 3,8 mln PLN. Tym samym koszt inwestycji do obsługi minimum 50 pojazdów zawierał się w przedziale od 2,5 do 4 mln PLN.

6.1.3. Wyniki testów gazowego Volvo FH LNG⁷

O tym, że w 2020 roku inwestycja w odmiany gazowe stosowane do obsługi ruchu dalekobieżnego wykazywała pełne naturalne uzasadnienie biznesowe, przekonuje Volvo Trucks Poland. Kwestia dotyczy dwupaliwowego – olejowo-gazowego, lecz prawnie uważanego za gazowy, modelu FH LNG. Już zgodnie z analizami wykonanymi przez specjalistów firmy w 2018 roku największy zbiornik gazu LNG o pojemności 205 kg powinien wystarczyć na pokonanie około 1000 km. Powyższe potwierdziły pierwsze próby krajowe, podczas których ciągnik zużywał około 18-20 kg gazu na 100 km. Przy tym kilogram LNG cechuje się o blisko 40% wyższą wydajnością energetyczną. Jednocześnie, aby pokonać 100 km, ciągnik potrzebo-

⁷ Materiały wewnętrzne Volvo Trucks Polska na temat testu.

wał około 3 l oleju napędowego. Sam gazowy ciągnik/podwozie okazuje się jednak kosztowniejszy w zakupie, lecz poprzez zasilanie paliwem alternatywnym oferuje wiele możliwości obniżenia kosztów transportu i późniejszej eksploatacji. W drugiej połowie 2020 roku 1 kg gazu był mianowicie o około połowę tańszy niż litr oleju napędowego. W dodatku FH LNG i FM LNG są oferowane ze Złotymi Kontraktami Serwisowymi Volvo, co oznacza, że użytkownik nie musi się martwić o koszty eksploatacji podczas trwania tej umowy. Poza tym stosowanie gazu LNG daje wiele możliwości dofinansowań, tak jak w innych krajach Unii Europejskiej, gdzie państwo refunduje część kosztów zakupu takiego pojazdu. Kolejny czynnik przekładający się na obniżenie kosztów eksploatacji stanowi decyzja Niemiec o zniesieniu opłat drogowych dla pojazdów zasilanych gazem LNG/CNG. Analogiczna ulga dotyczy aut elektrycznych. Zniesienie to zostało przegłosowane przez Bundestag. Powinno to wystarczyć, by całkowicie zrekompensować wyższy koszt leasingu odmiany gazowej. Oczywiście realnie koszt tej ulgi będzie zależał od liczby kilometrów pokonanych na niemieckich płatnych drogach. Ustawodawca spodziewa się, że za rozwojem rynku pojazdów podąży też rozbudowa sieci stacji tankowania gazu – stacji CNG i stacji LNG. Ponadto ulga ta może stymulować rozwój takiego rynku w naszym kraju, gdyż duża część rodzimych przewoźników jeździ do Niemiec lub przemierza ten kraj w ramach ruchu tranzytowego.

Opłacalności wykorzystywania typów gazowych nie tylko w przewozach w transycie prowadzących przez Niemcy, ale i w przewozach wewnętrznych realizowanych w Polsce dobitnie dowodzą także stosowne testy, jakie zostały przeprowadzone w 2020 roku⁸. Siedmiu takim testom (tab. 8-14) poddano 3-osiowe, szosowe podwozie Volvo FH LNG 6×2 z zabudową wymienną – tzw. nadwoziem BDF, używanym m.in. w sektorze kurierskim (CEP) i logistycznym. Sprawdzian odbywał się od czerwca do września 2020 roku i był prowadzony w polskiej filii dużego operatora logistycznego o zasięgu ogólnoswiatowym. Przy czym w tym przypadku jazdy odbywały się wyłącznie na różnych trasach krajowych. Przez cały okres trasy te były zmieniane, tak jak kierowcy. Cel tego projektu polegał na wykazaniu, czy w polskich warunkach naturalnie opłacalne ekonomicznie staje się stosowanie taboru gazowego, a jeżeli tak, to jakie warunki muszą być spełnione, by tak się działo. Zasadnicze założenie polegało więc na porównaniu kosztów zużycia paliwa – oleju napędowego w stosunku do kosztów zużycia gazu, przy uwzględnieniu kosztów AdBlue przez w pełni porównywalne samochody z napędem gazowym i tradycyjnym – na olej napędowy, eksploatowane na tej samej trasie i w tych samych warunkach, przez tego samego operatora do przewozu ładunków tego samego rodzaju. W efekcie wyniki te można uważać za referencyjne, gdyż właśnie rezultaty pozyskane w trakcie eksploatacji u klienta są najbardziej wiarygodne i miarodajne.

⁸ Tamże.

Tabela 8. Volvo – wyniki testu 1

| Test 1 | | | |
|--|--------|--------|------------|
| Zużycie paliwa LNG | 0 | 19,63 | l/100 km |
| Zużycie paliwa ON | 29 | 2,56 | l/100 km |
| AdBlue | 1 | 1,69 | l/100 km |
| Cena ON (netto) | 0,79 | | EUR/l |
| Cena LNG (netto) | 0,46 | | EUR/kg |
| Cena AdBlue (netto) | 0,23 | | EUR/l |
| Cena netto przejazdu 100 km | 23,14 | 11,44 | EUR/100 km |
| Przebieg roczny pojazdu | 95 700 | 95 700 | km |
| Średni przebieg pojazdu w miesiącu | 7975 | 7975 | km |
| Miesięczne koszty paliwa + AdBlue + Maut | 1845 | 912 | EUR |
| Oszczędności w skali miesiąca w odniesieniu do kosztów paliwa i Adblue | 933 | | EUR |

Źródło: Materiały wewnętrzne Volvo Polska Sp. z o.o. Oddział Samochody Ciężarowe na temat testu, 2020.

Tabela 9. Volvo – wyniki testu 2

| Test 2 | | | |
|--|---------|---------|------------|
| Zużycie paliwa LNG | 0 | 17,98 | l/100 km |
| Zużycie paliwa ON | 29 | 2,54 | l/100 km |
| AdBlue | 1 | 1,56 | l/100 km |
| Cena ON (netto) | 0,79 | | EUR/l |
| Cena LNG (netto) | 0,46 | | EUR/kg |
| Cena AdBlue (netto) | 0,23 | | EUR/l |
| Cena netto przejazdu 100 km | 23,14 | 10,64 | EUR/100 km |
| Przebieg roczny pojazdu | 164 000 | 164 000 | km |
| Średni przebieg pojazdu w miesiącu | 13 667 | 13 667 | km |
| Miesięczne koszty paliwa + AdBlue + Maut | 3162 | 1454 | EUR |
| Oszczędności w skali miesiąca w odniesieniu do kosztów paliwa i AdBlue | 1709 | | EUR |

Źródło: Materiały wewnętrzne Volvo Polska Sp. z o.o. Oddział Samochody Ciężarowe na temat testu, 2020.

Tabela 10. Volvo – wyniki testu 3

| Test 3 | | | |
|--|---------|---------|------------|
| Zużycie paliwa LNG | 0 | 17,86 | l/100 km |
| Zużycie paliwa ON | 34 | 2,44 | l/100 km |
| AdBlue | 1 | 1,48 | l/100 km |
| Cena ON (netto) | 0,79 | | EUR/l |
| Cena LNG (netto) | 0,46 | | EUR/kg |
| Cena AdBlue (netto) | 0,23 | | EUR/l |
| Cena netto przejazdu 100 km | 27,09 | 10,48 | EUR/100 km |
| Przebieg roczny pojazdu | 112 800 | 112 800 | km |
| Średni przebieg pojazdu w miesiącu | 9400 | 9400 | km |
| Miesięczne koszty paliwa + AdBlue + Maut | 2546 | 985 | EUR |
| Oszczędności w skali miesiąca w odniesieniu do kosztów paliwa i Adblue | 1561 | | EUR |

Źródło: Materiały wewnętrzne Volvo Polska Sp. z o.o. Oddział Samochody Ciężarowe na temat testu 2020.

Tabela 11. Volvo – wyniki testu 4

| Test 4 | | | |
|--|---------|---------|------------|
| Zużycie paliwa LNG | 0 | 18,35 | l/100 km |
| Zużycie paliwa ON | 31 | 2,58 | l/100 km |
| AdBlue | 2 | 1,52 | l/100 km |
| Cena ON (netto) | 0,79 | | EUR/l |
| Cena LNG (netto) | 0,46 | | EUR/kg |
| Cena AdBlue (netto) | 0,23 | | EUR/l |
| Cena netto przejazdu 100 km | 24,95 | 10,83 | EUR/100 km |
| Przebieg roczny pojazdu | 105 600 | 105 600 | km |
| Średni przebieg pojazdu w miesiącu | 8800 | 8800 | km |
| Miesięczne koszty paliwa + AdBlue + Maut | 2196 | 953 | EUR |
| Oszczędności w skali miesiąca w odniesieniu do kosztów paliwa i Adblue | 1243 | | EUR |

Źródło: Materiały wewnętrzne Volvo Polska Sp. z o.o. Oddział Samochody Ciężarowe na temat testu, 2020.

Tabela 12. Volvo – wyniki testu 5

| Test 5 | | | |
|--|---------|---------|------------|
| Zużycie paliwa LNG | 0 | 19,14 | l/100 km |
| Zużycie paliwa ON | 27 | 2,65 | l/100 km |
| AdBlue | 2 | 1,68 | l/100 km |
| Cena ON (netto) | 0,73 | | EUR/l |
| Cena LNG (netto) | 0,38 | | EUR/kg |
| Cena AdBlue (netto) | 0,23 | | EUR/l |
| Cena netto przejazdu 100 km | 21,79 | 11,28 | EUR/100 km |
| Przebieg roczny pojazdu | 180 000 | 180 000 | km |
| Średni przebieg pojazdu w miesiącu | 15 000 | 15 000 | km |
| Miesięczne koszty paliwa +AdBlue +Maut | 3269 | 1693 | EUR |
| Oszczędności w skali miesiąca w odniesieniu do kosztów paliwa i AdBlue | 1576 | | EUR |

Źródło: Materiały wewnętrzne Volvo Polska Sp. z o.o. Oddział Samochody Ciężarowe na temat testu 2020.

Tabela 13. Volvo – wyniki testu 6

| Test 6 | | | |
|--|---------|---------|------------|
| Zużycie paliwa LNG | 0 | 19,91 | l/100 km |
| Zużycie paliwa ON | 29,9 | 2,44 | l/100 km |
| AdBlue | 2,21 | 1,7 | l/100 km |
| Cena ON (netto) | 0,79 | | EUR/l |
| Cena LNG (netto) | 0,46 | | EUR/kg |
| Cena AdBlue (netto) | 0,23 | | EUR/l |
| Cena netto przejazdu 100 km | 22,34 | 9,74 | EUR/100 km |
| Przebieg roczny pojazdu | 159 000 | 159 000 | km |
| Średni przebieg pojazdu w miesiącu | 13 250 | 13 250 | km |
| Miesięczne koszty paliwa +AdBlue +Maut | 2959 | 1290 | EUR |
| Oszczędności w skali miesiąca w odniesieniu do kosztów paliwa i Adblue | 1669 | | EUR |

Źródło: Materiały wewnętrzne Volvo Polska Sp. z o.o. Oddział Samochody Ciężarowe na temat testu, 2020.

Tabela 14. Volvo – wyniki testu 7

| Test 7 | | | |
|--|---------|---------|------------|
| Zużycie paliwa LNG | 0 | 20,33 | l/100 km |
| Zużycie paliwa ON | 30,03 | 2,45 | l/100 km |
| AdBlue | 2,5 | 1,67 | l/100 km |
| Cena ON (netto) | 0,73 | | EUR/l |
| Cena LNG (netto) | 0,38 | | EUR/kg |
| Cena AdBlue (netto) | 0,23 | | EUR/l |
| Cena netto przejazdu 100 km | 22,5 | 9,9 | EUR/100 km |
| Przebieg roczny pojazdu | 168 000 | 168 000 | km |
| Średni przebieg pojazdu w miesiącu | 14 000 | 14 000 | km |
| Miesięczne koszty paliwa +AdBlue +Maut | 3150 | 1386 | EUR |
| Oszczędności w skali miesiąca w odniesieniu do kosztów paliwa i Adblue | 1764 | | EUR |

Źródło: Materiały wewnętrzne Volvo Polska Sp. z o.o. Oddział Samochody Ciężarowe na temat testu 2020

Wyniki testu okazały się bardzo obiecujące, wykazały bowiem duże oszczędności. Niemniej – co ważne i należy tu zaznaczyć – wyniki te objęły jedynie czysty koszt eksploatacji samochodu, tzn. bez kosztów jego zakupu, utrzymania itp.

W trakcie tych prób w ciągu dwóch tygodni pojazd przejechał średnio 3987 km. Obliczony na tej podstawie szacowany przebieg miesięczny wynosił 7974 km, a roczny – około 95 700 km. W obliczeniach przyjęto koszt LNG oraz koszty oleju napędowego we wrześniu 2020 roku, które kształtowały się na referencyjnym poziomie: LNG – 2,5 PLN brutto/kg, ON 4,25 PLN brutto/l. Natomiast dla AdBlue przyjęto cenę 1 PLN netto/l.

Uzyskane wyniki skłoniły do przedstawienia następujących wniosków:

- stosunek zużycia LNG do zużycia ON zasadniczo zależy od topografii tras, kierowcy, masy ładunku. Im ładunek był cięższy, a trasa trudniejsza, tym bardziej proporcjonalnie rosło zużycie LNG;
- niezależnie od topografii tras, kierowcy czy masy ładunku relacja kosztów paliwa i AdBlue, bez uwzględniania Maut, przy stosunku kosztów LNG do kosztów oleju napędowego, średnio kształtowała się na poziomie od 40% do nieco ponad 50%. Kwestia dotyczyła kosztów, jakie by poniesiono, pokonując dany odcinek analogicznym wariantem zasilanym olejem napędowym, z takim samym ładunkiem o tej samej masie;
- im bardziej rosną uzyskiwane przebiegi miesięczny i roczny, tym wyższe okazują się notowane oszczędności, wyliczone jedynie dla paliwa – gazu i AdBlue.

Uzyskane miesięczne oszczędności, dla testu wyliczone na kwotę od 933 do aż 1764 EUR, oznaczają, że wyższe koszty zakupu odmiany gazowej – u Volvo dwupaliwowej – zwrócą się w czasie nie dłuższym niż 2-3 lata. Im większy będzie pokonywany dystans – miesięcznie/rocznie, tym szybciej nastąpi ten zwrot. Ponadto w tym porównaniu kosztów netto Volvo FH – zasilanego tradycyjnym paliwem oraz zasilanego gazem – nie zostały ujęte:

- koszty zakupu w odniesieniu do wersji gazowej – w tym przypadku dwupaliwowej – wyższe o około 20-30%,
- koszty przeglądów i napraw – można założyć, że dla modelu gazowego będą one nieco wyższe,
- wartość odsprzedaży – wartość rezydualna po 10 latach – można przyjąć, że zdecydowanie niższa niż dla tradycyjnego odpowiednika o analogicznych czy zbliżonych cechach takich jak wiek, faktyczny stan techniczny i przebieg.

Niemniej, nawet jeśli uwzględnia się także i te koszty, to i tak zakup/leasing wariantu gazowego ekonomicznie okazuje się w pełni uzasadniony. Wariant ten bowiem niższymi wydatkami na paliwo w ciągu maksymalnie 3-4 lat skompensuje wyższe koszty zakupu i przeglądów, przy uwzględnieniu także niższej możliwej swojej wartości rezydualnej po upływie 10 lat. Jednak trzeba zaznaczyć, że ta analiza nie uwzględnia:

- możliwości otrzymania dotacji na zakup taboru bardziej proekologicznego, w tym gazowego,
- ewentualnie niższych podatków,
- niższych opłat za dostęp do infrastruktury, jak niemiecki Maut,
- możliwości wjazdu pojazdami bardziej proekologicznymi do miejsc, do których czasowo lub w ogóle nie mogą wjeżdżać pojazdy zasilane olejem napędowym, bądź możliwości wykonywania zadań w godzinach zakazanych dla takich pojazdów, jak wczesnym rankiem albo późnym wieczorem – takie wjazdy mogą oznaczać z jednej strony niższe koszty, z drugiej – wyższe przychody.

Osobną kwestię stanowi chęć zleceniodawcy do ewentualnego płacenia więcej przewoźnikowi za usługę wykonaną bardziej ekologicznym taborom. Elementy te dodatkowo podnoszą ekonomiczno-eksploatacyjną atrakcyjność stosowania aut gazowych, tak długo, jak długo zgodnie z prawem będą one traktowane jako ekologiczne środki transportu, z czym wiązać się będą określone ułatwienia i niższe opłaty.

W rezultacie, proponując wersje zasilane skroplonym gazem ziemnym lub biogazem, Volvo Trucks Poland daje korzystniejszą pod względem oddziaływania na klimat alternatywę, jednocześnie spełniającą wysokie wymagania pod względem osiągnięć, ekonomiki paliwowej i zasięgu eksploatacyjnego. To kombinacja cech, jakich wymagają klienci w segmencie przewozów regionalnych i długodystansowych, szczególnie że volwowskie silniki dwupaliwowe wyróżniają się najwyższymi w kategorii jednostek gazowych mocami i momentami obrotowymi. Do tego gaz ziemny wykazuje pewną przewagę pod względem klimatycznym, w licznych krajach ma konkurencyjną cenę, a jego rezerwy są na tyle duże, by uzasadniać szerokie wyko-

rzystanie tego surowca. W rezultacie duża i łatwa dostępność uzasadnia stosowanie go na zdecydowanie większą skalę. W takim układzie zwrot w kierunku odmian zasilanych LNG tworzy nowe ramy prowadzenia energooszczędnej i opłacalnej ekonomicznie działalności transportowej. Zarazem daje użytkownikom wariantów o dużej ładowności – klasy tonażowej ciężkiej szansę znacznego ograniczenia swojego negatywnego oddziaływania na klimat. Co więcej, dodatkowe istotne korzyści ekologiczne są możliwe do osiągnięcia w sytuacji zastosowania jako paliwa bio-LNG/BioCNG.

6.2. Polski rynek taboru ciężarowego na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi w klasie tonażowej ciężkiej

Do maja 2021 roku w Polsce były dostępne wyłącznie samochody ciężarowe zasilane gazem CNG bądź LNG – CNG głównie przy zastosowaniach miejskich, LNG zaś przy przewozach na dłuższych dystansach. Z wielkich graczy w klasie tonażowej ciężkiej modele gazowe realnie oferują jedynie IVECO, Volvo oraz Scania. W przypadku tej trójki zaznacza się systematyczny wzrost popytu na takie warianty – tzn. ich sprzedaż powoli, aczkolwiek sukcesywnie, rośnie.

W Volvo⁹ w odniesieniu do linii średnich w latach 2018-2020 krajowe przedstawicielstwo sprzedało 13 szt. typu FE CNG – wszystkie w 2020 roku: było to jedno podwozie 2-osiowe oraz 12 podwozi 3-osiowych. Natomiast w przypadku linii tzw. serii ciężkich to są one reprezentowane przez FH LNG i FM LNG. W latach 2018-2020 dostawy FM LNG wyniosły łącznie 25 szt. – 2 szt. w 2018 roku i 23 w roku 2019 – były to wyłącznie 2-osiowe ciągniki siodłowe. W przypadku z kolei FH LNG w latach 2018-2020 nasi klienci przejęli w sumie 144 szt., w tym w roku 2018 – 1 szt., w roku 2019 – 21 szt. i 122 szt. w roku 2020. W latach 2018 i 2019 FH LNG trafiało wyłącznie jako 2-osiowe ciągniki, a w roku 2020 121 takim ciągnikiem towarzyszyło jedno 3-osiowe podwozie 6×2. Tym samym sprzedaż przez Volvo Polska Sp. z o.o. Oddział Samochody Ciężarowe wersji gazowych notuje stały wzrost: 2018 rok – 3 auta, 2019 rok – 44 auta i 2020 rok – 135 aut. W latach 2019-2020 sprzedaż takich aut wzrosła więc trzykrotnie. Wielkość dostaw Scanii¹⁰ kształtowała się następująco:

- 2019 rok: 60 CNG i 41 LNG – łącznie 101 egzemplarzy,
- 2020 rok: 72 CNG i 133 LNG – łącznie 203 egzemplarze,
- 2021 rok: 71 CNG i LNG – 468 – łącznie 539 egzemplarzy.

W przypadku Scanii w latach 2019-2020 nastąpił więc wzrost dostaw o nieco ponad 100%, chociaż w tym samym czasie rynek zmniejszył się o około 27%, z ko-

⁹ Na podstawie materiałów wewnętrznych Volvo Polska Sp. z o.o. Oddział Samochody Ciężarowe.

¹⁰ Na podstawie materiałów wewnętrznych Scania Polska.

lei między rokiem 2020 a 2021 dostawy wzrosły aż o 265%. W okresie 2019-2021 zatem wzrost przekroczył 430% – dokładnie wyniósł 433%.

Tabela 15. Dostawy gazowych samochodów ciężarowych Volvo w latach 2018-2020

| Model | 2018 | 2019 | 2020 |
|------------|------|------|------|
| FE 42 R AG | – | – | 1 |
| FE 62TR AG | – | – | 12 |
| FH 42T LA | 1 | 21 | 121 |
| FH 62R TLA | – | – | 1 |
| FM 42T LA | 2 | 23 | – |
| Ogółem | 3 | 44 | 135 |

Źródło: Volvo Polska Sp. z o.o. Oddział Samochody Ciężarowe.

W 2020 roku polskie przedstawicielstwa Renault i Mercedes sprzedały zaledwie po jednym egzemplarzu wariantu gazowego. W tym samym roku IVECO zanotowało natomiast następujące wyniki: LNG – 386 sztuk, CNG – 14 sztuk, co daje łącznie 400 sztuk i tym samym czyni włoski koncern liderem w tym segmencie rynku, z udziałem ponad 54% (Volvo, Scania, IVECO, Renault, Mercedes – łącznie w 2020 roku 740 gazowych egzemplarzy).

Według informacji pochodzących z PZPM (Polskiego Związku Przemysłu Motoryzacyjnego)¹¹ liczba rejestracji odmian gazowych w ostatnich latach stale rosła (tab. 16).

Tabela 16. Rejestracje odmian gazowych w Polsce w latach 2020-2021 według PZPM

| Odmiany CNG | 2020 rok | 2021 rok |
|--------------------------------|----------|----------|
| 1 | 2 | 3 |
| Ogółem | 88 | 216 |
| DAF: przerobione niefabrycznie | 7 | 30 |
| IVECO | 20 | 25 |
| MAN | 5 | 13 |
| Mercedes | 5 | 13 |
| Renault | 4 | 40 |
| Scania | 40 | 91 |
| Volvo | 8 | 2 |
| Odmiany LNG | 2020 rok | 2021 rok |
| Ogółem | 625 | 1346 |
| DAF | 0 | 0 |

¹¹ PZPM – materiały wewnętrzne na temat rejestracji nowych ciężarówek w latach 2020-2021.

| 1 | 2 | 3 |
|----------|-----|-----|
| IVECO | 386 | 705 |
| MAN | 0 | 0 |
| Mercedes | 0 | 0 |
| Renault | 0 | 0 |
| Scania | 124 | 400 |
| Volvo | 115 | 241 |

Źródło: dane PZPM.

W marcu 2022 roku dane dla samego segmentu ciężkiego przedstawił DAF (tab. 17). Zgodnie z nimi w 2021 roku w kraju sprzedano/zarejestrowano:

- 4 pojazdy elektryczne – 1 Renault i 3 Volvo, co stanowiło 0,01% rynku taboru nowego. Z tych aut co najmniej dwa były to egzemplarze demonstracyjne zarejestrowane przez same krajowe przedstawicielstwa, pozostałe trafiły zaś do klientów;
- 2 pojazdy na biogaz – 1 Scania, 1 MAN;
- 1334 pojazdy na LNG – 706 IVECO, 398 Scania i 230 Volvo, co stanowiło 4,42% rynku taboru nowego;
- 131 pojazdów na CNG – 23 IVECO, 17 Renault, 89 Scania i 2 Volvo, co stanowiło 0,43% rynku taboru nowego.

Tym samym według zestawienia DAF-a (tab. 6.12) w 2021 roku w klasie tonażowej ciężkiej samochodu z napędami alternatywnymi i na paliwa alternatywne zostały u nas dostarczone w liczbie łącznie 1471 egzemplarzy, co oznaczało ich udział rynkowy na poziomie 4,87%.

Tabela 17. Polski rynek w 2021 roku według rodzaju napędu – segment ciężki – statystyki DAF-a

| Marka | Biodiesel | Elektryczny | LNG | CNG | Diesel | N/A | Razem |
|---------------|-----------|-------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|
| DAF | | | | | 7,334 | 16 | 7,350 |
| IVECO | | | 706 | 23 | 296 | 6 | 1,031 |
| MAN | 1 | | | | 4,625 | 36 | 4,662 |
| MERCEDES-BENZ | | | | | 4,965 | 43 | 5,008 |
| RENAULT | | 1 | | 17 | 1,547 | 14 | 1,579 |
| SCANIA | 1 | | 398 | 89 | 4,035 | 50 | 4,573 |
| VOLVO | | 3 | 230 | 2 | 5,272 | 45 | 5,552 |
| Pozostali | | | | | 451 | 1 | 452 |
| Razem | 2 | 4 | 1,334 | 131 | 28,525 | 211 | 30,207 |
| Waga segmentu | 0,01% | 0,01% | 4,42% | 0,43% | 94,43% | 0,70% | |

Źródło: DAF prezentacja wewnętrzna, marzec 2022.

Niezależnie od tych pewnych rozbieżności co do danych przekazanych przez dostawców taboru oraz przygotowanych przez DAF-a i PZPM na podstawie rejestracji jedno pozostaje niezaprzeczalne – w ostatnich latach polski rynek samochodowego taboru gazowego notuje znaczny wzrost pod względem zarówno sprzedaży, jak i rejestracji. Zgodnie z danymi PZPM w przypadku odmian CNG odnotowano wzrost rejestracji z 88 egzemplarzy w 2020 roku do 216 egzemplarzy w 2021 roku, czyli o nieco ponad 145%, natomiast w segmencie wersji LNG ten wzrost w ujęciu procentowym był jedynie nieco niższy – o przeszło 115%, ale w liczbach bezwzględnych oznaczał wzrost rejestracji z 625 egzemplarzy w 2020 roku do 1346 egzemplarzy w 2021 roku. W efekcie wystąpił sumaryczny wzrost rejestracji taboru gazowego – CNG+LNG – z 713 sztuk w 2020 roku do 1562 sztuk w 2021 roku. Wartość tego wzrostu równa się więc o 119%, a liderem dostaw już od kilku lat pozostaje IVECO – IVECO Poland.

Ogólnie dane te świadczą niezbicie o tym, że nasi przewoźnicy powoli, ale coraz mocniej inwestują w warianty gazowe, zarówno do obsługi ruchu w miastach, jak i szczególnie – bo tu sprzedaż zalicza się do największych – do wykonywania zadań na dłuższych dystansach.

6.3. Przykładowe kontrakty na pojazdy gazowe

Scania

Śmieciarki CNG na wrocławskich Krzykach¹²

W listopadzie 2019 roku FBService Wrocław – spółka należąca do Grupy FBService – przejął 5 podwozi Scania nowej generacji. Pojazdy te służą do odbioru odpadów komunalnych we Wrocławiu. Są to śmieciarki P 340 zasilane CNG, o konfiguracji osi 6×2, z tylną osią skrętną. Rozwiązanie takie zapewnia lepszą zwrotność aut, co ma duże znaczenie podczas pracy w centrach miast. Poza tym zakupione przez FBService Wrocław podwozia cechują wzmocnione komponenty układu napędowego, co wpływa na ich niezawodność oraz niskie zużycie paliwa. Przykładowo poprzez zastosowanie wzmocnionego zawieszenia tylnego nośność tylnych osi każdej śmieciarki wynosi aż 21 000 kg. Ponadto samochody zaopatrzone w zautomatyzowaną skrzynię biegów Scania Opticruise, przyczyniającą się do ograniczenia zużycia paliwa oraz zapewniającą wysoki komfort pracy kierowcy. Zabudowę dostarczył zaś wiodący producent śmieciarek – firma EKOCEL. Wykorzystany w pojazdach model to Medium XL Sk350 Simplex.

¹² Scania Polska – informacja prasowa, *Śmieciarki Scania CNG na wrocławskich Krzykach*, 10 listopada 2019.

50 pojazdów LNG dla Maszoński logistic¹³

Łącznie 50 pojazdów Scania R 410 LNG w zestawach przestrzennych trafiło do floty firmy Maszoński logistic. Wstępna partia, licząca 15 szt., została wydana na początku czerwca 2021 roku w serwisie Scanii w Szczecinie. To pierwsze auta szwedzkiego koncernu we flocie tego podmiotu. Pozostałe samochody wydano do końca lipca 2021 roku. Tabor ten jest wykorzystywany do transportu ładunków na trasie Polska – Niemcy. Zabudowę o łącznej objętości 120 m³ dla podwozia i przyczepy wykonał Wesob.

Z punktu widzenia Maszoński logistic rozbudowanie floty o 50 Scanii zasilanych LNG to strategiczny krok. Przewoźnik wybrał rozwiązanie zarówno przyjazne dla środowiska, jak i opłacalne z ekonomicznego punktu widzenia. Silnik zamontowany w egzemplarzach zamówionych przez Maszoński logistic to odmiana 6-cylindrowa, gazowa, Euro 6, 13-litrowa, 410-konna, dzięki czemu pojazd zyskuje dodatkową przestrzeń i ładowność.

IVECO

150 niskoemisyjnych ciągników S-WAY NP dla firmy Sachs Trans International¹⁴

Jeden z największych operatorów logistycznych w Polsce – Sachs Trans International – od kilku lat stawia na ekologiczne rozwiązania w transporcie. Jest to czynnik dominujący, sprawiający, że w swojej flocie podmiot ma wyłącznie najnowsze pojazdy, zaawansowane technologicznie. Dlatego, jako jedna z pierwszych krajowych firm transportowych, dostrzegł duży potencjał w wykorzystaniu odmian zasilanych gazem ziemnym. W sierpniu 2021 roku podpisał więc umowę z IVECO Poland na dostawę kolejnych 150 szt. ciągników siodłowych S-WAY LNG. Samochody są wyposażone w jednostki napędowe o mocy 460 KM i zasilane ekologicznym paliwem – skroplonym gazem ziemnym LNG. To już kolejna duża inwestycja przewoźnika w ciągniki siodłowe zasilane gazem ziemnym.

Możliwości, jakie daje użytkowanie modeli zasilanych gazem, są bardzo duże, a jednym z podstawowych czynników decydujących o rozbudowaniu floty Sachs Trans International był aspekt ekonomiczny – korzyści ekonomiczne i związane z nimi obniżone koszty zużycia paliwa. Z jednej strony S-WAY LNG charakteryzuje się niskim spalaniem. Z drugiej ważną rolę odgrywa zwolnienie z opłat autostrado-

¹³ Scania Polska – informacja prasowa, *50 pojazdów Scania LNG dla Maszoński logistic*, 5 lipca 2021.

¹⁴ IVECO Poland – informacja prasowa, *150 nowoczesnych niskoemisyjnych ciągników IVECO S-WAY NP pojedzie w firmie Sachs Trans International*, <https://www.iveco.com/poland/press-room/informacje-prasowe/Pages/150-nowoczesnych-niskoemisyjnych-ciagnikow-IVECO-S-WAY-NP-pojedzie-w-firmie-Sachs-Trans-International.aspx>

wych Maut – przejazdy po drogach Niemiec odmian zasilanych gazem ziemnym są premiowane zwolnieniami z opłat drogowych. Decyzję o zakupie motywowała też perspektywa poszerzania zadań transportowych na drogach objętych restrykcyjnymi przepisami dla samochodów ciężarowych. Do tego doszły kwestie związane z ochroną środowiska – warianty zasilane LNG wykazują bowiem znacznie mniejszą emisję CO₂, co przyczynia się do poprawy jakości powietrza, oraz cechują się znacznie cichszą pracą w porównaniu z jednostkami wysokoprężnymi. To z kolei przekłada się na większy komfort kierowcy oraz osób przebywających w pobliżu.

Decyzja o dostawie od IVECO ciągników siodłowych S-WAY LNG wynika z tego, że auta te dobrze sprawdzają się we flocie klienta w przewozach międzynarodowych oraz że IVECO Poland spełnia oczekiwania dużych przewoźników. O proekologicznej świadomości prowadzonego biznesu w Sachs Trans International świadczy fakt, że w swoim taborze ma on ponad 400 nowych samochodów ciężarowych, a znaczną ich część stanowią pojazdy zasilane gazem ziemnym.

Sachs Trans International wybrał wersję z silnikiem 460-konnym, zaopatrzoną w komfortowe kabiny z wysokim dachem, zbiorniki LNG 2×440 l (2×160 kg gazu), aluminiowe koła Alcoa, pakiet Full Led – wszystkie światła ledowe oraz pakiet Driving Comfort Plus. Poza tym S-WAY wyposażono w system jazdy przewidującej HI-CRUISE, funkcję rozłączania napędu przy zjazdach Eco-Roll, Rocking Mode (funkcja uwolnienia pojazdu w grząskim terenie), układ stabilizujący tor jazdy (ESP/EVSC), Hill Holder – system wspomagający ruszanie na wzniesieniu, ACC, retarder hydrauliczny, funkcję oceny stylu jazdy (DSE) i nadzoru koncentracji kierowcy (DAS) oraz system ostrzegania o niekontrolowanej zmianie pasa ruchu LDWS WE. Do tego w ramach umowy wszystkie pojazdy objęto kontraktem serwisowym M&R (2XL), a kierowcy przeszli szkolenie podstawowej obsługi aut poprowadzone przez Akademię Jazdy IVECO. Formą finansowania kontraktu jest leasing.

Sachs Trans International Sp. z o.o. już w 2019 roku zdecydował się na inwestycję w pierwsze pojazdy zasilane skroplonym gazem ziemnym. Nowa inwestycja w ciągniki LNG pozwoli mu przyczynić się do wspierania niskoemisyjnego transportu i będzie stanowić wyznacznik dla jego partnerów i innych przewoźników. Ważne dla firmy pozostaje także to, że gazowe IVECO są dostępne w wersji Low Tractor. Zastosowanie pojazdów tego rodzaju wraz z naczepami typu mega pozwala na uzyskanie wysokości ładunkowej wewnątrz naczepy 3 m, przy jednoczesnym zachowaniu maksymalnej wysokości dopuszczanej przepisami prawa, czyli 4 m. Takie rozwiązanie Sachs stosuje między innymi w przewozach dla branż automotive oraz AGD. Dzięki IVECO stał się dla zamawiających bardziej uniwersalny – może zabrać ładunek zarówno ciężki, jak i gabarytowy.

6.4. Praktyczne testy elektrycznych samochodów ciężarowych

Volvo – elektryczne FE¹⁵

27 maja 2021 roku podczas pokazu w Warszawie, zatytułowanego wielce wymownie „Cicha rewolucja”, Volvo po raz pierwszy pokazało oficjalnie w Polsce w pełni elektryczny model FE Electric. Był to też początek projektu badawczo-edukacyjnego EKOLOG Ekologiczna Logistyka, którego inicjatorem było Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych. W ramach tego badania FE Electric sprawdzili partnerzy projektu – firmy H&M i IKEA. W przypadku H&M odbyły się dostawy produktów do samych sklepów, w przypadku IKEA – dostawy produktów zarówno do sklepów, jak i do klientów. Za zarządzanie pojazdem i realizację całego procesu operacyjnego odpowiadał logistyczny partner przedsięwzięcia – firma No Limit, z kolei patronat nad badaniem objęła Ambasada Szwecji.

Pierwszy test komercyjnego wykorzystania seryjnie produkowanego elektrycznego samochodu ciężarowego w polskich warunkach pozwolił wysnuć interesujące wnioski. Najważniejszym z nich jest fakt, że elektryczne auto w 100% może zastąpić spalinowe odpowiedniki przy realizacji zadań logistyki w miastach, jednocześnie nie powodując żadnych problemów z brakiem zasięgu. Przez 9 tygodni prób FE Electric pokonał łącznie 5056 km. Średni dzienny dystans wynosił 111 km. Pracując przez 595,5 godziny, pojazd przewiózł ładunki o łącznej masie 285 ton, zużywając 7056 kWh. O ważnej roli, jaką w modelach elektrycznych odgrywają systemy hamowania rekuperacyjnego, świadczy fakt, że w trakcie prób odzyskano aż 1023 kWh energii pozwalającej na pokonanie dodatkowych blisko 850 km. Dzięki projektowi EKOLOG udało się zebrać ponad 150 000 danych, w tym informacji na temat oceny środowiskowej, społecznej, użytkowej, wydajności czy też kosztów eksploatacji.

Zgodnie z oczekiwaniami badanie wykazało, że wariant elektryczny emituje mniej hałasu niż tradycyjny analog z silnikiem spalinowym. Niemniej nie przypuszczano, że różnica może wynieść nawet do 20 dB na postoju i pozostaje wyraźne na korzyść modelu elektrycznego aż do prędkości 50 km/h. W kwestii emisji CO₂ sprawdzian wykazał 395 g/CO₂ mniej na każdy kilometr, co trzeba uznać za teoretycznie dobry wynik. Przy czym realnie wartość emisji zależy od źródła pochodzenia energii – im bardziej miks energetyczny będzie stawał się zielony, tym bardziej wartość ta będzie zmierzała do zera. W sferze kosztów eksploatacyjnych w skali roku elektryczny wariant może generować oszczędności paliwowe rzędu 52% (dla średniej wartości ceny paliwa w okresie sierpień 2020-sierpień 2021). Poza tym wszyscy kierowcy testujący FE Electric zgodnie stwierdzili, że wyróżnia się on lepszym przyspieszeniem i odczuwalną mocą. 100% kierowców oceniło także

¹⁵ Materiał prasowy przekazany na temat tego projektu oraz <https://pspa.com.pl/2021/raport/projekt-eko-log-elektryczne-ciezarowki-realna-alternatywa-w-logistyce-miejskiej/>

produktywność i niezawodność auta na równym poziomie z tradycyjnym odpowiednikiem. Natomiast 67% prowadzących zauważyło lepszy komfort pracy, wynikający z poziomu redukcji odczuwalnych wibracji i hałasu podczas pracy.

Ponadto w przypadku logistyki w miastach samochód uzyskał realnie 140-180 km zasięgu w zadaniach komercyjnego wykorzystania oraz maksymalnie 200 km w logistyce międzymiastowej. Projekt EKO-LOG pozwolił też m.in. na ustalenie, w jakim zakresie masa przewożonego ładunku wpływa na zasięg elektrycznych samochodów ciężarowych. Parametr ten okazuje się niezwykle ważny dla planowania procesów logistycznych, a w konsekwencji dla sprawności całego łańcucha logistycznego. Poddane pogłębionej analizie dane empiryczne pozyskane w czasie trwania przedsięwzięcia pozwoliły na oszacowanie wpływu masy ładunku na zużycie energii elektrycznej. Uzyskane wyniki wskazują, że każda tona ładunku wpływa na wzrost zużycia energii o 7,85%. Oznacza to, że realny zasięg badanego auta może się zawierać w zakresie od 102 km w sytuacji maksymalnego obciążenia do nawet 214 km przy małym obciążeniu.

Jednocześnie w trakcie tych badań nie policzono wielu parametrów istotnych z punktu widzenia wnikliwej i całościowej analizy wskazującej na sens wdrażania do eksploatacji w pełni elektrycznego taboru. Faktycznie wyliczono jedynie to, co było potrzebne autorom do udowodnienia tezy, że pojazd elektryczny na pewno jest opłacalny ekonomicznie. Zabrakło m.in. wyliczeń:

- TCO,
- realnej emisji przy uwzględnieniu tzw. emisji w obiegu zamkniętym – tzn. od koła do koła, w tym emisji przy zasilaniu brudną energią, która dominuje w naszym kraju,
- rzeczywistych kosztów serwisowych – realnie jednak na tym etapie są one wciąż trudne do policzenia,
- kosztów recyklingu akumulatorów ewentualnie ich wartości rezydualnej po 5-6 (8?) latach eksploatacji, gdy będą się nadawały do wymiany,
- kosztu zakupu nowego pakietu akumulatorów, który za kilka lat, mimo relatywnego tanienia kWh, wciąż będzie się zaliczał do znacznych.

Renault Trucks – próby D-WIDE Z.E.

Renault Trucks Polska jako jeden z pierwszych importerów wprowadziło na krajowe drogi w 100% elektryczny model D-Wide Z.E. W maju 2021 roku podmiot zarejestrował pierwszą w naszym kraju w 100% elektryczną ciężką śmieciarkę¹⁶.

Typ D-Wide Z.E. to 3-osiowy samochód w konfiguracji 6×2, z tylną osią wleczoną, kierowaną przeciwbieżnie, o dopuszczalnej masie całkowitej 27 000 kg i o rozstawie osi 3900 mm. Źródłem napędu są dwa silniki elektryczne z magnesami trwałymi o łącznej mocy maksymalnej 370 kW (moc ciągła 260 kW) i momencie obrotowym 850 Nm. Z silnikami zblokowano skrzynię biegów o dwóch przełoże-

¹⁶ Materiały Renault Trucks Polska na temat modelu D ZE Wide, 2021.

niach, połączoną wałem napędowym ze standardowym mostem tylnym. Wybór biegu następuje automatycznie, zapewniając podobny moment napędowy na kołach jak w przypadku odpowiednika z silnikiem wysokoprężnym. Zastosowane rozwiązanie konstrukcyjne skrzyni biegów oznacza ciągłość przekazywanego momentu napędowego podczas zmiany przełożenia, gdyż jeden z silników stale pozostaje połączony z wałkiem wejściowym, a drugi przełącza się z pierwszego na drugie przełożenie. Energia elektryczna zgromadzona jest w trzech lub czterech trakcyjnych akumulatorach litowo-jonowych (producent Samsung) o pojemności 200 kWh lub 265 kWh. Akumulatory są sprawdzonym rozwiązaniem, gdyż wcześniej były stosowane w elektrycznych autobusach Volvo. W zależności od pojemności akumulatory trakcyjne ważą 520 kg lub 560 kg. Szacunkowy zasięg wynosi około 100 km przy typowym cyklu pracy śmieciarki, a jeśli będzie to pojazd z zabudową typu furgon, to zasięg wydłuży się do ponad 150 km (w zależności od warunków jazdy). Osiągi są optymalizowane przez zarządzanie stanem cieplnym baterii (chłodzenie lub podgrzewanie), aby utrzymać je w założonym zakresie temperatur. Ładowarka pokładowa pozwala na ładowanie akumulatorów prądem przemiennym 400 V AC o mocy do 22 kW – czas ładowania czterech baterii o pojemności 49 kWh każda to około 8 godzin, lub prądem stałym 600 V DC o mocy do 150 kW – w tym przypadku czas wymagany do pełnego naładowania nie przekracza 2 godzin. Akumulatory można doładowywać nawet w krótkich odstępach czasu – nie ma to wpływu na ich trwałość i wydajność. 24-voltowe akumulatory konwencjonalne zabezpieczają zasilanie osprzętu pokładowego, czyli dwóch sprężarek powietrza, hydraulicznej pompy układu skrętu osi wleczonej, pompy cieczy chłodzącej odpowiadającej za chłodzenie/grzanie akumulatorów trakcyjnych, pompy wspomaganie elektrohydraulicznego układu kierowniczego, sprężarki układu klimatyzacji, nagrzewnicy powietrza i wentylatorów chłodnicy. Niezbędną do pracy śmieciarki przystawkę odbioru mocy e-PTO napędza silnik elektryczny. Przystawka ta generuje ciągły moment 286 Nm (szczytowy 530 Nm) i 69 kW mocy ciągłej (99 kW szczytowej) przy nominalnej prędkości 2450 obr./min.

Wnętrze kabiny Renault D Wide Z.E. zaadaptowano z konwencjonalnego modelu z 2020 roku. Niemniej wprowadzono dodatkowe niebieskie elementy wykończenia podkreślające wyjątkowy charakter wariantu elektrycznego. Zmianie uległ też zestaw wskaźników – pojawiły się na nim informacje o stanie naładowania (SOC) akumulatorów trakcyjnych, poborze mocy (zużycie mocy – odzysk energii) i wydajności wynikającej ze stylu jazdy.

Zabudowę komunalną przygotowała firma Terberg Matec Polska. Tworzy ją skrzynia ładunkowa Terberg Olympus 21W o pojemności 21 m³ z automatycznym wrzutnikiem OmniDEKA w wersji elektrycznej. Hydraulika skrzyni i mechanizmu prasowania są napędzane od przystawki elektrycznej e-PTO zasilanej z baterii trakcyjnych podwozia, natomiast wrzutnik ma swój silnik elektryczny podłączony do 24-voltowej instalacji elektrycznej auta.

6.5. Wnioski

Wdrażanie w Polsce ekologicznego taboru samochodowego zaczęło się później oraz przebiega zdecydowanie wolniej i na mniejszą skalę niż w licznych krajach zachodnioeuropejskich. Można wskazać dwie zasadnicze przyczyny tego stanu rzeczy:

- Ogólnie niższy poziom dobrobytu społeczno-ekonomicznego, w tym poziomu życia, niż w państwach takich jak Niemcy czy Szwajcaria.
- Kwestia mentalności. Zasadnicza sprawa dotyczy relatywnie małego – pomimo notowanego wzrostu świadomości ekologicznej – przywiązywania wagi do stanu przyrody i samodzielnego wpływania na ten stan. Ponadto Polacy, nierzadko przyzwyczajeni do różnego rodzaju form wsparcia socjalnego, często przyjmują postawę roszczeniową i żądają, by to ktoś inny – tzn. rządy i samorządy – ponosił koszty takich inwestycji, podczas gdy generalnie sami nie chcą za to płacić (przykładowo w wyższych cenach taryf za ekodostawy kurierskie czy przewozy ekotaborem miejskim). Z jednej strony deklarują chęć życia w czystym oraz cichym otoczeniu, z drugiej jakby zapominają, że inwestycje proekologiczne po prostu kosztują, wobec tego i tak ostatecznie – czy to w podatkach, czy w wyższych opłatach – musi za nie zapłacić końcowy nabywca/obywatel.

W takich realiach zatem nasuwają się następujące spostrzeżenia:

- Pewne ilości taboru gazowego odbierają służby komunalne, w pierwszym rzędzie do pojazdów z zabudowami typu śmieciarka i system załadowniczy ewentualnie zakabinowy żuraw i wywrotka. To właściwy trend wymagający jeszcze wzmocnienia. Tym bardziej, że w takich zastosowaniach można wykorzystać większą cichobieżność taboru gazowego niż dieslowskiego. Poza tym w przypadku służb komunalnych pewnym naturalnym ruchem wydaje się wzrost zastosowania biogazu pochodzącego z miejskich oczyszczalni ścieków i składowisk – wysypisk odpadów komunalnych. To dobre wyjście, chociaż wiążące się z koniecznością zainwestowania w oczyszczalniach i na wysypiskach w odpowiednią aparaturę do pozyskiwania i oczyszczania biogazu. Niemniej na takie inwestycje, zarówno w gazowy tabor komunalny, jak i w aparaturę, można dostać dotacje unijne.
- Sprzedaż taboru gazowego do miejskiej dystrybucji i ciężkich dostaw ostatniej mili ma wymiar marginalny, chociaż jest to dzisiaj tabor dość powszechnie dostępny i względnie niewiele droższy niż tabor tradycyjny, z silnikami zasilanymi olejem napędowym. Przy tym na gazowe wersje miejskie – dystrybucyjne powinni postawić w pierwszym rzędzie użytkownicy mający też łatwy dostęp do biogazu, co dotyczy przykładowo miast z oczyszczalniami ścieków i wysypiskami czy dużych gospodarstw rolnych oraz zakładów mięsnych. Niemniej niejednokrotnie konieczna może się okazać współpraca pomiędzy operatorem takiej oczyszczalni bądź wysypiska albo właścicielem hodowli a użytkownikiem gazowego pojazdu. Współpraca ta może polegać na zawarciu kilkuletniej umowy o współdziałaniu, by opłacało się np. zainwestować w instalację do oczyszczania biogazu. Dobrym przykładem są rozwiązania istniejące w Szwecji, gdzie

pojazdy zasilane biogazem nierzadko jeżdżą w obsłudze ruchu regionalnego. Z drugiej jednak strony, przy naszej nieco zaściankowej, małomiasteczkowej, kołtuńskiej mentalności, o taką partnerską i długoterminową kooperację realnie może być niezwykle trudno.

- Na dość dużą skalę, biorąc pod uwagę ogólny poziom zamówień, nabywane są gazowe odmiany do obsługi ruchu na średnich i długich dystansach. Takim elementem stymulującym jest czasowe zwolnienie z niemieckiej opłaty Maut, ważne dla przejeżdżających przez ten kraj. Poza tym część polskich przewoźników zaczyna już odczuwać presję ze strony wybranych zleceniodawców – krajowych i zagranicznych, zaczynających zwracać większą uwagę na to, jakie auta są używane do ich obsługi – nisko- czy normalnoemisyjne. Tacy zleceniodawcy mogą się więc przyczynić do wzrostu zainteresowania samochodami o zredukowanym negatywnym wpływie na środowisko.
- Segment taboru zelektryfikowanego dopiero się rozwija, znajdując się na etapie promocyjno-pokazowym. Główną przeszkodę stanowią oczywiście wysokie koszty wejścia w użytkowanie takiego taboru, w powiązaniu z niechęcią do płacenia więcej za ekologię przez społeczeństwo oraz finansową kondycją samorządów, nieraz mających inne, ważniejsze wydatki. Niemniej rolę stymulującą mogą odgrywać dopłaty unijne. Kategorią samochodów, której to dotyczy, są w pierwszym rzędzie śmieciarki. Innym czynnikiem wspierającym ten segment, niestety generalnie wyłącznie na bardziej marketingową skalę, mogą być zakupy dokonywane przez duże sieci sklepów spożywczych czy operatorów kurierskich. Takie nierzadko pojedyncze egzemplarze byłyby – głównie z powodów czysto wizerunkowych – eksploatowane w centrach dużych miast czy w dzielnicach peryferyjnych, dowożąc do nich zaopatrzenie bądź odbierając odpadki/śmieci.

Tabor ekologiczny – nowe podstawy teoretyczne i mierniki oceny użytkowania oraz podstawowe zarzuty wobec pojazdów gazowych i zelektryfikowanych¹

7.1. Nowe podstawy teoretyczne i mierniki użyte przy ocenie efektywności eksploatacyjnej i ekologiczności pojazdów na paliwa alternatywne i z alternatywnymi zespołami napędowymi

W przypadku analizy celowości wdrażania paliw alternatywnych ważną rolę odgrywają ogólne całkowite koszty pozyskania, wyprodukowania i dystrybucji takich paliw – OTFC (*Overall Total Fuel Costs*). Ogólne, gdyż dotyczą pozyskania, wyprodukowania i dystrybucji, a całkowite, bo odnoszą się do sumy tych kosztów częściowych – składowych. Koszty te następnie porównuje się do TOE oraz TCM. TOE wyraża podejście skupione na zapewnieniu – w ramach określonego budżetu – jak największej mobilności użytkownikom, przy wykorzystaniu wszelkich dostępnych środków transportu. Różnica pomiędzy TOE a tradycyjnym podejściem TCO/TCU polega na tym, iż w tym modelu dodatkowo uwzględniane są przychody przewoźnika. Tymczasem TCO (*Total Cost of Ownership*) – całkowity koszt posiadania, zawierający TCU (*Total Cost of Use*), czyli całkowity koszt użytkowania i korzystania, stanowiący rodzaj całkowitego kosztu posiadania, tzn. będący TCO, lecz bez bezpośredniej wiązki praw i obowiązków finansowych wynikłych z posiadania, a jedynie z najmu/dzierżawy, określa wyłącznie stronę wydatkową. Tym samym analizę pozyskania i celowości spożytkowania paliwa alternatywnego i/czy wykorzystania alternatywnego zespołu napędowego powinno się prowadzić tylko w odniesieniu do wyliczonych oraz założonych TCO/TCU, TOE i TCM. Porównawczym odnośnikiem w tym rozważaniach jest zawsze olej napędowy, jako wciąż paliwo najbardziej zoptymalizowane i elastyczne w eksploatacji, z ujęciem odmiennych kryteriów jego oceny, w tym właśnie kryteriów ekologicznych, ekonomicznych i użytkowych. Paliwa alternatywne i alternatywne zespoły napędowe zasilane paliwami całkowicie wolnymi od związków węgla muszą wykazywać pełną użytkową i ekonomiczną

¹ Porównaj J. Brach, B. Wojtowski i in., *Wybrane aspekty usprawniania dostaw w logistyce ostatniej mili. Wyzwania dla współczesnych miast*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2021, s. 137-175.

zamiennosc w stosunku do paliw opartych na tych związkach – paliw kopalnych. W układzie użytkowym to oznacza, że muszą się nadawać do stosowania w analogicznych pojazdach, przygotowanych do wykonywania tych samych zadań przewozowych w tym samym otoczeniu/środowisku. W układzie ekonomicznym kwestia wiąże się z uzyskaniem w momencie stosowania takich paliw czy napędów najlepiej naturalnej opłacalności ekonomicznej, czyli gdy bez żadnego rodzaju opłat, ulg czy dotacji, a jedynie w oparciu o same uzyskiwane przychody, TOE przekracza TCO. Inaczej bowiem – pomijając rozwiązania prawne narzucające pewne wyjścia czy poprzez odpowiedni system podatkowy skłaniające do dokonania określonych wyborów – rzeczywiste rozpowszechnienie takich alternatyw wciąż pozostanie ograniczone. W efekcie dopiero jednoczesne spełnianie przez transport trzech warunków – tzn. akceptowalności użytkowej, akceptowalności ekonomicznej oraz akceptowalności środowiskowej – czyni go transportem zrównoważonym społecznie. I dopiero taki transport da się określić jako transport w pełni zrównoważony.

W tym kontekście TCO, TOE i TCM oraz OTFC dla paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych muszą prezentować się na poziomie nie niższym niż dla tradycyjnego oleju napędowego. Niemniej możliwe jest wprowadzenie tzw. środowiskowego współczynnika dyskontującego – EDF (*Ecological Discounting Factor*). Oznacza on wzrost ceny nabycia i/czy wzrost kosztów eksploatacji oraz ewentualny spadek TOE i TCM, jakie są w stanie zaakceptować użytkownicy, by nabyć lub korzystać z bardziej proekologicznego taboru i ograniczać emisje. Obecnie (stan na rok 2022) wartość tego współczynnika można oszacować na maksymalnie około 10% dla TOE i TCM oraz do 20-30% dla TCO, aczkolwiek powyższe silnie zależy od rynku. Tam, gdzie akceptacja społeczna dla płacenia więcej za proekologiczne usługi transportowe jest wyższa, może nastąpić wzrost TOE, w jakimś stopniu pokrywający wzrost TCO/TCU. Zarazem spadek TOE może wynikać z dłuższego czasu niezbędnego na ładowanie akumulatorów niż czas konieczny na tankowanie tradycyjnego paliwa, co z kolei oznacza dłuższe wyłączenie danego auta z wykonywania przewozów i tym samym z generowania przychodów. Poza tym te spadki TCM i TOE oraz wzrost TCO i OTFC mogą być skutecznie zrekompensowane przez odpowiednio sprzyjającą politykę prawną, realizowaną za pomocą tzw. narzędzi miękkich, jak korzystne proekologiczne subwencje, różnice w podatkach czy opłatach za dostęp do infrastruktury, bądź twardych, jak zakazy wjazdu, czy wydzielanie tzw. zielonych stref. Na tej podstawie można wprowadzić ekologiczne TCO, TOE, TCM oraz TCFD – eTCO, eTOE, eTCM oraz e OTFC, gdzie:

- $eTCO = TCO \times (a+1)$,
- $eTOE = TOE \times (a+1)$,
- $eTCM = TCM \times (a+1)$,
- $eOTFC = OTFC \times (a+1)$.

Za „a” uznaje się tu EDF – środowiskowy, proekologiczny współczynnik dyskontujący. Oznacza on dla przewoźnika, z jednej strony, możliwość uzyskania wyższych przychodów z tytułu realizacji przewozów bardziej proekologicznym ta-

borem, z drugiej – jego ewentualną zdolność do pokrycia wyższych kosztów z tego tytułu. Tym samym „a” da się zdefiniować jako:

- dla strony przychodowej – stosunek określonej liczby klientów płacących wyższą kwotę za bardziej ekologiczne przewozy oraz wartość tej wyższej kwoty do ogólnej liczby klientów danej kategorii/obsługiwanych przez danego przewoźnika oraz przychodów pochodzących od nich. Kwestia dotyczy więc stosunku wyższych przychodów z tytułu wykonywania przewozów bardziej ekologicznym taborem do przychodów uzyskiwanych w sytuacji, gdyby przewozy te były wykonywane normalnymi, mniej ekologicznymi pojazdami. Innymi słowy, określa to realną zdolność zleceniodawców do płacenia więcej za proekologiczny transport;
- dla strony kosztowej – stosunek wyższych kosztów całkowitych wynikłych z wykorzystania proekologicznego taboru do wykonywania danych prac do kosztów całkowitych, gdyby takie same prace przewozowe wykonywać taborem tradycyjnym, mniej ekologicznym.

Oczywiście wartości współczynnika „a” po stronie kosztowej i przychodowej nie muszą – chociaż mogą – być takie same. Jeśli nie są, wówczas w formule tej stosowane będą następujące zapisy: $TCO = TCO \times (a_1 + 1)$, $eTOE = TOE \times (a_2 + 1)$, $eTCM = TCM \times (a_1 + 1)$, $eOTFC = OTFC \times (a_1 + 1)$. Przy tym „a1” odnosi się do strony kosztowej, „a2” przychodowej.

Przy tym ewentualny spadek eTOE wcale nie musi zajść – co więcej eTOE wyliczone dla danego przewozu może się nawet kształtować na poziomie wyższym niż TOE wyliczone dla analogicznego przewozu realizowanego taborem tradycyjnym – zasilanego olejem napędowym. Powyższe zajdzie w sytuacji, gdy odbiorcy/zleceniodawcy są w stanie więcej zapłacić za taką usługę przewozową właśnie z tytułu, że wykonuje ją pojazd zasilany paliwem alternatywnym czy/i z alternatywnym zespołem napędowym. Dlatego miernikiem lepiej pozwalającym obliczyć i zrozumieć wszelkie koszty ekonomiczne i ekologiczne związane z wprowadzaniem do eksploatacji konkretnych rodzajów taboru jest tzw. całkowity koszty ekonomiczny i ekologiczny². Koncepcja zasadności jego wprowadzenia i analizowania wynika z tego, że dotychczas najbardziej popularne mierniki stosowane w tym zakresie, takie jak TCO, nie zawsze odzwierciedlają pełnię ponoszonych wydatków, zarówno tych mierzalnych, jak koszty w ujęciu ekonomicznym, jak i trudniej mierzalnych, jak koszty ekologiczne.

W tym podejściu za ekonomiczny koszt całkowity uważa się wszelkie koszty, jakie są ponoszone na pojazd od momentu jego projektowania, zaopatrzenia w surowce i materiały niezbędne do jego wytworzenia, produkcję i dystrybucję, poprzez wszelkie ponoszone później koszty eksploatacyjne aż po koszty ostatecznej utylizacji. W ujęciu ekonomicznym dotychczas większość z tych kosztów, jak koszty nabycia i użytkowania, jest już jednostkowo ujmowana w TCO danego

² Porównaj J. Brach, *Elektryki nie są ekologiczne*, <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Elektryki-nie-sa-ekologiczne,42005,1>

egzemplarza. Częściowo, jeśli uwzględni się jeszcze wartość rezydualną, ujmuje się również koszty ostatecznej utylizacji. Przy tym często te ostatnie koszty nawet w układzie ekonomicznym bywają nieuwzględniane, szczególnie jeśli wartość surowców wtórnych – blach, tworzyw, szkła, itd., uzyskanych wskutek recyklingu pojazdu, pokrywa koszty tego recyklingu. Za koszt należy zaś tu wskazać ewentualną opłatę recyklingową ponoszoną przez kierującego pojazd do ostatecznej utylizacji.

Natomiast całkowite koszty ekologiczne – ekologiczne koszty (post)emisyjne – da się określić jako wszelkie emisje (ogół bezpośrednich emisji uwzględnionych w badaniach) wyspecyfikowanych substancji szkodliwych, towarzyszących danemu pojazdowi poprzez wszelkie fazy jego życia – od projektowania przez wytwarzanie i dystrybucję oraz późniejszą eksploatację aż po ostateczną utylizację. Do tego można dodać tzw. pośrednie koszty ekologiczne. Odnoszą się one do emisji u dostawców głównych wytwórców – tzn. u dostawców wytwórców samych pojazdów – oraz do emisji pochodzących z wykonywanych zintegrowanych operacji logistycznych i transportowych, towarzyszących danym procesom wytwórczym. Te ostatnie okazują się dzisiaj bezwarunkowo konieczne ze względu na zazwyczaj lokalizacyjną dezagregację łańcucha tworzenia wartości dodanej. Ta dezagregacja powoduje, że dany pojazd nie powstaje w jednym zakładzie w jednej lokalizacji, lecz z powodu dążenia do redukcji kosztów w następstwie specjalizacji poziomej i pionowej, powstawanie pojazdu zostaje rozczłonkowane – podzielone między wiele lokalizacji w różnych krajach, nawet na różnych kontynentach. W efekcie, by dane dobro zasadnicze – w tym przypadku rzeczony pojazd – w ogóle powstało, niezbędne są liczne operacje związane z logistyką oraz fizycznym przemieszczaniem surowców, komponentów, podzespołów i modułów między kolejnymi fazami – etapami – zakładami – w całym łańcuchu tworzenia wartości dodanej.

Tym samym całkowite koszty ekonomiczne i ekologiczne TEEC (*Total Economic and Ecologic/Environmental Costs*) obejmą całkowite koszty ekonomiczne (*Total Economical Costs* – TEcC) oraz całkowite koszty ekologiczne (*Total Environmental Costs* – TEnC). Do tego wskazane kategorie kosztów bezwzględnie powinny być liczone dla całej długości życia pojazdu, nie tylko do momentu jego ostatecznego wycofania z użytkowania. W rezultacie w tej analizie pod uwagę muszą też być wzięte wszelkie koszty utylizacji – tzn. jej koszty ekonomiczne i ekologiczne, czyli w tym i ogół towarzyszących temu emisji wyspecyfikowanych substancji szkodliwych. Na tej podstawie można zatem przyjąć, iż:

$$TEEC = TPC + TCO + TUC = TEcC + TEnC,$$

gdzie: TPC – całkowite koszty produkcji łącznie z kosztami pozyskania surowców;
TCO – całkowite koszty posiadania i dysponowania; TUC – całkowite koszty utylizacji.

Oczywiście zawsze istnieje problem z wyliczeniem kosztów ekologicznych. Dla TCO mogą to być wydatki na ewentualne opłaty ekologiczne, takie jak podatki

i opłaty, gdy pojazd spełnia lub nie spełnia określoną klasę ekologiczną. W przypadku TPC i TUC w składowych tych można zaś uwzględnić wysokość opłat środowiskowych ponoszonych przez producentów i utylizujących. Przy tym takie opłaty muszą być przez te podmioty realnie ponoszone. Gdy nie są, konieczne mogą się okazać ewentualne szacunki. Generalnie liczenie kosztów ekologicznych następuje z trudności, szczególnie jeśli pewne komponenty są importowane z regionów, gdzie nadal bywa możliwa tzw. brudna produkcja, a importer nie musi na granicy płacić podatku ekologicznego od niej. Jest to więc kwestia ekologiczna ściśle powiązana z zagadnieniami politycznymi.

Kluczową rolę odgrywa tu w takim razie w ogóle nieomawiany wskaźnik „from the source to the end – including full life-cycle” – „from resources to end of life” – „from the resource and then the wheel through tank to the end of life”. Oznacza on całkowite zapotrzebowanie na energię i całkowitą emisję bezpośrednią i pośrednią spowodowaną przez dany pojazd w pełnym cyklu jego życia, łącznie z recyklingiem – tzn. całkowity wydatek energetyczny, całkowite koszty oraz całkowitą emisję od samego momentu wydobycia surowców niezbędnych do budowy pojazdu, poprzez jego wytworzenie i zasilanie do chwili faktycznej utylizacji – recyklingu tego pojazdu – tzn. momentu, gdy fizycznie przestanie on istnieć. W przypadku wersji elektrycznych ten wskaźnik zawiera więc całkowity wydatek energetyczny, całkowite koszty oraz całkowitą emisję od samego momentu wydobycia surowców niezbędnych do budowy pojazdu elektrycznego, stacji zasilania i ładowania, niezbędnych dedykowanych linii energetycznych oraz dostaw energii do chwili faktycznej utylizacji – recyklingu tego pojazdu elektrycznego – tzn. momentu, gdy fizycznie przestaje on istnieć. Nawet jeśli w dalszych rozważaniach pominie się kwestie budowy stacji zasilania, linii energetycznych oraz dostaw energii, to i tak problematyka ta należy do dość złożonych.

Jest to zatem zdecydowanie szersze ujęcie tego tematu niż tradycyjne ujęcie „od źródła do koła”. W ujęciu tym bowiem pod uwagę bierze się nie tylko same szeroko pojęte koszty związane z dostawą paliwa/energii, ale i koszty oraz wydatek energetyczny – tzn. całkowite nakłady zasobowe – ludzkie, kapitałowe i środowiskowe dotyczące przygotowania oraz wytworzenia alternatywnych zespołów napędowych czy alternatywnych zespołów napędowych na paliwa alternatywne, potem zaś ich pełnego recyklingu. Przy czym można tu wyróżnić ekonomiczne i ekologiczne koszty netto recyklingu, gdyż w układzie ekonomicznym odzyskane surowce wtórne mogą mieć pewną wartość i stanowią (tańszą?) alternatywę wobec nowych surowców albo półfabrykatów, natomiast w układzie ekologicznym wykorzystanie surowców wtórnych z procesu utylizacji oznacza, że nie trzeba pozyskiwać pewnych kopalni czy ich potem przerabiać. W analizie tej uwzględnia się w takim razie także wyższe koszty środowiskowe pozyskania i przerobienia pewnych kopalni i innych surowców oraz powstania pewnych specyficznych związków i komponentów, a następnie ich skutecznej utylizacji.

Kolejnym specyficznym miernikiem, którego można użyć wyłącznie w ocenie odmian zeletryfikowanych, jest eklektyczny współczynnik oceny efektywności

wprowadzania i eksploatacji akumulatorów do pojazdów elektrycznych³ (ERoEoB-fEV – *Eclectic Ratio of Effectiveness of Batteries for Electric/Electrified Vehicles*) – w skrócie EREBV – ERB – tzw. współczynnik Bracha.

W mierze tej jako kluczowe zmienne, obecnie (stan na rok 2022) uważane za najbardziej istotne z punktu widzenia oceny efektywności eksploatacji akumulatorów do pojazdów elektrycznych, przyjmuje się dla akumulatorów zamontowanych w danym pojeździe:

- cenę za kWh pojemności wyrażoną w określonej walucie,
- masę wyrażoną w kilogramach,
- pojemność wyrażoną w kWh,
- zakładany okres pierwszego stosowania (tzw. pierwsze życie) w pojazdach wyrażony w miesiącach/latach,
- całkowity koszt ekonomiczny utylizacji wyrażony w określonej walucie – alternatywnie można tu przyjąć całkowity koszty ekonomiczny i ekologiczny, niemniej realnie wystąpią problemy z jego policzeniem ze względu na trudność w precyzyjnym oszacowaniu samego kosztu ekonomicznego, jak i tym bardziej kosztu ekologicznego.

W bazowej, pięcioskładnikowej formie współczynnik ten zapisuje się następująco:

$$ERB = \frac{\text{pojemność} \times \text{okres eksploatacji w pojeździe}}{\text{cena} \times \text{masa} \times \text{koszt utylizacji}} .$$

Jest to zatem narzędzie dość proste do przeprowadzania ewentualnych pomiarów i analizy. Im wyższa będzie wartość tego współczynnika, tym lepiej, im niższa – tym gorzej. Do tego poszczególnym składowym można nadawać określone wagi, jeśli wykonujący pomiary uzna, że w jego ocenie któraś z tych składowych powinna mieć większe znaczenie niż inna – przykładowo bardziej preferowane będą koszt/cena, pojemność i masa niż okres użytkowania i koszt utylizacji.

Jednocześnie należy zwrócić uwagę na wybitnie eklektyczny charakter tego narzędzia pomiaru – tzn. można elastycznie wprowadzać do niego określone kryteria wyrażone w określonej formie dającej się zmierzyć, w zależności od rodzaju tego kryterium uznane za pozytywnie oddziałujące na wartość tego współczynnika – tzn. podnoszące ją i wówczas wpisane do licznika, bądź oddziałujące negatywnie, tzn. obniżające ją i wtedy wpisane do mianownika. Przykładowo taką kolejną dodaną składową może być czas ładowania do zadanej pojemności wyrażony w godzinach/minutach. Wówczas, w tej sześćskładnikowej postaci, współczynnik wyglądałby następująco:

$$ERB = \frac{\text{pojemność} \times \text{okres eksploatacji w pojeździe}}{\text{cena} \times \text{masa} \times \text{koszt utylizacji} \times \text{czas ładowania}} .$$

³ J. Brach, *Eklektyczny współczynnik oceny efektywności wprowadzania i eksploatacji akumulatorów do pojazdów elektrycznych*, <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Eklektyczny-wspolczynnik-oceny-efektywnosci-wprowadzania-i-eksploatacji-akumulatorow-do-pojazdow-elektrycznych,43570,1>

7.2. Zarzuty wobec taboru gazowego

Pomimo generalnego trendu wskazywania na ekologiczne i ekonomiczne zalety pojazdów gazowych w stosunku do nich są wysuwane dość poważne zarzuty⁴. Mianowicie zgodnie z testami drogowymi zleconymi przez rząd Holandii samochody ciężarowe zasilane skroplonym gazem ziemnym (LNG) zanieczyszczają powietrze nawet pięciokrotnie bardziej niż ich odpowiedniki z silnikiem Diesla⁵. Wyniki te pozostają więc sprzeczne z twierdzeniami wytwórców tych pojazdów, że modele na gaz zmniejszają emisję tlenków azotu (NOx) o ponad 30%⁶. Organizacja Transport i Środowisko (T&E), która opublikowała wyniki tych prób, stwierdziła, że rządy państw członkowskich UE powinny przestać zachęcać do wprowadzania na rynek zanieczyszczających samochodów ciężarowych zasilanych LNG oraz znieść niezwykle niskie stawki podatkowe, jakie w większości krajów są nakładane na to paliwo kopalne w transporcie.

Na trasach łączących drogi miejskie, regionalne i autostrady trzy testowane samochody ciężarowe zasilane LNG emitowały od 2 do 5 razy więcej trujących NOx niż odpowiednik z silnikiem Diesla, który w tym teście osiągnął najniższy wynik. Podczas jazdy w miastach auta na gaz uwalniają od 2 do 3,5 razy więcej NOx niż wersja z klasyczną jednostką wysokoprężną, wykazująca w tej próbie najniższy poziom emisji (rys. 1). Egzemplarze zasilane biometanem (biogazem) miałyby taką samą emisję zanieczyszczeń powietrza, jak te zasilane gazem kopalnym, gdyż charakterystyka paliwa jest taka sama. Nie badano tu bowiem innych proekologicznych aspektów związanych ze stosowaniem biogazu.

Tym samym samochody ciężarowe na gaz nie są czyste i pod względem realnej emisji substancji szkodliwych mogą być nawet gorsze niż odpowiedniki z silnikami Diesla. W takiej sytuacji decydenci powinni zupełnie inaczej spojrzeć na dowody świadczące o braku rzeczywistej ekologiczności paliw gazowych i tym samym skończyć z dotychczasową polityką dotowania zakupów i wspierania eksploatacji taboru zasilanego gazem oraz inwestycji w infrastrukturę CNG/LNG. Powyższe oznacza więc kres większości ulg podatkowych przyznawanych na to paliwo, które zwyczajnie okazuje się kolejnym zanieczyszczającym przyrodę kopalnym nośnikiem energii.

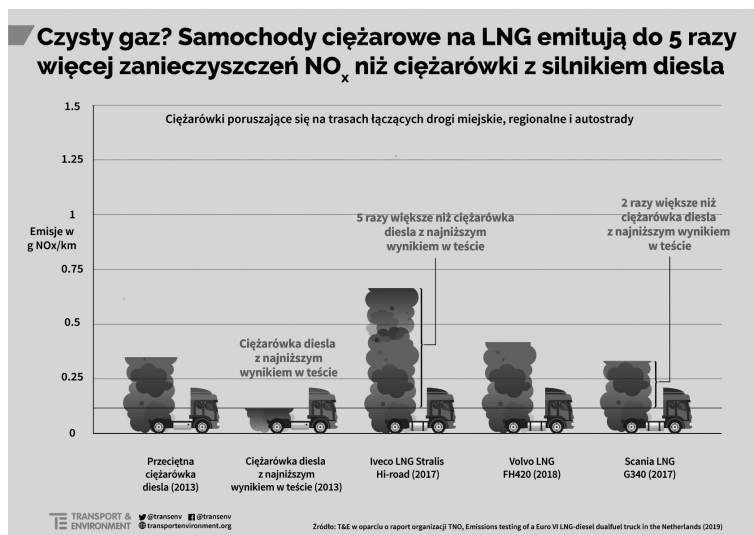
Co więcej, próby drogowe wykazały, że wszystkie trzy testowane pojazdy na gaz emitowały ilości cząstek stałych porównywalne z odpowiednikami z silnikiem Diesla⁷ (rys. 2). Fakty te – po raz kolejny – pozostają zatem w wyraźnej sprzecz-

⁴ <https://www.transportenvironment.org/press/ci%C4%99%C5%BCar%C3%B3wki-na-gaz-w-testach-drogowych-nawet-5-razy-gorsze-od-diesli>

⁵ *Do gas trucks reduce emissions?* Transport & Environment, wrzesień 2019, https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2019_09_do_gas_trucks_reduce_emissions_paper_EN.pdf

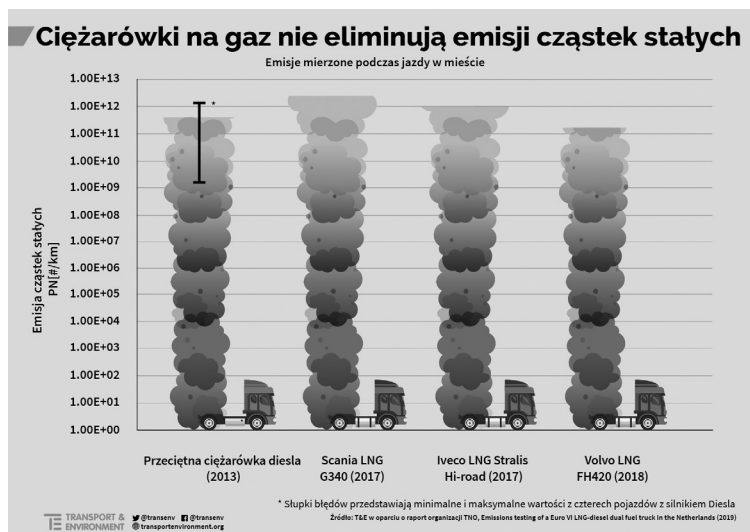
⁶ https://www.cryogas.pl/pliki_do_pobrania/artykuly/Cryogas_IVECO_Report._Polish_road_tests.pdf

⁷ Emisje cząstek stałych z trzech pojazdów LNG zostały zmierzone podczas testów drogowych za pomocą urządzeń PEMS, natomiast średnie wyniki 4 pojazdów z silnikiem Diesla określono na podstawie badań laboratoryjnych (hamownia podwoziowa).



Rysunek 1. Emisja NO_x przez samochody ciężarowe z silnikiem Diesla i silnikiem zasilanym LNG

Źródło: *Do gas trucks reduce emissions?* Transport & Environment, wrzesień 2019, https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2019_09_do_gas_trucks_reduce_emissions_paper_EN.pdf



Rysunek 2. Emisja cząstek stałych

Źródło: *Do gas trucks reduce emissions?* Transport & Environment, wrzesień 2019, https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2019_09_do_gas_trucks_reduce_emissions_paper_EN.pdf

ności z tym, co reklamują wytwórcy samochodów ciężarowych, twierdzący, że w przypadku wariantów zasilanych LNG emisje cząstek stałych są niemal całkowicie wyeliminowane⁸. Rzeczywiście bowiem w trakcie sprawdzianu wersja na gaz emitowała mniej tlenków azotu niż analogiczny typ z jednostką wysokoprężną, lecz różnica ta nie wyniosła 90%, jak deklarował jej producent⁹. Tymczasem cząstki tego rodzaju mogą przenikać głęboko do płuc i wchłaniać się do krwi, powodując choroby serca, udary mózgu i raka płuc.

Tym samym samochody ciężarowe na gaz nie okazują się wyjściem co najmniej suboptymalnym w sferze redukcji emisji. Autorzy raportu określają je wręcz jako „ślepą uliczkę” w procesie dekarbonizacji drogowego transportu towarowego: dla aut Scanii i IVECO z silnikami o zapłonie iskrowym odnotowano emisje gazów cieplarnianych (GHG) z rury wydechowej tylko o 3 do 5% niższe niż w przypadku wersji z silnikiem Diesla z najniższym wynikiem w teście. Zasilane LNG auto marki Volvo z wysokociśnieniowym wtryskiem paliwa (HPDI) redukuje emisję o 14%. Jednak obliczenia T&E pokazują, że po uwzględnieniu wydobycia i transportu gazu, w tym wycieku metanu, samochody LNG z zapłonem iskrowym są nawet bardziej szkodliwe dla klimatu niż diesle, podczas gdy wykorzystanie odmian z HPDI przynosi jedynie niewielką korzyść¹⁰.

Pomimo tego rządy krajów UE wspierają wykorzystanie gazu kopalnego w transporcie poprzez różnorakie ulgi podatkowe, zwolnienia z opłat drogowych i dotacje. Bez tych dotacji nie byłoby miejsca na rynku dla gazu w transporcie ewentualnie byłaby to bardzo duża rynkowa nisza. W momencie wykonywania badań (publikacja raportu – 18 września 2018 roku) w Polsce stawka podatku akcyzowego dla oleju napędowego wynosiła 9,57 EUR/GJ, a stawka od gazu (LNG, dla CNG jest niższa) 4,53 EUR/GJ. Gdyby stawki zostały wyrównane, Polska mogłaby zyskać dodatkowe dochody o wartości blisko 5 mln EUR. Przy tym w naszym kraju czasowo od dnia 1 lutego 2022 roku z 23 do 8% spadła stawka podatku VAT na paliwa silnikowe: olej napędowy, biokomponenty stanowiące samoistne paliwa, benzynę, gaz LPG.

Autorzy raportu wręcz stwierdzają, że sektor gazowy i stojące za nim lobby, także wytwórców proponujących stosowny tabor, nieco „desperacko” chce prze-

⁸ [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health), <https://www.iveco.com/en-us/press-room/kit/Pages/Iveco-s-commitment-in-the-field-of-sustainable-mobility-the-New-Daily-CNG-and-Stralis-LNG.aspx>; <https://www.scania.com/group/en/its-a-liquefied-gas>

⁹ <https://www.transportenvironment.org/discover/testy-drogowe-wykazuja-taka-sama-szkodliwosc-dla-klimatu-ciezarowek-na-gaz-i-z-silnikami-diesla/>

¹⁰ Emisje „od zbiornika do koła” na podstawie danych z testów przeprowadzonych dla rządu Holandii przez TNO. Emisje „od źródła do zbiornika” i „od źródła do koła” na podstawie analizy T&E z wykorzystaniem danych wejściowych z kalkulatora śladu środowiskowego Volvo Trucks, według którego emisje zwiększają się o 9%, jak opisano dalej w samym raporcie. Dodanie tych emisji z początkowych etapów cyklu emisji powoduje, że samochód Volvo zapewnia korzyść w zakresie ograniczenia emisji gazów cieplarnianych „od źródła do koła” na poziomie około 5%.

konać decydentów, że samochody ciężarowe na gaz są korzystne dla ochrony klimatu, ponieważ chce rozwijać ten rynek przy możliwie kurczącym się, wskutek elektryfikacji, rynku na olej napędowy. Tymczasem podstawowy fakt nadal pozostaje taki, że jest to paliwo kopalne, podobnie jak ropa naftowa i węgiel, dlatego należy je stopniowo wycofywać. Niemniej osobna kwestia w tych rozważaniach powinna dotyczyć biogazu, o kompletnie innych właściwościach środowiskowych, czego autorzy raportu już nie podejmują, w swojej ocenie skupiając się jedynie na skutkach stosowania gazu ziemnego.

Urszula Stefanowicz z Polskiego Klubu Ekologicznego Okręgu Mazowieckiego wskazała „Wyniki testów powinny być dostrzeżone także przez polskich polityków, szczególnie że w ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych gaz jest traktowany jako paliwo niskoemisyjne, a zwiększenie jego wykorzystania w transporcie jest jednym z celów regulacji. Ponadto najnowszy projekt rozporządzenia dotyczącego funkcjonowania Funduszu Niskoemisyjnego Transportu przewiduje wspieranie m.in. zakupu nowych pojazdów na LNG i CNG oraz ich produkcji, badań w tym zakresie, budowy i rozbudowy infrastruktury do dystrybucji i sprzedaży gazu. W świetle danych na temat emisyjności wariantów na gaz ten kierunek wsparcia powinien być ponownie przemyślany”¹¹. I dodała „Ciężarówki zasilane LNG są postrzegane jako ratunek dla jakości powietrza, ale testy pokazują, że zanieczyszczają one znacznie bardziej, niż twierdzą ich producenci. Są też dużo gorsze od diesli pod względem emisji najmniejszych i najbardziej szkodliwych cząstek, m.in. w trakcie jazdy po mieście, gdzie funkcjonują jako samochody dostawcze. W rezultacie wychodzi więc na to, że ciężarówki zasilane gazem ziemnym to tylko kolejna technologia paliw kopalnych, która nigdy nie zatrzyma negatywnego wpływu transportu ciężkiego na jakość powietrza i klimat”¹². Krzysztof Bolesta, wiceprezes Fundacji Promocji Pojazdów Elektrycznych, ocenił „Wyniki raportu T&E są bardzo niepokojące i powinny zostać jak najszybciej przeanalizowane przez Ministerstwo Infrastruktury oraz ekspertów Funduszu Niskoemisyjnego Transportu. Powinniśmy jak najszybciej zbadać, jak emisyjne są autobusy napędzane LNG i CNG, bo polskie miasta inwestują miliony złotych w wymianę floty. Byłoby bardzo niedobrze, gdyby okazało się, że inwestycje w nowy tabor, zamiast obniżać emisje, bardziej trują ludzi i środowisko”¹³. Rafał Bajczuk, analityk w Fundacji Promocji Pojazdów Elektrycznych, dodał zaś „Ciężarówki zasilane gazem to nie tyle ślepy zaulek w procesie redukcji emisji, co właściwie czynnik zaostrzający istniejący kryzys klimatyczny. Tylko pojazdy zeroemisyjne są w stanie przyczynić się do dekarbonizacji transportu ciężarowe-

¹¹ <https://www.transportenvironment.org/discover/ci%C4%99%C5%BCar%C3%B3wki-na-gaz-w-testach-drogowych-nawet-5-razy-gorsze-od-diesli/>

¹² <https://www.transportenvironment.org/discover/testy-drogowe-wykazuja-taka-samaszkodliwosc-dla-klimatu-ciezarowek-na-gaz-i-z-silnikami-diesla/>

¹³ <https://www.transportenvironment.org/discover/ci%C4%99%C5%BCar%C3%B3wki-na-gaz-w-testach-drogowych-nawet-5-razy-gorsze-od-diesli/>

go. Nadszedł czas, aby zapisy o obowiązku budowy stacji paliw gazowych zostały usunięte z celów infrastrukturalnych UE i aby polski rząd przestał zachęcać do korzystania z gazu w transporcie poprzez zerową akcyzę¹⁴.

7.3. Zarzuty wobec taboru elektrycznego

Przy całościowej, dokonywanej w pełni holistycznie, ocenie taboru zelektryfikowanego trzeba ująć wiele elementów¹⁵, z których znaczna część przy dogłębnej analizie realnej proekologiczności tej technologii bywa zazwyczaj celowo pomijana. Dokonując oceny technologii elektryfikacji, trzeba zatem wliczyć nakłady niezbędne do wytworzenia akumulatorów oraz koszty ekonomiczne i środowiskowe ich późniejszej pełnej i skutecznej utylizacji czy też recyklingu (współczynnika recyklingu – tzn. liczby akumulatorów skierowanych do recyklingu do liczby akumulatorów wycofanych w ogóle w danym czasie i na danym terytorium). Tym samym rozpatruje się nie tylko same kwestie dotyczące produkcji i dostaw energii elektrycznej w porównaniu z kosztami pozyskania i dostaw tradycyjnych paliw, ale i koszty bezpośrednie i pośrednie odnoszące się do wszelkich składowych specyficznych dla tej technologii/tych technologii elektryfikacji, niewystępujące w tradycyjnym systemie opartym na ropie i jej pochodnych. Cóż z tego, że sama energia będzie czysta i w pełni pochodząca z tzw. źródeł zielonych – odnawialnych czy innych zero-/niskoemisyjnych, skoro wysokie mogą się okazać koszty ekonomiczno-ekologiczne całego życia akumulatorów. W rezultacie przewagi ekologiczne i kosztowe uzyskane w samej sferze paliwowej mogą zostać skutecznie zniweczone przez wyższe koszty w sferze komponentowej.

Potrzeba wdrożenia takiego nowego zagregowanego miernika wynika z dwóch zasadniczych przyczyn. Za pierwszą należy uznać stopniowe zwiększanie się liczby pojazdów zelektryfikowanych, a szczególnie tych w pełni elektrycznych – tzn. z w pełni elektrycznym układem napędowym. Niemniej do zdecydowanie

¹⁴ <https://www.transportenvironment.org/discover/testy-drogowe-wykazuja-taka-sama-szkodliwosc-dla-klimatu-ciezarowek-na-gaz-i-z-silnikami-diesla/>

¹⁵ Porównaj T. Earl, L. Mathieu, S. Cornelis, S. Kenny, C. Calvo Ambel, J. Nix, European Federation for Transport and Environment (T&E), *Analysis of long haul battery electric trucks in EU, Marketplace and technology, economic, environmental, and policy perspectives*, 8th Commercial Vehicle Workshop, Graz, 17-18 maja 2018, https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/20180725_T&E_Battery_Electric_Trucks_EU_FINAL.pdf; A. Hoekstra, *Electric trucks: economically and environmentally desirable but misunderstood*, https://www.eaad.nl/uploads/files/Auke_Hoekstra_-_Electric_trucks_economically_and_environmentally_desirable_but_misunderstood.pdf; R. Vijayagopal, A. Rousseau, *Electric Truck Economic Feasibility Analysis*, World Electr. Veh. J. 2021, 12, 75, https://mdpi-res.com/d_attachment/wevj/wevj-12-00075/article_deploy/wevj-12-00075.pdf?version=1620815480; Y. Xie, F. Rodríguez, *Zero-emission integration in heavy-duty vehicle regulations: A global review and lessons for China*, 2021 International Council On Clean Transportation, <https://theict.org/wp-content/uploads/2021/12/china-hdv-reg-zev-review-sep21.pdf>

ważniejszych zalicza się druga przesłanka – obecnie bowiem (stan na rok 2022) pojazdy te cechuje znacznie krótszy okres deprecjacji fizycznej niż ich tradycyjne odpowiedniki – tzn. odmiany z silnikiem spalinowym. Kwestia dotyczy zatem przede wszystkim ogółu dodatkowych kosztów ekonomicznych i ekologicznych, jakie w założonym okresie są poniesione wskutek tego, iż właśnie krótszy jest okres realnej eksploatacji odmian zelektryfikowanych, w tym głównie w pełni elektrycznych, niż odmian tradycyjnych. Aktualnie można, a nawet trzeba mianowicie przyjąć, iż średnia długość życia – rzeczywisty czas eksploatacji – wariantów w pełni elektrycznych równa się długości życia zamontowanych w nich akumulatorów. Teraz (stan na rok 2022) tę długość życia da się maksymalnie określić na 6-8 lat, tzn. w takim okresie akumulatory te cechują się jeszcze pojemnością pozwalającą na ich instalację w pojazdach silnikowych, tzn. pojemność ta przekracza 70% pojemności nominalnej. Po tym czasie muszą zostać albo zutilizowane, albo skierowane do drugiego czy nawet później trzeciego życia. Naturalnie ten okres faktycznego użytkowania zależy od wielu czynników, w tym m.in. od jakości samych akumulatorów, sposobu obchodzenia się z nimi, techniki jazdy, warunków klimatycznych, liczby operacji szybkiego ładowania i innych czynników. Przy obecnym stanie rozwoju technologii da się także nieco wydłużyć okres wykorzystania już używanych kilkuletnich akumulatorów dzięki wymianie najbardziej zużytych – wypalonych w nich ogniów.

To zagadnienie pozostaje istotne, gdyż specjalne akumulatory do modeli elektrycznych nadal są relatywnie drogie, mimo znacznego postępu, jaki w ostatnich latach zaszedł w ich budowie oraz co do prezentowanych właściwości eksploatacyjnych. Niemniej na tę chwilę zasadniczy wysiłek konstruktorów skupia się na następujących obszarach:

- redukcji masy własnej,
- redukcji rozmiarów,
- redukcji ceny,
- poprawie gęstości energii – pojemności przy zadanych masach i wymiarach,
- poprawie stosunku gęstości energii do kosztu przechowywanej jednostki energii – kosztu kWh,

podczas gdy zagadnienie wydłużenia długości życia wciąż jakby znajdowało się na drugim planie. Tymczasem zarówno w układzie ekonomicznym, jak i ekologicznym odgrywa ono niezwykle ważną rolę. W tym momencie cena akumulatorów do wersji w pełni elektrycznej odpowiada bowiem – w pewnym uproszczeniu – cenie analogicznego samego samochodu z tradycyjnym układem napędowym. Przykładowo w pełni elektryczny niskopodłogowy autobus miejski kosztuje około 2 mln PLN (dane dla 2020 roku), w tym same baterie do niego około 1 mln PLN. W rezultacie, ponieważ baterie te da się w tym autobusie eksploatować maksymalnie przez założony 8 lat, to przez 8 lat bazowo będzie się eksploatował taki autobus. Powyższe wynika z tego, że praktycznie nikt do 8-letniego egzemplarza, o bardzo już niskiej wartości rezydualnej, nie włożył baterii o wartości 1 mln PLN, czyli równej cenie

fabrycznie nowego odpowiednika z tradycyjnym układem napędowym. Szybciej już więc zezłomuje się taki egzemplarz, gdyż mogą być istotne problemy ze skierowaniem go na rynek wtórny. Tym samym po okresie 6-8 lat nie opłaca się instalować w 6-8-letnim pojeździe nowego modułu – kompletu baterii o cenie nowego tradycyjnego odpowiednika – tzn. wydania z silnikiem wysokoprężnym.

Na przestrzeni ostatnich lat baterie stają się relatywnie coraz lżejsze, coraz tańsze, o coraz mniejszych rozmiarach oraz o coraz większej pojemności. Szczególnie istotna pozostaje tu masa jednej kWh – kWh/kg. Przy tym spadek ich masy oznacza pewny wzrost ładowności, na tę chwilę bardziej liczony w dziesiątkach niż setkach kilogramów, redukcja rozmiarów przy zadanych pojemności i/czy masie pozwala nieco zwiększyć przestrzeń ładunkową/pasażerską, z kolei większa pojemność – przy zadanych masie i rozmiarach – przekłada się na podniesienie możliwego do uzyskania zasięgu. Niemniej, chociaż jeszcze kilka lat temu w tych sferach przewidywano dość znaczny postęp, to ten postęp nie okazał się aż tak poważny. Baterie są rzeczywiście nieco tańsze, lżejsze oraz mają większą pojemność i mniejsze rozmiary, jest to jednak co najwyżej ewolucja, a nie rewolucja. A taka rewolucja przydałaby się przede wszystkim w odniesieniu do masy i ceny, wciąż realnie bardzo wysokich, oraz właśnie w stosunku do wydatnego wydłużenia cyklu życia. Wydłużenie cyklu życia w pewnym zakresie mogłoby mianowicie zsubsydować wysoką cenę – tzn. jeśli dałoby się wydłużyć okres życia baterii z 8 do 12 lat, czyli aż o 50%, to dopiero po tych 10-12 latach z tzw. pierwszego życia w pojeździe byłyby wycofane te baterie. Tak samo pojazd z tymi bateriami byłby wycofany z ruchu nie po 8, lecz po 10-12 latach. W efekcie nawet o 50% dłużej byłyby eksploatowane i sam pojazd, i powiązane z nim baterie.

Z drugiej strony, gdyby na przestrzeni następnej dekady (po 2020 roku) baterie do odmian w pełni elektrycznych potaniały o 80-90%, licząc 1 kWh jako jednostkę zgromadzonej w nich energii, przy najlepiej towarzyszących temu redukcji masy i wymiarów, ten nadal wymuszony skrócony okres stosowania w pełni elektrycznego taboru przestałby odgrywać tak krytycznie negatywną rolę, jaką odgrywa obecnie. Niestety, nadal niewiele wskazuje na to, aby w ciągu najbliższego dziesięciolecia do takich potania i redukcji doszło. Co najwyżej można wskazywać na relatywne potanie – w stosunku do masy czy objętości – o 20-30%. Jednocześnie z tego punktu widzenia nieco wtórną, chociaż istotną użytkowo rolę odgrywa to, czy na jednym pełnym ładowaniu dany pojazd pokona 200 czy 300 km. Tu te kwestie mają więc mniej istotne znaczenie.

Wszystko to zaś rodzi szereg negatywnych implikacji o charakterze ekonomicznym i szczególnie ekologicznym. Jeśli w takim układzie przyjmie się, że – w pewnym uproszczeniu – na dzisiaj wariant w pełni elektryczny podlega wycofaniu z eksploatacji po okresie maksymalnie 8 lat, natomiast spalinowy po 10-12 latach, to – nadal w pewnym uproszczeniu – da się założyć, iż dwa pełne cykle życia dwóch sztuk odmian tradycyjnych odpowiadają – pozostają równoważne – trzem pełnym cyklom życia aż trzech sztuk odmian w pełni elektrycznych – $2 \times 12 \text{ lat} = 3 \times 8 \text{ lat}$.

Powyższe oznacza zatem, że w ciągu tych 24 lat trzeba wyprodukować i zutylizować 2 egzemplarze tradycyjne – z silnikiem spalinowym – oraz 3 w pełni elektryczne – z w pełni elektrycznym układem napędowym. Innymi słowy, w ciągu bez mała ćwierć wieku produkcji i utylizacji będzie poddany jeden pojazd więcej. Tym dodatkowym pojazdem będzie typ elektryczny, który, gdyby był typem spalinowym, ze względu na brak konieczności utylizacji pakietu specjalnych akumulatorów, takiej wcześniejszej utylizacji nie musiałby już podlegać – nie musiałby być jej poddany. Równocześnie należy przyjąć, iż TCO pojazdu nowego zawsze kształtuje się na poziomie niższym niż dla pojazdu starego. Niemniej przy tej analizie element ten pełni mniej kluczową rolę, analogicznie jak masa, wymiary czy zasięg uzyskiwany przez wykonanie w pełni elektryczne. Jednocześnie, z drugiej strony, bieżące – czysto eksploatacyjne TCO odmiany w pełni elektrycznej może się kształtować na niższym poziomie wskutek niższego zużycia hamulców ze względu na możliwości rekuperacji energii przy hamowaniu czy obniżonych wymagań przeglądowo-obługowo-naprawczych w następstwie mniejszej liczby części mogących się zepsuć czy/i dłuższych przebiegów międzyprzeglądowych. Krytyczne znaczenie ma tu mianowicie inny czynnik – są nim wszelkie dodatkowe koszty ekonomiczne i przede wszystkim ekologiczne związane z koniecznością wyprodukowania i następnie zutylizowania dodatkowego egzemplarza w pełni elektrycznego. Koszty te należy więc rozpatrywać jako dodatkowe:

- koszty ekonomiczne – dodatkowe wydatki na surowce, energię, transport, których by nie poniesiono, gdyby nie trzeba było wytworzyć następnego pojazdu. Oczywiście koszty te znajdują odzwierciedlenie w TCO, ale przy założonym maksymalnym cyklu życia TCO dla wersji tradycyjnej przewoźnik może dla siebie rozliczać w okresie 10-12 lat, podczas gdy elektrycznej na tę chwilę – w ciągu 6-8 lat. A to dość poważna różnica;
- koszty ekologiczne – ogół dodatkowych emisji związanych z wydobyciem surowców, wytworzeniem niezbędnych komponentów i części przez sektory hutniczy, chemiczny, petrochemiczny, szklarski, tworzyw sztucznych, które wciąż nieraz nie zaliczają się ani do niskoemisyjnych, ani niskokosztowych, oraz z koniecznością przewiezienia poszczególnych elementów między kolejnymi etapami łańcuchów tworzenia wartości dodanej. A transport dalej emituje pewne substancje szkodliwe oraz generuje pewne koszty społeczne, takie jak hałas bądź zatłoczenie.

O ile zatem jeszcze dodatkowe koszty ekonomiczne podlegają ujęciu i rozliczeniu w ramach TCO, o tyle niezwykle problemem mogą się okazać dodatkowe koszty ekologiczne. Te dodatkowe koszty ekologiczne dokładnie dotyczą wszelkich dodatkowych emisji związanych z koniecznością wytworzenia w rozpatrywanym przykładzie jednego dodatkowego egzemplarza wariantu w pełni elektrycznego. Są to dodatkowe emisje pochodzące z kopalń, hut metali, hut szkła, zakładów tworzyw sztucznych i przeróbki metali, zakładów elektrotechnicznych, zakładów produkcji specjalnych akumulatorów, łańcuchów logistycznego i transportowych, a na koniec

utylicacji – samego pojazdu oraz towarzyszących mu akumulatorów. Co więcej, można nawet przyjąć, nadal w pewnym uproszczeniu, że ilość koniecznej energii oraz ilość emitowanych zanieczyszczeń powstających przy produkcji odmiany tradycyjnej i w pełni spalinowej są niemal sobie równe. Szczególnie odnosi się to do wydań konstrukcyjnie zelektryfikowanych, tzn. w pełni elektrycznych zbudowanych na bazie tradycyjnego odpowiednika. Wówczas zasadnicza różnica między tymi kompletacjami *de facto* głównie dotyczy samego układu napędowego. Pewne uproszczenie przyjęto też, zakładając że niezbędna energia i emisje powstałe z produkcji tradycyjnych silników spalinowych, skrzyń biegów, układu oczyszczania spalin i tradycyjnych akumulatorów w przybliżeniu odpowiadają wymaganej energii oraz emisjom powstałym przy wytworzeniu silnika elektrycznego, elementów sterowania oraz specjalnych modułów – pakietów akumulatorów.

Może się okazać, że całkowite emisje – całkowite koszty ekologiczne związane z dodatkowym ogółem emisji towarzyszących konieczności wyprodukowania oraz utylizacji jednego dodatkowego egzemplarza odmiany w pełni elektrycznej przekraczają wszelkie dodatkowe emisje pochodzące z pracy silnika spalinowego w całym rozpatrywanym okresie, czyli w tym przypadku 24 lata. Tym bardziej, że pod względem emisyjnym silnik elektryczny sam w sobie uchodzi za czysty, podczas gdy w tej sferze w przypadku silników spalinowych wciąż jest wiele do zrobienia, głównie w odniesieniu do emisji CO₂. Na przestrzeni ostatnich trzech dekad, wskutek wchodzenia coraz bardziej restrykcyjnych norm czystości spalin (Euro w Unii Europejskiej, EPA w Stanach Zjednoczonych), bardzo wiele dokonano już bowiem w takich obszarach, jak emisja cząstek stałych – sadzy oraz związków siarki i azotu. W rezultacie na przestrzeni ostatnich trzech dekad silniki spalinowe stały się już bardzo ekologiczne. Nie można w takim razie wykluczyć, że w ciągu najbliższych lat ta ich proekologiczność dalej będzie wzrastać. Powoli, ale konsekwentnie udaje się podnosić ich sprawność, która już przekroczyła 50%, w ciągu najbliższych lat z potencjałem do wzrostu do nawet 52-54%. To w połączeniu z dalszymi usprawnieniami w samym układzie przeniesienia napędu oraz m.in. aerodynamice oznacza, że w ciągu dekady zużycie oleju napędowego da się ograniczyć o dalsze wręcz 15-20-30%¹⁶, czyli o 2 do 5 l/100 km w odniesieniu do przewozów autostradowych. Poza tym baczniejszą uwagę warto zwrócić na same ekologiczne koszty utylizacji, w tym w pierwszym rzędzie utylizacji i przeróbki blach, tworzyw sztucznych, gum czy akumulatorów. Nie są to przecież procesy bezkosztowe ekonomicznie ani tym bardziej bezemisyjne ekologicznie.

Te negatywne czynniki świadczące na niekorzyść modeli w pełni elektrycznych mogą zostać dodatkowo wzmocnione, gdy uwzględni się następne elementy zwiększające antyekologiczny wymiar typów tego rodzaju – tzn. nieco podnoszące koszty ekonomiczne oraz wymiennie zwiększające ich koszty ekologiczne. W przypadku kosztów ekonomicznych są to głównie dodatkowe koszty związane z utylizacją aku-

¹⁶ Informacje pozyskane przez autora w czasie prezentacji Scanii Super, Södertälje, listopad 2021.

mulatorów. Co gorsza, do dzisiaj nie istnieje żadna przemysłowa technologia takiej utylizacji, a poszukiwanie tzw. drugiego życia i tym samym przedłużenie momentu skierowania do utylizacji, gdy użyteczna pojemność akumulatorów kształtuje się na poziomie 50-70%, wciąż znajduje się w fazie eksperymentalno-testowej.

W przypadku dodatkowych kosztów ekologicznych ich negatywna rola zwiększa się na skutek:

- wykorzystania do produkcji, ładowania i na koniec utylizacji pojazdów w pełni elektrycznych energii elektrycznej pochodzącej z tzw. brudnych źródeł, tzn. powstającej w oparciu przede wszystkim o węgiel kamienny i brunatny, w mniejszym stopniu – o gaz ziemny,
- konieczności utylizacji i odzyskiwania pierwiastków rzadkich z akumulatorów współcześnie najczęściej stosowanych w wersjach zelektryfikowanych. Kwestia odnosi się zarówno do energii koniecznej do takiej utylizacji, jak i do kosztów ekologicznych, gdyż na tę chwilę nie są to procesy ani energooszczędne, ani bezemisyjne.

Oczywiście, jako czynniki silnie neutralizujące tę antyekologiczność wersji elektrycznych w sferze samych źródeł pochodzenia energii elektrycznej, można wskazać elementy mocno w tym zakresie przemawiające przeciw wersjom tradycyjnym. Elementy te dotyczą wszelkich kosztów ekonomicznych i ekologicznych związanych z:

- wydobywaniem ropy naftowej oraz jej przewozem/przesyłem rurociągami do magazynów i rafinerii,
- przeróbką ropy na paliwa ciekłe i gazowe – zasadniczo dla motoryzacji ważne pozostają benzyna oraz olej napędowy, osobną kwestię stanowi tematyka smarów i asfaltu,
- dystrybucją ciekłych produktów przerobu ropy – oleju napędowego i benzyny. Zagadnienie to analizuje się w ramach tzw. kosztów i emisji od źródła do zbiornika.

W takich realiach dopiero wprowadzenie zagregowanego wieloskładnikowego i skomplikowanego miernika TEEC, a nie zdawkowych, czasami wręcz przekłamujących mierników cząstkowych, da prawdziwy, a nie jedynie wybiórczy ogląd sytuacji, na ile obecnie (stan na rok 2022) pojazdy w pełni elektryczne są rzeczywiście bardziej ekologiczne niż ich tradycyjne odpowiedniki. Przy tym pełna i rzetelna analiza wymagać będzie opierania się nie tylko na wskazanych tu kosztach bezpośrednich, ale i na ekonomicznych oraz szczególnie ekologicznych kosztach pośrednich. Koszty te mianowicie – dla uzyskania pełnego obrazu sytuacji – bezwarunkowo muszą być uwzględniane. Są nimi dodatkowe koszty generowane przez poddostawców przemysłu motoryzacyjnego i dotyczące m.in. emisji związanych z wytwarzaniem np. środków smarnych czy wybranych części eksploatacyjnych, jak okładziny hamulcowe. Do tego trzeba rozważyć ogół emisji i kosztów dotyczących zużywania się samych tych materiałów eksploatacyjnych, takich jak właśnie wspomniane okładziny albo smary. W tym zakresie warto podkreślić, że – ze względu na niższe wymagania obsługowe ze strony modeli w pełni elektrycznych – modele takie wykażą swoją ekonomiczno-ekologiczną przewagę nad modelami z tradycyj-

nym układem napędowym. W modelach w pełni elektrycznych trzeba m.in. rzadziej wymieniać okładziny hamulcowe, a silnik elektryczny nie wymaga żadnego smarowania czy stosowania specjalnych uszczelek, jak silnik spalinowy. Nie są też niezbędne jakiegokolwiek układy oczyszczania spalin, jak EGR czy SCR i związany z nim płyn AdBlue. Powyższe oznacza zatem zarówno wydłużone okresy międzyprzebiegowe, jak i krótsze, prostsze oraz tańsze poszczególne przebiegi.

Obecnie osobną kwestię stanowi jednak brak rynku wtórnego na modele w pełni elektryczne. A składowa ta w tych rozważaniach odgrywa o tyle kluczową rolę, że zaledwie po 6-8 latach wykorzystania modele te charakteryzują się teoretyczną wartością rezydualną równą zeru. Czynniki ten też bezwzględnie trzeba wziąć pod uwagę we wszelkich analizach.

W rezultacie obecnie (stan na rok 2022) dla producentów akumulatorów dla pojazdów w pełni elektrycznych oraz wytwórców takich pojazdów kluczowym zadaniem, poza samym zwiększaniem pojemności tych akumulatorów przy jednoczesnej redukcji masy, wymiarów i ceny, bezwarunkowo powinno stać się wydłużenie wydłużenie okresu ich pierwszego życia – czyli gdy te akumulatory są zainstalowane w pojazdach. Wydłużenie to musi wzrosnąć aż o 50%, ponieważ dopiero wtedy w przybliżeniu okresy faktycznej eksploatacji i deprecjacji fizycznej wariantów tradycyjnych – z silnikami spalinowymi oraz w pełni elektrycznych zrównają się ze sobą. W następstwie tego dojdzie do braku konieczności budowy kolejnych egzemplarzy typów w pełni elektrycznych, co zaowocuje wydatnym spadkiem ich kosztu ekologicznego, pozytywnie przekładającego się na spadek TEEC. Przy obecnym okresie używania wariantów tradycyjnych i w pełni elektrycznych w ciągu bez mała pół dekady nie trzeba będzie bowiem dodatkowo wytworzyć o 50% więcej pojazdów w pełni elektrycznych niż ich klasycznych spalinowych odpowiedników. Tym samym w ciągu tego prawie ćwierćwiecza nie będzie musiała powstać 1/3 pojazdów.

Naturalnie z czasem mogą się pojawić – i zapewne się pojawią – projekty przebudowy wycofanych odmian w pełni elektrycznych na klasyczne spalinowe. Teoretycznie najłatwiej będzie to zrealizować w przypadku typowych wydań zelektryfikowanych – tzn. wydań w pełni elektrycznych konstrukcyjnie opartych na wydaniach klasycznych, gdyż w pierwszym rzędzie zamianie będzie podlegać sama kompleta-cja układu napędowego, podczas gdy inne kluczowe moduły, takie jak podwozia czy kabiny, pozostaną niemal bez zmian. Niemniej – z drugiej strony – proces ten może utrudnić fakt, że najnowsze modele elektryczne oparte na modelach tradycyjnych coraz mniej mają z nimi wspólnego w sferze budowy. W podwoziach są wprowadzane kolejne zmiany różnicujące, a tradycyjne mosty napędowe mogą zastępować e-mosty. Wszystko zależy tu od konkretnego gracza i jego strategii w tym wymiarze. Poza tym niektórzy niezależni wytwórcy aut w pełni elektrycznych przygotowują ich modułowe zestawienie, w którym ma się dać wymienić w pełni elektryczny układ napędowy na układ hybrydowy – spalinowo-elektryczny bądź nawet czysto spalinowy. Z całą pewnością po kilku latach taka modyfikacja dotyczyć będzie egzemplarzy mało realnie zdeprecjonowanych. Będą to zatem egzemplarze skierowa-

ne do kasacji nie z powodu swojego faktycznego stopnia zużycia, lecz ze względu na konieczność wycofania na drugie życie zamontowanych w nich akumulatorów. Tym samym takie pojazdy stają się fizycznie zdeprecjonowane w segmencie pojazdów elektrycznych, ale wciąż z powodzeniem nadają się do wykorzystania w segmencie pojazdów tradycyjnych.

Pod względem ekonomicznym taka zamiana może się okazać opłacalna, szczególnie jeśli będzie się w niej wprowadzało kilkuletni tradycyjny układ napędowy. Zarazem, co ciekawe, taka zamiana może także wykazywać pełne uzasadnienie ekologiczne – tzn. wyróżniać ją będzie minimalizacja kosztu ekologicznego. Powyższe zajdzie, gdy w okresie 4-6 lat ilość rozważanych substancji szkodliwych, wyemitowanych przez silnik spalinowy, będzie niższa, niż ilość tych i innych substancji szkodliwych wyemitowanych w trakcie utylizacji dodatkowego egzemplarza pojazdu w pełni elektrycznego oraz produkcji następnego takiego pojazdu od podstaw, włącznie z wszelkimi emisjami pochodzącymi od dostawców, kooperantów oraz podmiotów z sektora logistyczno-transportowego. Co więcej, ponieważ trzeba będzie produkować mniej pojazdów – jak wskazano przy pełnym zastąpieniu modeli tradycyjnych przez modele w pełni elektryczne – spadnie zapotrzebowanie na operacje transportowe wykonywane w ramach łańcuchów produkcyjno-zaopatrzeniowych. To z kolei skutkować będzie mniejszą liczbą takich operacji koniecznych do realizacji, tzn. redukcją zapotrzebowania na pracę przewozową, przekładającą się na: mniejszą liczbę niezbędnych pojazdów wyprodukowanych i używanych do zadań transportowych w systemach wytwórczych, mniejszą liczbę potrzebnych kierowców, co z kolei obniży presję na braki w tej profesji, oraz mniejsze zatłoczenie szlaków komunikacyjnych i niższą wypadkowość.

Jak zatem wynika z przedstawionej analizy, na tym etapie, skutek m.in. wciąż niedoskonałych technologii akumulatorowych, pełna elektryfikacja transportu drogowego wcale nie jest wskazana – nie stanowi dobrego wyjścia zarówno pod względem ekonomicznym, jak i niezwykle mocno podkreślanym przez ekologów względem środowiskowym. Docelowo problem ten w pewnym wymiarze rozwiąże dopiero masowe pojawienie się na rynku tanich, lekkich i wysoce pojemnych akumulatorów o długim cyklu życia – równym 12-15 latom, w dodatku wytwarzanych i utylizowanych przy niskim spożyciu rzadkich, drogich i nieekologicznych zasobów, czyli m.in. cechujących się niską szkodliwością dla środowiska, oraz ładowanych energią elektryczną pochodzącą z w pełni czystych, odnawialnych, ekologicznych źródeł. Dodatkowo przy wytwarzaniu kluczową pozytywną rolę może odegrać wprowadzanie na większą skalę surowców i komponentów pochodzących z recyklingu starych akumulatorów. Trwają intensywne prace w tej sferze, gdyż wydaje się, że będzie to niezwykle pożądanym kierunkiem przyszłych działań.

Dzisiaj niestety wiele wskazuje na to, że na taki niemal ideał w tym obszarze trzeba będzie jeszcze poczekać wcale nie 10-15, a wręcz ponad 20-25 lat. Kwestia dotyczy tego, by energia zgromadzona w akumulatorach stanowiła energetyczny ekwiwalent ilości energii możliwej do uzyskania z paliwa pochodzącego ze zbiorni-

ka o takich samych wymiarach i/czy masie, jak pakiet akumulatorów, przy założeniu naturalnie odmiennych sprawności silników elektrycznego i spalinowego – na dzisiaj sprawność silnika elektrycznego niemal dwukrotnie przekracza sprawność silnika spalinowego. Do tego akumulatory te muszą zachować pierwsze życie przez co najmniej 12 lat, tzn. przez przynajmniej 12 lat ich pojemność faktyczna nie może spaść poniżej poziomu 70% pojemności nominalnej. Dopiero wówczas w naturalny sposób dojdzie do rzeczywistego podniesienia ekologiczności technologii pojazdowych napędów w pełni elektrycznych.

Na tej podstawie można wskazać następujące zasadnicze wady wariantów elektrycznych¹⁷:

- wyższa cena zakupu od spalinowego odpowiednika – wyższa o ponad 100-200%;
- obecnie (stan na rok 2022) praktycznie brak rynku wtórnego na te modele;
- wysoka cena wymiany akumulatorów;
- krótszy okres użytkowania niż samochodu z silnikiem spalinowym;
- nieznane koszty napraw – na tym etapie koncerny zapewniają, że będą one niskie, lecz można w to powątpiewać – kwestia może dotyczyć przeniesienia kosztów ze sfery hardware do obszaru software. Co gorsza, w przypadku pojazdów elektrycznych praktycznie zniknie czy ulegnie znacznemu ograniczeniu możliwość dokonywania napraw samodzielnie czy nawet w punktach nieautoryzowanych;
- wysoki koszt ładowania z zewnętrznej szybkiej ładowarki;
- fakt, że obsługa samochodu elektrycznego wymaga uprawnień do 1 kV;
- mniejsza ładowność niż w spalinowym odpowiedniku;
- możliwa większa trudność z płynnym ruszaniem z miejsca albo podjechaniem pod rampę;
- przy gwałtownym przyspieszaniu możliwe problemy z trakcją ze względu na bardzo wysoki moment obrotowy dostępny od razu;
- w celu uzyskiwania zasięgów na poziomie deklarowanym przez producentów należy często korzystać z auta, aby wyczuć pracę rekuperatora i ograniczyć – zrezygnować z używania hamulca;
- w zimie, w szczególności przy bardzo niskich temperaturach, niejednokrotnie zasięg jest daleki od deklarowanego, co gorsza nie tylko z powodu tych niskich

¹⁷ Wskazane wady wariantów elektrycznych sformułowano na podstawie wniosków po analizie dokumentów koncernów Volvo, Scania, Mercedes, DAF, Renault i MAN oraz badaniu dostawczych aut elektrycznych, przeprowadzonym we Wrocławiu przez mgr. inż. Bartosza Wojtowskiego w okresie od listopada 2020 roku do lutego 2021 roku w ramach projektu badawczego „Wyzwania dla systemów ostatniej mili – strategia zielonego miasta”, realizowanego na Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu pod nadzorem dr. hab. Jarosława Bracha, prof. UEW. W próbach tych sprawdzano modele dostawcze marek Opel, MAN i Mercedes. I chociaż specyfika ich budowy oraz eksploatacji pozostaje odmienna od wariantów wysokotonażowych (m.in. w zakresie zabezpieczenia przez akumulatory potrzeb bytowych kierowcy, takich jak ogrzewanie, klimatyzacja czy pokładowy sprzęt audio), to w wielu obszarach czysto eksploatacyjno-konserwacyjnych występuje szereg zbieżności.

temperatur i dużej wilgoci – zasadniczy problem dotyczy tego, że producenci często wykonują pomiary na oponach energooszczędnych, a opony zimowe mają zwiększone opory toczenia i wyższy współczynnik tarcia;

- często istnieje jedno przełożenie – wobec tego nie można, jak w odpowiedniku spalinowym, jechać w zimie na wyższym biegu (problemy z trakcją), wskutek tego dużo częściej w wersjach elektrycznych włączają się systemy antypoślizgowe;
- po naładowaniu samochodu przy niskich temperaturach i dużej wilgotności po nocy zasięg ulega zmniejszeniu od kilkunastu do kilkudziesięciu kilometrów, ze względu na znaczne wychłodzenie akumulatorów;
- w samochodach elektrycznych przeważnie są stosowane wspomaganie elektryczne oraz więcej systemów asystujących. Niemniej, z drugiej strony, wada takich rozwiązań polega na precyzji prowadzenia. Wskutek tego, gdy często się parkuje, układ potrafi się przegrzać;
- możliwy niższy komfort termiczny latem i zimą, gdyż uruchomienie klimatyzacji wiąże się ze sporym wydatkiem energetycznym, przekładającym się na wyraźnie odczuwalną utratę zasięgu. Producenci samochodów ciężarowych zapewniają jednak, że ze względu na relatywnie dużą pojemność stosowanych w nich baterii ewentualne obciążenie akumulatorów pracą klimatyzacji czy ogrzewania (pobór mocy) realnie nie stanowi takiego problemu, jak w przypadku aut osobowych bądź lekkich dostawczych;
- fakt, że elektryczny samochód jest sporo cięższy od klasycznych odpowiedników i często ma dłuższą drogę hamowania albo zastosowany dużo droższy układ hamulcowy.

Pojawia się przy tym wskazanie – konieczność dodatkowych szkoleń, uwzględniających samą specyfikę prowadzenia pojazdów elektrycznych

Zarazem dla wersji elektrycznej okres eksploatacji, określony na 6-8 lat, został celowo wybrany, gdyż właśnie to jest ten czas, który same koncerny dają sobie na wykreowanie rynku na tabor tego rodzaju, również przy wydatnym wsparciu władz. Jeżeli rynek ten nie zostanie wykreowany w ciągu 6 lat, to na tym etapie warianty elektryczne mogą nawet zostać wycofane z rynku. O ile oczywiście nie zajdzie silna presja polityczno-prawno-fiskalna w kierunku ich upowszechniania. Tymczasem technologia gazowa jest dzisiaj technologią z wtórnym rynkiem zbytu, tzn. istnieje popyt na wersje gazowe na rynku wtórnym. Do tego tzw. naturalne koszty kształtują się na akceptowalnym poziomie. Co więcej, obecnie producenci pojazdów elektrycznych jakby nie mieli do końca pomysłu na to, co z nimi zrobić po okresie zużycia baterii – czyli po okresie minimum 6-8 lat. Ponieważ skala tego problemu, ze względu na relatywnie niewielką dotychczasową sprzedaż wariantów zelektryfikowanych, w 2022 roku wciąż zalicza się do niewielkich – niszowych, obserwuje się tu pewną grę na czas. Tabor zelektryfikowany nie jest zasadniczo sprzedawany, lecz raczej wynajmowany czy leasingowany w leasingu zwrotnym. Pozwala to na ewentualną kontrolę przez dostawców taboru rynku pierwotnego i wtórnego na pojazdy

zelektryfikowane w najbliższym czasie. Przy tym to przeczekanie ma też na celu liczenie, że w ciągu tych najbliższych kilku lat uda się wprowadzić baterie o znacznie wydłużonym pierwszym etapie życia lub/i uda się masowo i opłacalnie zacząć wytwarzać nowe baterie na bazie baterii używanych – wycofanych z pierwotnej eksploatacji, lub/i zostanie – wreszcie – skomercjalizowana technologia opłacalnego ekonomicznie i mało szkodliwego ekologicznie recyklingu baterii. Niemniej są to wciąż wielkie biznesowe niewiadome – bo równie dobrze za 6-10 lat uda się dokonać znaczącego przełomu w tych sferach albo nadal te zagadnienia zaliczać się będą do nierozwiązanych. Dlatego, by uniknąć wkrótce większych problemów, będących m.in. następstwem obecnej fali elektryfikacji, pewną przemyślaną politykę w tym zakresie wraz z producentami powinny prowadzić rządy zainteresowanych krajów. Rynek bowiem sam – czego nieraz dowiodło życie – pewnych problemów efektywnie i skutecznie zwyczajnie nie rozwiąże.

Poza tym należy postawić bardzo istotną tezę – we wdrażaniu technologii paliw i napędów alternatywnych powinno się mówić o funkcjonowaniu operatorów logistycznych nie tylko w metropoliach. Tymczasem na obecnym etapie technologia elektryczna – ze względu na to, że jest technologią drogą – pozostaje realnie dostępna dla metropolii oraz dla bardzo bogatych miast z dużymi strumieniami przesyłu dóbr. Jest tam najwięcej odbiorców mogących sobie na nią pozwolić, jeśli uwzględni się nawet czysty rachunek ekonomiczny. Inaczej prezentuje się już kwestia wdrażania odmian elektrycznych w małych miastach czy regionach wiejskich. Wówczas:

- po pierwsze, nie ma takiej liczby operacji start-stop,
- po drugie, będą problemy z zasilaniem – ładowarkami,
- po trzecie, nie istnieje taka silna realna presja na ekologię,
- po czwarte, klient wymaga dużego zasięgu na jednym ładowaniu bez opcji doładowania w trasie,
- po piąte, klienci nie zapłacą za ekologicznie wykonaną usługę więcej i należy o tym bezwzględnie pamiętać.

Ogólnie na obszarach podmiejskich i wiejskich kurier czy inny podmiot jadący jakimkolwiek samochodem, w tym elektrycznym, który szczególnie gdy przyjeżdża do punktu B2B/biura i przewozi pewną liczbę przesyłek do jednego miejsca, nie zatrzymuje się kilkadziesiąt razy. Gdy obsługuje przy tym małe miasto, a nie duże blokowiska, zasięg samochodu elektrycznego może się okazać problematyczny. Tymczasem model gazowy wykazuje tę przewagę nad elektrycznym, że cechuje się o wiele większym użytecznym zasięgiem. Do tego życie odmiany elektrycznej skończy się po 6 latach użytkowania, a przy wymianie zużytych ogniw da się wydłużyć okres jego użytkowania do 8 maksymalnie 10 lat. W tym czasie samochód musi także zostać zamortyzowany. Natomiast odpowiednik na gaz będzie mógł być dalej eksploatowany do momentu skończenia się legalizacji instalacji gazowej. Należy jeszcze pamiętać, że w autach dostawczych silnikowa technologia gazowa jest to też technologia benzynowa. W przypadku Volvo przy jego dwupaliwowym rozwiązaniu

zawsze można użyć oleju napędowego. Mowa też w tym momencie nie tylko o samej ekonomice, lecz i o bezpieczeństwie strategicznym przewozu. W sytuacji, gdy dojdzie do uszkodzenia elektrycznego układu napędowego lub zwyczajnie zabraknie energii i nie będzie można jej doładować, nie będzie można wykonać usługi za pomocą samochodu elektrycznego. Gazowe samochody ciężarowe Volvo są natomiast dwupaliwowe. Jeżeli również dojdzie się do wniosku, że przy wykonywaniu takich usług silnik Diesla okazuje się dość problematyczny, np. ze względu na poziom hałasu, to wówczas gaz może stanowić całkiem rozsądne wyjście. O ile kurierzy czy dystrybutorzy i służby komunalne w dużych miastach będą więc zachęceni do korzystania z technologii elektrycznych, to nie należy wierzyć, że technologie te szybko trafią do powiatów i małych miejscowości. Należy mianowicie pamiętać o tym, że inaczej do kwestii elektryfikacji podchodzą klienci, którzy mają dostęp do sieci ładowarek w mieście i łatwy dojazd do serwisu, codziennie poruszają się w gęstym ruchu ulicznym oraz muszą toczyć i udowadniać swoją walkę z hałasem i emisją zanieczyszczeń. Inaczej – co zresztą naturalne – zachowują się z kolei odbiorcy, którzy operują daleko od infrastruktury ładowania, na terenach bez znacznego natężenia ruchu, w dodatku cichych i ekologicznie czystszych. Nie należy ponadto wierzyć w to, że samochody elektryczne nie będą się psuły. Gdyby bowiem tak autentycznie miało być, ostatecznie niepotrzebna okazałaby się dobrze rozwinięta autoryzowana sieć serwisowa, na której rozwój od lat są wydatkowe niemałe sumy. Tymczasem obecnie samochody z instalacją gazową da się naprawić w dużo większej liczbie miejsc. Poza tym w przypadku samochodów z instalacją gazową mowa nie tylko o ich eksploatacji w dużych miastach oraz swoistym konkurowaniu z wydaniem zelektryfikowanymi, ale też o dystrybucji i kurierach w mniejszych miejscowościach czy na obszarach wiejskich, gdzie gaz w zupełności spełnia wymagania i wykazuje zalety paliwa ekologicznego. Tym bardziej, że na tych terenach może istnieć niezwykle łatwy dostęp do lokalnych biogazowni, oferujących tani i czysty biogaz, powstający w oparciu o resztki roślinne czy/i zwierzęce. W dodatku należy promować rozwój takich biogazowni ze względów zarówno ekologicznych i ekonomicznych, jak i strategicznych oraz społecznych, gdyż aktywizujących lokalne społeczności. Do tego dochodzą ważne czynniki wyboru, takie jak niższa cena zakupu taboru z instalacją gazową i jego okres deprecjacji równy minimum 10 lat. Tym bardziej, jeżeli analizuje się model biznesowy, w którym obecnie (stan na rok 2022) funkcjonują wersje elektryczne, gdy koncerny – dostawcy poprzez swoje leasingi/wynajmy kontrolują rynek i nie będą „wypuszczać” tych samochodów na zewnątrz oraz – co gorsza – samochody te będzie należało zamortyzować w okresie 6-8 lat, głównie ze względu na ograniczoną żywotność akumulatorów. W takim układzie stawka leasingu/wynajmu będzie dosyć wysoka i bez systemu dopłat posiadanie modelu elektrycznego okaże się po prostu nieopłacalne.

7.4. Wnioski i zasadnicze wskazówki dotyczące proekologizacji strategii taborowej w sferze taboru wykorzystywanego do obsługi dostaw na krótszych dystansach

Uwzględniając dzisiejsze uwarunkowania, koszty, dostępność taboru i infrastruktury, należy stwierdzić, że w sferze taboru nisko- i zeroemisyjnego tabor elektryczny znacznie zyskiwać na znaczeniu głównie w dużych miastach, w tym w pierwszym rzędzie w aglomeracjach. Powyższe będzie wynikać z następujących zasadniczych czynników:

- większej świadomości ekologicznej odbiorców i wobec tego wzrostu ich wymagań w tym zakresie;
- powiązane z punktem poprzednim – zdolności odbiorców do ponoszenia ewentualnie wyższych kosztów nabycia;
- nawet przy wyższych kosztach nabycia możliwości obsłużenia w trakcie jazdy większej liczby klientów, co automatycznie przekłada się na redukcję kosztu jednostkowego wykonania usługi;
- pojawiania się – wprowadzenia stref ograniczonego ruchu i stref ciszy, co w pierwszym rzędzie dotyczy centrów oraz dzielnic peryferyjnych, w tym głównie domów jednorodzinnych;
- możliwości istnienia zapotrzebowania na usługi wykonywane nocą, wieczorem bądź nad ranem, co odnosi się przede wszystkim do zaopatrzenia sklepów i punktów gastronomicznych oraz odbioru śmieci. Poruszając się wieczorem, nocą lub nad ranem, cichobieżny model elektryczny może się też przemieszczać zdecydowanie płynniej niż w ciągu dnia ze względu na mniejsze natężenie ruchu;
- dużej liczby wykonywanych w trakcie realizacji zadań operacji start-stop ze względu na większe naturalne natężenie ruchu oraz relatywnie dużą liczbę zatrzymań na światłach czy/i zwolnień na przeszkodach drogowych w postaci tzw. martwych policjantów albo szykan. Duża liczba hamowań i zatrzymań zaś w przypadku odmian elektrycznych i hybrydowych pozwala na rekuperację energii i jej późniejsze spożytkowanie w trakcie przyspieszania i jazdy;
- w przypadku segmentów KEP, dystrybucyjnego oraz komunalnego – dużej liczby zatrzymań – dostaw/załadunków/rozładunków realizowanych na jedną jazdę, szczególnie w przypadku obsługi klientów indywidualnych, nie biznesowych;
- względnie lepiej rozwiniętej sieci ładowarek.

W przypadku mniejszych miast oraz terenów podmiejskich i wykonywania na nich przewozów w ramach ostatniej mili należy zwrócić uwagę na znacznie mniejszą presję na szybkie wdrażanie odmian w pełni elektrycznych czy nawet hybrydowych. Jako zasadnicze przyczyny takiej sytuacji można wskazać:

- niższą realną świadomość ekologiczną i powiązaną z nią niższą skłonność do

płacenia za ewentualnie droższe dostawy bardziej ekologiczne – w mniejszych ośrodkach nie istnieje problem takiego dużego natężenia ruchu i powiązanych z tym emisji zanieczyszczeń i hałasu;

- małą liczbę czy wręcz brak stref ograniczonego ruchu i stref ciszy – do wielu centrów nadal da się wjechać bez najmniejszego problemu, a jeśli nawet bezpośredni dojazd na sam rynek okazuje się niemożliwy, bez większego problemu można auto zaparkować w jego najbliższym sąsiedztwie;
- praktycznie brak zapotrzebowania na dostawy realizowane wieczorem, nocą albo nad ranem;
- mniejsze natężenie ruchu, co przekłada się na małą liczbę operacji start-stop i tym samym ogranicza korzyści wynikłe z możliwości rekuperacji części energii przez odmiany w pełni elektryczne oraz hybrydowe;
- mniejszą liczbę świateł i innych elementów spowalniających ruch, jak tzw. martwi policjanci czy szykany;
- słaby dostęp do ładowarek publicznych;
- możliwość realizacji dostaw na większym dystansie, poza miastem, w tym na terenach wiejskich;
- w przypadku sektorów KEP, dystrybucyjnego oraz komunalnego relatywnie mniejszą liczbę zatrzymań i klientów przypadających na jedną jazdę oraz mniejszy udział klientów biznesowych, a większy indywidualnych.

W związku z tym należy podkreślić, iż na krótkich i średnich dystansach poza obszarami wielkomiejskimi – aglomeracyjnymi zdecydowanie dłużej będzie istniało zapotrzebowanie na wersje niskoemisyjne – gazowe niż niskoemisyjne hybrydowe i nade wszystko zeroemisyjne w pełni elektryczne. Jako główne przesłanki wystąpienia takiej sytuacji należy wskazać:

- niewiele wyższą cenę zakupu odmian gazowych niż porównywalnych wersji benzynowych czy wysokoprężnych;
- o wiele niższą cenę nabycia wariantów gazowych niż hybrydowych i szczególnie w pełni elektrycznych. Obecnie (stan na rok 2022) wydanie gazowe jest droższe od konwencjonalnego spalinowego – z silnikiem wysokoprężnym o około 15-20%, podczas gdy hybrydowe o przynajmniej 30-40%, z kolei w pełni elektryczne o nawet ponad 100-200%;
- stale rozwijaną sieć stacji tankowania LNG;
- możliwość tankowania biogazu pozyskiwanego z gnoju/rolniczych odpadków organicznych, wysypisk śmieci, hodowli bydła i trzody chlewnej czy odpadków zwierzęcych z zakładów mięsnych. Tym bardziej, że obecnie (stan na rok 2022) rządy części krajów mocno zaczynają popierać rozwój małych biogazowni, zlokalizowanych przy dużych gospodarstwach, hodowlach czy masarniach. Powyższe dobrze wpisuje się w idee biogospodarki oraz gospodarki o obiegu zamkniętym – tzn. by paliwa wytwarzane lokalnie były stosowane także lokalnie;
- atrakcyjną – konkurencyjną cenę paliwa gazowego;

- traktowanie paliwa gazowego jako ekologicznego, co może się wiązać z możliwością uzyskania różnorodnych ulg czy/i dotacji;
- możliwość eksploatacji odmian dwupaliwowych – dieslowsko-gazowych, co podnosi pewność przewozów;
- akceptowalne parametry typów gazowych, niewiele gorsze niż tradycyjnych odpowiedników, w tym co do uzyskiwanych maksymalnych mocy i momentów obrotowych;
- duży – większy niż w przypadku typów w pełni elektrycznych – uzyskiwany zasięg na jednym tankowaniu gazu;
- istnienie rynku wtórnego na tabor – możliwość określenia wartości rezydualnej aut gazowych nawet dla okresu kilkuletniego;
- zakładany długi okres deprecjacji fizyczno-eksploatacyjnej – obecnie (stan na rok 2022) – ze względu na bardzo wysokie ceny nowych akumulatorów i ich zaledwie kilkuletni (do 6-8 lat okres życia) – przewiduje się, że modele hybrydowe i w pełni elektryczne będą eksploatowane przez właśnie 6 do maksymalnie 8-10 lat, ze względu na brak ekonomicznego uzasadnienia do założenia nowego modułu baterii czy regeneracji tych dotychczas wykorzystywanych. Tymczasem pojazdy gazowe CNG mogą być eksploatowane nawet przez ponad 10 lat, a koszty późniejszego sprawdzenia instalacji gazowej są na tyle niskie, że nie wpływają negatywnie na podjęcie decyzji o przedłużeniu okresu eksploatacji samochodów tego rodzaju;
- brak problemów z recyklingiem – utylizacją pojazdów gazowych, podczas gdy utylizacja baterii stanowi wciąż wielkie wyzwanie pod względem logistycznym, kosztowym i ekologicznym;
- wzrost liczby stacji/punktów tankowania gazu.

W takiej sytuacji z całą pewnością będzie zachodził powolny wzrost znaczenia modeli elektrycznych, ale powstrzymywany przez:

- ich wysoką cenę nabycia, której na tym etapie nie są w stanie zamortyzować wyraźnie niższe koszty eksploatacji;
- wysokie ceny akumulatorów;
- relatywnie mały zasięg na jednym ładowaniu – ograniczoną pojemność negatywnie wpływającą na realnie uzyskiwany efektywny zasięg;
- wysoką masę akumulatorów, negatywnie rzutującą na ładowność użyteczną, przy zadanej limitowanej dopuszczalnej masie całkowitej;
- brak trzeciego życia dla akumulatorów i na tym etapie problemy z ich skuteczną przemysłową utylizacją;
- brak rynku wtórnego na pojazdy – przynajmniej na tym etapie;
- dość krótki cykl życia akumulatorów i wobec tego samych pojazdów elektrycznych.

Powyższe oczywiście nie wyklucza zakupu pojazdów elektrycznych poza wielkimi i dużymi miastami. Zakupy te w przeważającym stopniu będą jednak miały wymiar niszowy i wyspowy, co oznacza, że na nabycie mogą się zdecydować nie-

liczni odbiorcy. Przykładowo mogą to być właściciele hoteli położonych na terenach atrakcyjnych i cennych przyrodniczo – lesistych, z jeziorami, górzystych, w uzdrowiskach albo w otulinach parków krajobrazowych, którzy:

- w ten sposób chcą podkreślić swoje zaangażowanie proekologiczne, głównie jeśli obsługują bogatą i świadomą ekologicznie klientelę,
- mogą sami długo – np. nocą i częściowo w trakcie dnia – ładować pojazdy z tradycyjnej instalacji 400 V, nie potrzebują więc drogich ładowarek o średniej mocy,
- mogą sami pozyskiwać energię elektryczną z paneli fotowoltaicznych zamocowanych na dachach swoich budynków. Co więcej, na zakup takiej instalacji mogą otrzymać dofinansowanie. Inną opcję stanowią miniwiatraki czy zasilanie z lokalnych minielektroni opartych na biogazie bądź na odpadach drzewnych.

Należy także zwrócić uwagę na jedną z fundamentalnych kwestii od stron popytowej, mentalnościowej oraz użytkowej. Mianowicie pojazd elektryczny będzie zbyt drogi, by wiele podmiotów mogło go wykorzystać w pełni efektywnie. Dlatego – dla zwiększenia stopnia penetracji – wzrostu udziałów rynkowych co do szerokości i głębokości przez warianty elektryczne – dobre propozycje mogą stanowić:

- lokalne współdzielenie eksploatacji z innymi użytkownikami z tej samej branży czy branż mogących równie efektywnie wykorzystywać dany typ pojazdu z danym rodzajem zabudowy;
- wydłużenie czasu pracy, np. na godziny nocne, wieczorne lub poranne. Może się to wiązać z rozszerzeniem czy/i pogłębieniem zakresu świadczonych usług, co może przykładowo polegać na realizowanych w tych porach dowozach dystrybucyjnych do sklepów bądź restauracji. W takich działaniach niezwykle pomocna okaże się cichobieżność odmian w pełni elektrycznych oraz hybrydowych równoległych pracujących w trybie w pełni elektrycznym. Przy takiej cichobieżności mogą one bowiem wykonywać swoje zadania w porach niedostępnych dla pojazdów z tradycyjnymi silnikami spalinowymi, w tym nie tylko zasilanymi paliwami ciekłymi, ale i gazowymi;
- rozpoczęcie świadczenia usług w ramach platform oferujących usługi przewozów towarowych MaaS.

7.5. Czy na tym etapie ekologizacja transportu jest opłacalna ekonomicznie i ekologicznie?

Ekologizacja transportu staje się coraz większą koniecznością. Szczególnie odnosi się to do miast w krajach bogatych, gdzie ten nurt stanowi jedno z kluczowych wyzwań dotyczących dalszego ich funkcjonowania. Taki jest mianowicie główny i poprawny politycznie nurt myślenia, wspierany przez różnego rodzaju organizacje ekologiczne oraz rozlicznych aktywistów. Po prostu dzisiaj wręcz trzeba być ekologicznym, bo inaczej zwyczajnie nie wypada, bo źle to wygląda w oczach/ocenie klientów czy akcjonariuszy. W przypadku transportu na tym etapie proekologizacja

de facto oznacza jego elektryfikację, gdyż gazyfikację w oparciu o gazy zawierające metan, z pominięciem jedynie biogazów, uważa się za wyjście suboptymalne ekologicznie oraz jedynie czasowe. Niemniej w kwestii coraz powszechniejszego dążenia do elektryfikacji transportu, w tym w pierwszym rzędzie w miastach, warto wskazać na coraz liczniejsze i silniejsze argumenty przemawiające przeciwko takiemu rozwiązaniu, dotąd niestety niezwykle skrzętnie pomijane w fachowych opracowaniach, a bardzo ważne pod względami środowiskowym oraz ekonomicznym. Kwestia bynajmniej nie dotyczy źródła surowca do produkcji energii, chociaż to także zalicza się do niezmiernie ważnych. Inne są i będą bowiem koszty ekonomiczne i ekologiczne wytworzenia energii ze źródeł w pełni odnawialnych, jak woda, wiatr czy fale, albo z atomu, a zupełnie inne, gdy, tak jak w Polsce, w przeważającym stopniu dochodzi do produkcji tzw. brudnej energii, bo w głównej mierze bazującej na kopalinach w postaci węgla kamiennego i brunatnego. W rezultacie państwa takie jak Norwegia czy Szwecja, mające szeroki dostęp do relatywnie taniej i czystej energii powstającej ze źródeł odnawialnych, zagadnienie elektryfikacji pojazdów kołowych będą traktowały całkiem inaczej niż kraje takie jak Polska, gdzie energia elektryczna jest i jeszcze przez lata będzie droga i brudna. W tym kontekście trzeba wskazać, że silnik Euro 6 zasilany czystym paliwem tak samo szkodzi w Szwecji bądź Norwegii, jak i w Polsce. Jednak pojazd elektryczny w Szwecji i Norwegii należy do autentycznie czystych ekologicznie środków przewozu ze względu na fakt, że do jego zasilania służy tania i czysta energia. W Polsce tymczasem taka sytuacja nie wystąpi jeszcze bardzo długo.

Niemniej, wbrew pozorom, zasadnicza kwestia w tych rozważaniach dotyczy innego wyzwania, polegającego na przygotowaniu kompletnie nowej oraz kosztownej infrastruktury organizacyjno-technologicznej i operacyjnej, zabezpieczającej stałe dostawy oraz dystrybucję energii elektrycznej. Stanowi to pochodną faktu, że kluczową rolę odgrywa tu rozszerzone spojrzenie na to zagadnienie. W tym kontekście warto zwrócić uwagę na w ogóle nieomawiany wskaźnik oznaczający całkowity wydatek energetyczny, całkowite koszty oraz całkowitą emisję od samego momentu wydobycia surowców niezbędnych do budowy pojazdu elektrycznego, stacji zasilania, linii przesyłowych oraz dostaw energii do chwili faktycznej utylizacji – recyklingu tego pojazdu elektrycznego, tzn. momentu, gdy fizycznie przestanie on istnieć.

W przypadku wariantów elektrycznych z akumulatorami, ze względu na wysokie koszty baterii, będą one eksploatowane przez 6-7, maksymalnie 10 lat. I po tym czasie zapewne zostaną zełomowane, chyba że będzie się dokonywało, jeśli zaistnieje taka potrzeba i sposobność, ich konwersji na odmiany spalinowe. Tym bardziej, że w układzie konstrukcyjnym wiele aktualnie (stan na rok 2022) dostępnych modeli elektrycznych stanowi zelektryfikowane wydania wariantów tradycyjnych. W takich realiach bez wątpienia za jakiś czas znajdą się chętni, którzy będą chcieli za bezcen odkupić takie już w pełni zamortyzowane wydania w pełni elektryczne, tylko po to, by je przerobić na spalinowe. Szczególnie, że poza samymi bateriami nie będą one

zbytńo zdeprecjonowane fizycznie. Dlatego właśnie producenci aut elektrycznych nie bardzo chcą je sprzedawać, a wolą wynajmować albo leasingować w ramach leasingu fabrycznego, by w pełni kontrolować cały cykl życia tego taboru, w tym drugie i trzecie życie. Nie chcą sobie bowiem stwarzać nowej konkurencji w przyszłości. Jest to o tyle istotne, że spalinowe odpowiedniki z powodzeniem mogą być nadal użytkowane przez 10 (typy gazowe) do nawet 15 lat. Powyższe oznacza, iż w ciągu 30 lat do recyklingu zostaną skierowane 3-4 egzemplarze elektryczne, 2,5-3 gazowe i jedynie 2-2,5 tradycyjne z jednostką benzynową bądź wysokoprężną. Bezwzględnie kluczowe w takiej sytuacji staje się zatem policzenie dodatkowych:

- kosztów, emisji substancji szkodliwych, zasobów ludzkich i sprzętowych oraz terenów niezbędnych do recyklingu większej liczby aut elektrycznych – większej nawet o ponad 100%, pomijając wszelkie dodatkowe analogiczne, jak ziemia, praca, kapitał, koszty związane z recyklingiem specyficznych akumulatorów;
- zasobów, kosztów i emisji związanych z przewozem surowców i odpadów;
- kosztów produkcji, zasobów, w tym energii, niemałej emisji substancji szkodliwych związanych z produkcją blach/stali, gum, tworzyw, kabli i układów elektrycznych czy szkła, koniecznych do budowy nowych pojazdów;
- kosztów i emisji wynikających z koniecznych przy zaopatrzeniu, produkcji i dystrybucji operacji transportowych, dzisiaj realnie dokonywanych w ramach silnie zdezagregowanych lokalizacyjnie, nawet pomiędzy kilka krajów na różnych kontynentach, systemów wytwórczych.

Te koszty oraz emisje mogą być wielokrotnie wyższe niż zanotowana w całym analizowanym okresie sumaryczna emisja substancji szkodliwych przez wersje gazowe i tradycyjne. Szczególnie, że w ciągu następnych lat w sferze kolejnej redukcji przez nie emisji substancji szkodliwych będzie notowany dalszy postęp – tzn. wersje te będą się stawać jeszcze efektywniejsze i bardziej proekologiczne. Poza tym na wyprodukowanie dwóch aut zawsze potrzeba mniej zasobów i towarzyszyć temu będzie mniej emisji do środowiska niż przy produkcji trzech, niezależnie od typu pojazdu. W rezultacie na tym etapie i nawet w ciągu najbliższych 20-30 lat masowe wprowadzenie wersji elektrycznych wcale nie przyczyni się do redukcji całkowitej emisji substancji szkodliwych, a wręcz tę emisję powiększy. To oznacza, że większe będą koszty i emisje związane z etapami produkcji, eksploatacji i utylizacji, łącznie z utylizacją baterii dla modeli elektrycznych, dla 3-4 aut elektrycznych niż dla 2-2,5 tradycyjnych odpowiedników.

Może się więc okazać, że te dodatkowe, nieuwzględniane obecnie (wręcz można zapytać, czy celowo?) koszty spowodują, że jeszcze przez lata czy dekady wprowadzenie odmian w pełni elektrycznych będzie kompletnie biznesowo i ekologicznie niewskazane/nieopłacalne. Co więcej, w tej sytuacji równoległa walka nie powinna się wcale toczyć jedynie o spadek kosztów produkcji i zwiększenie pojemności akumulatorów – chociaż przy ich zadanej masie i koszcie jednostki zgromadzonej energii są to i nadal będą jedne z kluczowych czynników dalszego postępu w sferze elektryfikacji transportu, ale o to, by te akumulatory maksymalnie wytrzymały nie 5-7 lat

i 10 lat po regeneracji, lecz co najmniej 12-15 lat! Wówczas bowiem warianty w pełni elektryczne zaczną być utylizowane po 10-12 czy nawet 15 latach, z wymierną korzyścią dla społeczeństw, biznesu i przyrody. Czyli dopiero wtedy staną się faktycznie, a nie jedynie politycznie poprawnie i propagandowo bardziej proekologiczne. Innymi słowy, na tym etapie swojego rozwoju pojazdy elektryczne, by mogły zacząć stanowić realną naturalną alternatywę wobec tradycyjnych odpowiedników, muszą zacząć otrzymywać akumulatory, jako najbardziej krytyczny element w rozpatrywaniu uzasadnienia komercjalizacji elektryfikacji transportu drogowego, które w porównaniu z akumulatorami teraz (stan na rok 2022) stosowanymi będą:

- nominalnie co najmniej o 90% tańsze – bezwzględnie oraz w przeliczeniu na kWh,
- cechować się pojemnością 4-, 5-krotnie większą na 1 kg masy własnej,
- docelowo wyróżniać się masą analogiczną do masy pełnego zbiornika paliwa w porównywalnych warunkach zabezpieczającego analogiczny zasięg klasycznego pojazdu,
- nadawać się do utylizacji taniej, łatwej, szybkiej i mało szkodzącej środowisku – utylizacja ta musi być tak samo zasobochłonna, jak utylizacja zwykłych pojazdów ze spalinowymi jednostkami napędowymi,
- dawać się w pełni naładować w czasie zbliżonym do czasu tankowania pojazdu tradycyjnego o analogicznym zasięgu,
- charakteryzować się tzw. pierwszym cyklem życia o długości 12-15 lat,
- dawać się łatwo wymieniać między pojazdami, tak samo jak zwykłe akumulatory, a nie będą optymalizowane do montażu w konkretnych miejscach w konkretnych typach środków przewozu,
- nie stwarzać dodatkowych zagrożeń w czasie akcji ratowniczo-gaśniczych i po ich przeprowadzeniu, takich jak możliwość ponownego samozapłonu czy porażenia prądem.

Tym samym prawdziwym wyzwaniem nie jest produkcja modeli elektrycznych, lecz ich zbyt wczesna utylizacja oraz kwestie dotyczące baterii i infrastruktury do ładowania czy przygotowania kompletnie nowych koncepcji wykorzystania zelektryfikowanego taboru – nowych modeli biznesowych, w tym modeli działania/zapopatrywania, zmian w ludzkiej mentalności i przebudowy samych miast w kierunku ośrodków przekształcających całkowicie od nowa, chociaż stopniowo, dostępną przestrzeń do życia, pracy, odpoczynku, mieszkania i przemieszczania.

Oczywiście na tę chwilę elektryczne rozwiązania akumulatorowe są pierwszą i jak dotąd jedyną nadającą się rzeczywiście do wprowadzenia technologią bezemisyjną przeznaczoną do kołowych pojazdów użytkowych i w szerokim zakresie trafiającą na rynek¹⁸. Jednocześnie coraz częściej zaczyna się mówić o technologiach wodorowych. Na tym etapie ich wdrożeniu towarzyszy też szereg istotnych

¹⁸ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scania-commitment-to-battery-electric-vehicles.html>

wątpliwości i wyzwań powiązanych z zagrożeniami. Przede wszystkim, pomijając promocyjne wzniołe hasła, zwraca się uwagę, że w przyszłości wykorzystanie wodoru do takich zastosowań będzie ograniczone, gdyż do napędzania wodorowego samochodu ciężarowego potrzeba trzy razy więcej energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w porównaniu z pojazdem elektrycznym z akumulatorem. Dużo energii jest bowiem tracone podczas produkcji i dystrybucji wodoru oraz jego konwersji z powrotem na energię elektryczną. Należy również rozważyć naprawę i konserwację. Koszt modelu zasilanego wodorem będzie więc wyższy niż elektrycznego odpowiednika z zasilaniem akumulatorowym, ponieważ jego systemy są bardziej złożone, jak np. rozbudowany układ zbiorników oraz układ chłodzenia. Ponadto wodor jest gazem lotnym, wymagającym większej obsługi oraz uwagi, aby można było zapewnić bezpieczeństwo podczas jego stosowania. Ta kwestia dotyczy bezpieczeństwa rozpatrywanego w wielu wymiarach, dotyczącego m.in.:

- produkcji,
- dystrybucji, w tym przewozów z miejsc wytwarzania do miejsc przeznaczenia z możliwymi miejscami przeładunku,
- sprzedaży detalicznej, w tym co do lokalizacji oraz innych możliwych zabezpieczeń wodorowych stacji tankowania, ze względu bowiem na wybuchowość wodoru stacje takie zapewne będą musiały być chronione w dodatkowy sposób oraz zabezpieczone przed atakami terrorystycznymi,
- przechowywania wodoru jako paliwa w zbiornikach pojazdu.

Jednocześnie wodor stanowi obiecujący nośnik energii oraz stwarza możliwość magazynowania energii przez długie cykle. Jeśli zatem będzie pozyskiwany w sposób relatywnie tani i przyjazny dla środowiska, zacznie odgrywać istotną rolę w dekarbonizacji. W związku z tym ogniwa paliwowe, w tym stacjonarne do zastosowań typowo przemysłowych, mogą się okazać ważnym elementem elektrycznego układu ładowania. To rozwiązanie jest szczególnie obiecujące na obszarach z dużą ilością energii odnawialnej oraz na terenach wiejskich poza główną siecią elektroenergetyczną. Kwestia dotyczy zatem tego, aby robić to, co najlepsze, zarówno dla całej ekonomii operacyjnej klientów, jak i dla środowiska, co oznacza przysłowiowe niezamykanie drzwi przed żadnymi możliwościami. Niemniej obecnie (stan na rok 2022) następuje koncentracja na połączeniu paliw odnawialnych i pojazdów elektrycznych na baterie zarówno w perspektywie tu i teraz, jak i w perspektywie krótkoterminowej, co widać w wielu segmentach związanych z typowym transportem w miastach.

Podsumowując, należy zatem stwierdzić, że współcześnie stosowane technologie elektryfikacji transportu, w tym w miastach, nie są takie tanie i ekologiczne, jak się to próbuje powszechnie przedstawiać. Wskutek wysokich kosztów implementacji wytwórcy pojazdów elektrycznych wprost dzisiaj zaznaczają, że bez wydatnej pomocy państwa elektryfikacja nie ma większych szans na naturalne – tzn. bez żadnych dotacji i subwencji oraz bez innych elementów wspomagających – powodzenie.

8.1. Co mogą zmienić kryzys i pandemia w kwestii planowania miast i miejskiej przestrzeni – casus pojazdów elektrycznych i niskoemisyjnych

Dla wytwórców pojazdów użytkowych nasilająca się urbanizacja stanowi wyzwanie w odniesieniu szczególnie do segmentów komunalnego, miejskiej dystrybucji, w tym przewozów pocztowych i kurierskich, oraz przewozów pasażerskich. Osobną kwestię stanowią dostawy materiałów budowlanych w miastach oraz ogólnie obsługa miejskich budów. Kluczowa staje się tu bowiem konieczność bezwzględного pogodzenia wielu działań związanych z bezpieczną i efektywną zasobowo mobilnością oraz poprawą stanu środowiska i jakości życia w ośrodkach miejskich. Tym bardziej, że nowoczesny transport coraz częściej oznacza transport zrównoważony, a ten z kolei ściśle wiąże się z pojęciami:

- zrównoważonej mobilności,
- zrównoważonego miasta,
- zrównoważonych decyzji.

Zrównoważony transport to transport płynny i zbalansowany – zoptymalizowany przestrzennie, społecznie, ekonomicznie i ekologicznie, zaspokajający potrzeby w zakresie przemieszczania po jak najniższym koszcie (względny bądź bezwzględny):

- społecznym,
- ekonomicznym,
- ekologicznym
- i ogółu użytych zasobów.

Taki zbalansowany, ekologiczny transport wpływa na poprawę jakości życia dzięki eliminacji zanieczyszczeń powietrza i hałasu, redukcji kosztów swojego wykonania oraz ograniczaniu przestrzeni, jakiej potrzebuje na swoją realizację (na realizację przemieszczania). Z takiej perspektywy zrównoważona mobilność oznacza każdą formę przemieszczania się, odbywającego się w sposób optymalny pod względem mobilności – jak najszybciej oraz przy jak najniższych kosztach, wydatku energetycznym i negatywnym oddziaływaniu na przyrodę oraz jak najmniejszej zajmowanej powierzchni. W związku z tym zrównoważona mobilność wiąże się dzisiaj z mobilnością zbalansowaną czasowo, energetycznie, przestrzennie, ekonomicznie i ekologicznie. Trwa mianowicie tworzenie nowych koncepcji życia społeczeństw w odniesieniu do kultury, przemysłu, standardów życia i natury, a ważną rolę w tym

odegra właśnie zrównoważona mobilność. W ramach tej zrównoważonej mobilności da się wydzielić e-mobilność – elektromobilność. Opisuje ona ogólnie geograficzną mobilność ludzi i ładunków w przestrzeni za pomocą napędów elektrycznych. Uważa się ją za centralny element zrównoważonego i przyjaznego dla klimatu systemu transportu opartego na odnawialnych źródłach energii. W tym celu są oferowane kompleksowe rozwiązania w zakresie e-mobilności, gdyż tylko w ten sposób można się przyczynić do zrównoważonego rozwoju mobilności i wdrażania mobilności zrównoważonej i podtrzymywalnej (*sustainable mobility*)¹.

Na tej podstawie da się stwierdzić, że określenie „zrównoważone miasto” to parafraza definicji zrównoważonego rozwoju, zakładając, że potrzeby mieszkańców miasta zrównoważonego muszą być zaspokajane bez umniejszania szans przyszłych jego mieszkańców na ich zaspokojenie przynajmniej na tym samym poziomie, na jakim zaspokajają je obecne pokolenia. Zgodnie ze standardami wypracowanymi przez ONZ oraz Unię Europejską miasta powinny być więc projektowane w sposób do minimum ograniczający ich negatywne oddziaływanie na środowisko, z szacunkiem dla lokalnej społeczności, dziedzictwa kulturowego oraz przy uwzględnieniu rachunku ekonomicznego. Dlatego, używając języka ekonomii, można stwierdzić, że zgodnie z ideą zrównoważonego rozwoju społeczeństwo powinno żyć, uwzględniając rachunek ciągniony kosztów swoich decyzji, czyli nie obciążać sobą przyszłych pokoleń. Tym samym zrównoważony rozwój oznacza, że wzrost gospodarczy prowadzi do zwiększania spójności społecznej (w tym m.in. zmniejszania rozwarstwienia społecznego, wyrównywania szans, przeciwdziałania marginalizacji i dyskryminacji) oraz podnoszenia jakości środowiska naturalnego, m.in. poprzez ograniczanie szkodliwego wpływu produkcji i konsumpcji na stan środowiska oraz ochronę zasobów przyrodniczych. Niemniej musi też istnieć gotowość do ponoszenia przez społeczeństwo pewnych kosztów.

Przechodząc teraz na poziom czysto operacyjny, należy stwierdzić, że do wdrożenia zasad zrównoważonej mobilności w zrównoważonym mieście przy pomocy zrównoważonych decyzji wymagana jest współpraca pomiędzy władzami, wyższymi uczelniami i firmami oraz – w szerszym ujęciu – społeczeństwem świadomym co do zrównoważenia, czyli w jak największej liczbie przypadków podejmującym decyzje nie egoistyczne, lecz zbalansowane dla zbiorowości.

W odniesieniu do ruchu towarowego za główne wyzwania łączące się z tą coraz silniejszą urbanizacją uznaje się²:

- wzrost złożoności w miejskiej logistyce,
- radzenie sobie ze wzrastającym wolumenem przemieszczanych ładunków w obszarach metropolitalnych, co w pierwszym rzędzie dotyczy segmentu KEP/CEP (*courier, express, parcel* – kurier, ekspres, paczka),

¹ Scania, materiały wewnętrzne na temat mobilności, 2020.

² G. Schulze-Isfort, *Going digital within global trends – vision of a trailer manufacturer*, https://archiv2018.iaa.de/fileadmin/user_upload/2018/pws/12_IAA_2018_Gero_Schulze_Isfort_EN.pdf, Forum VDA, prezentacja, Frankfurt nad Menem, 11 lipca 2018.

- wzrost ograniczeń w zakresie poruszania się w centrach miast przez pojazdy z silnikami spalinowymi. W skrajnych przypadkach warianty te są objęte całkowitym zakazem wjazdu do wybranych stref, dochodzą do tego jeszcze strefy i godziny ciszy – tzn. maksymalnie cichego poruszania się w wybranych strefach w określonych godzinach bądź nawet przez cały dzień.

Wprowadzanie stref zakazanych dla wersji z silnikami spalinowymi, przede wszystkim wysokoprężnymi, oraz stref ciszy powoduje, że w sferze realizowanych w nich dostaw następuje przesunięcie w kierunku wzrostu znaczenia:

- elektrycznych rowerów,
- City Hub Solution, czyli subhubów przeładunkowych, w ramach tzw. logistyki ostatniego metra wchodzącej w skład logistyki ostatniej mili, służących rozdystrybucowaniu przesyłek jedynie na pewnym ograniczonym obszarze, np. wyłącznie w danej dzielnicy,
- przyjaznych dla środowiska i opartych na masowości rozwiązań *blockchains* – łańcuchów bloków, gdzie występuje rozproszona baza danych, utrzymująca rejestr uporządkowanych rekordów, których liczba stale rośnie,
- samochodów ciężarowych i aut dostawczych dla segmentu KEP z alternatywnymi zespołami napędowymi i/czy na paliwa alternatywne; coraz powszechniejsze staje się bowiem użycie typów w pełni elektrycznych, hybrydowych oraz ze spalinowymi jednostkami napędowymi, ale zasilanymi wodorem albo gazem w postaci sprężonej (CNG) lub skroplonej (LPG);
- cyfryzacji i harmonizacji łańcuchów dostaw w celu maksymalnie efektywnego wykorzystania wszelkich spożytkowanych w nich zasobów.

Wskutek tego same koncepcje logistyki³ w miejskim ruchu – tzw. miejskim ruchu logistycznym (*urban logistic traffic*), jakie są obecnie (stan na rok 2022) stosowane przez wszystkie zainteresowane strony, nieuchronnie muszą być wspólnie dogłębnie przemyślane, a potem holistycznie wdrożone w praktyce. Powyższe stanowi właśnie największe wyzwanie dla towarowego ruchu dostawczego w miastach oraz miejskiej logistyki przyszłości. Niemniej ta zmiana paradygmatu – modelu stwarza też ogromne możliwości do dalszej poprawy warunków życia w miastach. Jednocześnie, z punktu widzenia samych producentów pojazdów, jeśli kwestia odnosi się do operowania na drogach wewnątrzmijskich, głównie z cięższymi ładunkami, nadal nie istnieje w pełni sensowna alternatywa dla lekkich użytkowych aut dostawczych. Wciąż mianowicie tworzą one logistyczny szkielet dla pracującego w miastach społeczeństwa. Dzięki swojej elastyczności użycia, wskutek m.in. zwartych wymiarów i niskiej masy, mogą wjechać praktycznie wszędzie. W efekcie odpowiadają za zabezpieczenie mobilności wielu małych i średnich przedsiębiorstw, podobnie jak stanowią większość parku flotowego władz lokalnych, lokalnych podmiotów komunalnych, dostawców energii i wciąż, pomimo w pewnym zakre-

³ H-J. Löw, *The paradigm shift in urban goods and services traffic*, archiv.iaa.de/2016/en/press-room/pws, Forum VDA, Frankfurt nad Menem, 23 czerwca 2016.

sie rosnącej konkurencji ze strony rowerów, w tym wspomaganych elektrycznie, przedstawicieli sektora pocztowego oraz kurierskiego. W ten sposób stają się niezbędnym składnikiem życia biznesowego, przeważnie właśnie na obszarach miejskich, wnosząc do niego znaczną wartość dodaną – niezbędny wkład. Przy tym podstawowe wyzwanie dla nich na dzisiaj stanowi to, by wykonać przewóz ludzi i ładunków maksymalnie efektywnie w układach czasowym, organizacyjnym i kosztowym, w tym by dostarczyć dobra bezpośrednio do ostatecznego odbiorcy na czas, a w dodatku przewozić robotników i materiały na budowy, ułatwić niezawodne świadczenie usług oraz umożliwić skuteczne wykonywanie zadań przez rzemiosło – wspierać tym samym skuteczny rozwój rzemiosła. Zarazem w przyszłości bezwzględnie konieczne stanie się organizowanie przemieszczania w miastach ludzi i ładunków w zdecydowanie efektywniejszy sposób niż współcześnie. Wynika to z tego, że trudno znaleźć dzisiaj jakiegokolwiek większe miasto, a tym bardziej metropolię, gdzie da się dostać z punktu A do punktu B bez żadnych większych opóźnień, czego przyczynę zazwyczaj stanowią nieodpowiednie wdrożone koncepcje organizacji samego ruchu ulicznego, przekładające się na brak jego płynności. Powyższe w dużym stopniu odnosi się także do ulicznego ruchu dystrybucyjnego oraz samych dostaw ostatniej mili. W tym drugim przypadku nie raz zdarza się, że tego samego dnia, lecz o różnych porach samochody czterech czy nawet pięciu przedstawicieli segmentu CEP przyjeżdżają nie tylko na tę samą ulicę, ale wręcz do tego samego domu czy do tego samego odbiorcy. W rezultacie dochodzi do niepotrzebnego wzrostu ogólnych kosztów, zatłoczenia, emisji spalin i tym samym substancji szkodliwych oraz zbędnego i nieefektywnego spożycia dostępnych zasobów ludzkich i rzeczowych. A wystarczyłoby jedynie wdrożyć lokalny subhub przeładunkowo-rozdzielczy, komasujący przesyłki od wszystkich operatorów i następnie odpowiadający za ich przekazanie na zdecydowanie mniejszym obszarze, do znacznie niższej liczby odbiorców, co zresztą pozwala na bardziej zindywidualizowane ustalanie z każdym z nich konkretnych godzin przekazania, tak by uniknąć zbędnego ponownego dojeżdżania i dostarczania. Inną ciekawą opcję stanowią blokowe automaty paczkowe zarządzane przez zewnętrznego operatora agnostycznego.

Dlatego na tym etapie dla samych producentów pojazdów użytkowych kluczowa jawi się kwestia, jak lepiej zorganizować ruch miejski oraz jakie warianty wdrażać, by mimo wszystko nie ograniczać bądź nie zakazywać ruchu tych aut w środowisku miejskim. Skutkiem tego, jako następstwa obecnych megatrendów, takich jak m.in.:

- emisja CO₂, hałasu oraz przepisy dotyczące cząstek stałych,
- cyfryzacja i łączność,
- elektromobilność – elektryczna mobilność oraz niezawodność świadczonych usług,

by jedynie wymienić kilka najważniejszych, operacje realizowane przez pojazdy dystrybucyjne na drogach miejskich znajdują się w obliczu poważnych zakłóceń.

Obecnie zatem (stan na rok 2022) przyjmuje się, że przyszła mobilność w miastach, w tym mobilność dzisiaj definiowana jako mobilność miejska, ze względu na konieczność silnej ekologizacji i proekologizacji będzie się musiała opierać na czystej energii elektrycznej, niepowstającej w oparciu o kopaliny, oraz na technologiach wodorowych. Niezaprzeczalnie więc elektryfikacja transportu w miastach jest i będzie zjawiskiem dość trwałym, szczególnie w krajach wysoko rozwiniętych, ze społeczeństwami wyczulonymi na punkcie stanu i ochrony przyrody oraz gotowymi ponieść dodatkowe koszty z tym związane. W związku z tym warto aktualnie rozważyć, jakie nowe możliwości się pojawiają, gdy system transportu towarowego i publicznego w mieście w coraz większym stopniu stanie się zelektryfikowany, wskutek czego miasta, a przynajmniej ich części, będą wolne od hałasu i emisji spalin. Ta kwestia nurtuje głównie osoby badające wpływ elektryfikacji i korzyści z tego wynikłych dla środowiska miejskiego. Koncentrując się na hałasie, środowisku, bezpieczeństwie, technologii, zachowaniach i zrównoważonym rozwoju, można zatem wdrażać coraz ciekawsze i bardziej zaawansowane projekty dla miast, ich mieszkańców oraz dla ich dobra. Występująca pandemia i spowodowany nią kryzys wiązały się z wyraźnymi niedogodnościami i problemami dla pewnych rodzajów działalności gospodarczej. Oczywiście sam kryzys kiedyś minie, a pandemia zostanie przezwyciężona. Niemniej warto się zastanowić, czy zmiany przez nie wywołane, np. w handlu – w pierwszym rzędzie w dużych, wielkomiejskich galeriach – i gastronomii nie przełożą się na konieczne zmiany we wdrażanych w tych segmentach modelach biznesowych? I czy w związku z tym elektryfikacja miejskiego transportu towarowego nie będzie stanowiła remedium na wybrane problemy dotyczące sprzedających odzież albo posiłki oraz nie będzie stwarzała możliwości nowych sposobów dostawy i budowy nowych relacji z klientami? Innymi słowy, należy rozważyć, czy elektryfikacja transportu nie pozwoli na wdrożenie takich przekształceń, które w pewnym zakresie uczynią wybrane działy i segmenty handlu oraz gastronomii bardziej odpornymi na przyszłe zjawiska o podobnie negatywnym charakterze.

Wpływ na ogólnie pojęte środowisko miejskie, głównie wielkomiejskie, obecnych zmian spowodowanych postępowaniem technologicznym, przeobrażeniami organizacyjnymi i społecznymi oraz oddziaływaniem wcześniej nieprzewidzianych negatywnych czynników, takich jak pandemia i wywołany nią kryzys, nie jest jeszcze do końca znany. Mimo to można spróbować wyznaczyć podstawowe determinanty wpływające na kształtowanie się miast w przyszłości i powstanie tzw. miast przyszłości. Miasta te zapewne będą dążyły do tego, aby:

- być cichymi;
- być nisko- i zeroemisyjnymi;
- cenić wolną przestrzeń i brak zatłoczenia;
- być niskoodpadowymi – produkującymi relatywnie mniej odpadów – zmierzającymi w kierunku bycia organizmami w wysokim stopniu o obiegu zamkniętym, przy zachowaniu jednak realności i opłacalności ekonomicznej w tej sferze. W idealnym układzie miasto większość odpadów zagospodarowuje, a z tych

nienadających się już do ponownego sensownego spożytkowania produkuje na miejscu energię;

- być naznaczonymi przez możliwą zmianę zachowań i – w tym kontekście – preferencji zakupowych;
- cenić wolną przestrzeń przy jednoczesnych ograniczeniach co do swoich rozmiarów;
- stawiać na nowoczesną i zrównoważoną mobilność – pod względem przemieszczania zrównoważoną społecznie, przestrzennie, ekonomicznie i ekologicznie;
- szanować czas swoich mieszkańców i odwiedzających, tak by tego czasu – dobra wybitnie rzadkiego i niemożliwego do odzyskania – niepotrzebnie nie tracić zbyt wiele wskutek złych rozwiązań architektonicznych czy/i organizacyjnych w wielu sferach, w tym w komunikacji zbiorowej. Ponieważ oczywiście powyższe nie zawsze do końca jest i będzie możliwe, rola miast w stopniu zdecydowanie większym niż obecnie (stan na rok 2022) znacznie polegać na pomocy w efektywnym wykorzystaniu czasu w miejscach i sytuacjach, w których dotychczas nie zawsze było to w pełni realne. Co więcej, kwestia dotyczy kreowania w ogólnodostępnej przestrzeni miejskiej warunków do lepszego samopoczucia i spożytkowania dostępnego czasu jako czynników przekładających się na kreację i wzrost społecznie odczuwanych elementów, synergicznie tworzących dodatkową życiową wartość dodaną – dodatkowy zysk społeczny;
- szanować dostępną wolną przestrzeń i umieć ją spożytkować w sposób zrównoważony życiowo – zbalansowany pomiędzy potrzebami z jednej strony społecznymi, z drugiej ekonomicznymi, z trzeciej ekologicznymi;
- być ukierunkowanymi na poważne zmiany architektoniczne. Kwestia dotyczy wpływu, jaki mogą mieć szczególnie zelektryfikowane systemy transportu w mieście na konieczne przeobrażenia w sferze planowania urbanistycznego. Przekształcenia te będą lub mogą:
 - być podyktowane przez zmiany modeli i nawyków co do ogólnie pojętej mobilności miejskiej;
 - stanowić następstwo stawiania na proekologiczność, objawiającą się poprzez systematyczny wzrost znaczenia zazieleniania jako procesu polegającego nie tyle na zwiększaniu liczby samych zwartych większych powierzchniowo terenów zielonych w postaci parków czy zadrzewionych trawników między blokami, ile na powstawaniu zielonych mikropunktów w postaci dachów, ścian czy wręcz mikroobiektów z roślinnością, jak pojedyncze budowle stałe i czasowo zazielenione wewnątrz i na zewnątrz.

Do tego mogą dojść zmiany architektoniczne, naznaczone przez swoje „uciekanie” od dużych skupisk i wielkich budowli, jak galerie handlowe. Te ostatnie zapewne będą musiały przeorganizować zasady swojego funkcjonowania i sam sposób organizacji oraz kształt, w tym rozwiązania architektoniczne, układ, wielkość i rozmieszczenie sklepów. Następować może odejście od wewnętrznych alei na rzecz wewnętrznych ulic ze swobodnym dostępem, a wejście do sklepów stanie się

możliwe z wielu stron, w tym od zewnątrz. W rezultacie galerie mogą się stać nie tyle skupiskiem sklepów pod jednym dachem, ile galeriowym jarmarkiem, targowiskiem – miejscem, w którym znajduje się wiele sklepów. Tym samym dojdzie do przekształcania się galerii w ulice czy ciągi sklepowe skupione w jednym miejscu.

Powyższe z całą pewnością wpłynie na szeroko pojętą mobilność jutra, m.in. tworzone w takiej rzeczywistości i w takich warunkach łańcuchy logistyczne oraz systemy transportowe, w tym systemy transportu ładunków. W tej sferze można wskazać na wzrost znaczenia wdrażania idei MaaS oraz nisko- i zeroemisyjnych środków transportu. W tym drugim przypadku jako najważniejsze trendy należy wskazać:

- wzrost znaczenia odmian gazowych uważanych za proekologiczne i niskoemisyjne i na tej podstawie aprobowanych do swobodnego wjazdu do centrów miast oraz wykonywania zadań w godzinach porannych, wieczornych czy nawet w nocy. Niemniej odmiany gazowe będą stanowiły jedynie etap przejściowy, przewidziany na 5-10 lat. Obecnie (stan na rok 2022) za ich wdrażaniem, poza uznaniem ich za bardziej proekologiczne, przemawiają:
 - niewiele, bo, przeciętnie o 15%, wyższa cena zakupu niż porównywalnych wersji benzynowych czy wysokoprężnych,
 - atrakcyjna cena paliwa, także przy uwzględnieniu wielkości spalania,
 - akceptowalne parametry co do mocy i momentu obrotowego silników oraz uzyskiwanego zasięgu, niewiele gorsze niż parametry tradycyjnych odpowiedników,
 - wzrost liczby stacji/punktów tankowania,
 - brak problemów z recyklingiem,
 - rozwiązanie problemu tzw. drugiego życia – istnienie rynku wtórnego;
- powolny wzrost znaczenia modeli elektrycznych, ale powstrzymywany przez:
 - ich wysoką cenę nabycia, której na tym etapie nie są w stanie zamortyzować niższe koszty eksploatacji,
 - wysokie ceny akumulatorów,
 - relatywnie mały zasięg na jednym ładowaniu,
 - wysoką masę akumulatorów, negatywnie rzutującą na ładowność użyteczną, przy zadanej limitowanej dopuszczalnej masie całkowitej,
 - brak trzeciego życia dla akumulatorów i na tym etapie problemy z ich skuteczną przemysłową utylizacją,
 - brak rynku wtórnego na te pojazdy – przynajmniej na tym etapie.

Jako kluczowe czynniki stymulujące i kształtujące (tzw. drivery) przewidywane zmiany należy wskazać:

- zmiany przyzwyczajzeń konsumenckich, w tym:
 - zmianę podejścia do zakupów dokonywanych w dużych skupiskach. Jeśli takie zmiany zajdą, mogą się przejawiać poprzez odchodzenie od tradycyjnych galerii i centrów handlowych – czyli tworów silnie skupionych pod jednym dachem – na rzecz punktów sprzedaży dalej skupionych na jednym

obszarze, ale bardziej rozproszonych, z indywidualnymi, oddzielnymi wejściami, oraz położonych przy szerszych alejkach przejściowych, po których swobodnie mogą się poruszać lekkie nisko- czy zeroemisyjne auta dostawcze i mikrobusy o pojemności do 20-30 pasażerów. Dzięki temu swoistemu „wydzieleniu” takie sklepy mogą zatem zacząć funkcjonować *de facto* samodzielnie, nawet gdy z różnych względów pozostała część parku handlowego będzie zamknięta;

- powiązane z punktem poprzednim – przekształcanie się galerii, pasaży i centrów handlowych we wspomniane parki – tzw. miasteczka handlowe – miasteczkowe galerie handlowe, z (para)ulicami handlowymi. Te miasteczka wyróżniać będą większe rozproszenie poszczególnych punktów sprzedaży towarów i świadczenia usług, szersze aleje – uliczki wewnętrzne, swobodny dostęp do każdego punktu z zewnątrz, bez konieczności wchodzenia do zamkniętego budynku centrum. Może i zapewne będzie się to wiązać z przebudową centrów – tworzeniem większej przestrzeni wewnętrznej, by dawać klientowi poczucie większej swobody. Oczywiście taka przebudowa może się okazać droga, lecz w sytuacji odpływu klientów z galerii mogą być one zmuszone nie tylko do kompletnego przekształcania swojego dotychczasowego modelu biznesowego, ale wręcz do tworzenia – kreowania nowych form i sposobów dotarcia do klientów i ich zatrzymania;
- dalszy wzrost znaczenia e-handlu;
- wzrost znaczenia handlu hybrydowego (*hybrid trade*), łączącego cechy handlu tradycyjnego i internetowego – tzn. e-konsumenci zaczną jeszcze silniej niż obecnie wybierać sklepy *online* znanych marek – sieci handlowych uznanych na rynku tradycyjnym, których produkty sobie cenią i którym generalnie ufają. Oznacza to, że towar obejrzany w sklepie tradycyjnym może być zamówiony w sklepie internetowym danego podmiotu i następnie odebrany w jego sklepie stacjonarnym bądź dostarczony do konsumenta bezpośrednio do domu (opcja darmowej dostawy, gdy wartość zamówienia przekroczy określoną kwotę). Może to prowadzić do sytuacji, że duże salony stacjonarne staną się powierzchniami ekspozycyjno-wydającymi. To oznacza, że klienci będą w nich oglądać, oceniać, w przypadku odzieży – przymierzać wybrane przez siebie produkty, które następnie będą zamawiać w dedykowanym sklepie internetowym danej firmy. Jeśli odbiór tych zakupów ma się odbywać w sklepach stacjonarnych, powstaną w nich specjalne zautomatyzowane miejsca wydawania przesyłek ze sklepu internetowego, analogiczne do paczkomatów. Co więcej, jeśli wybrany przez klienta towar znajduje się w danym sklepie, to nie jest on zamawiany z centralnego magazynu danej sieci, lecz przygotowywany i pakowany już w tym samym sklepie. Jeśli zakup zostanie dokonany w godzinach porannych, istnieje możliwość odbioru jeszcze tego samego dnia po południu. Przy tym, poza krótszym czasem w tej sytuacji, klient nie zauważy żadnej różnicy pomiędzy dostawą przygotowaną w danym sklepie a przesłaną z centralnego magazynu danej sieci;

- wzrost wymagań w sferze poprawy w przestrzeni miejskiej jakości mieszkania wskutek redukcji zanieczyszczeń, wibracji i hałasu;
- częściowo powiązaną z punktem poprzednim chęć zwiększania liczby i powierzchni terenów zielonych. Takie zazielenienie może dotyczyć obiektów i powierzchni dotąd niespotykanych bądź rzadko spotykanych, jak zamknięte budynkowe przystanki i centra przesiadkowe albo ściany i dachy obiektów mieszkalnych, biurowych, handlowo-usługowych i przemysłowych.

Do obsługi takich miasteczek będzie potrzebny tabor nisko-, a przede wszystkim właśnie zeroemisyjny, czyli nawet nie gazowy, lecz głównie elektryczny – w pełni elektryczny bądź hybrydowy w trybie jazdy w pełni elektrycznej. Ponieważ wewnętrzne alejki – ulice sklepowe będą szersze i przez to łatwiej dostępne, będzie się on mógł w nich swobodniej poruszać. Powyższe zdecydowanie przyspieszy, potani i ułatwi dostawy. Będą one bowiem mogły być realizowane bezpośrednio czy niemal bezpośrednio do sklepów, a nie na oddalone parkingi dostawcze, z koniecznością rozładunku, dojazdu z ładunkiem – zabierającego czas i energię – do danego sklepu. Tym samym dostawy zaopatrzenia do sklepów albo restauracji, odbiór odpadów czy wręcz obsługa niektórych budów staną się dozwolone nie tylko w porze nocnej, ale i w ścisłych centrach oraz mogą przebiegać zupełnie inaczej niż dotychczas – samochód będzie mógł wjechać do danego obiektu, a nie stać przed nim. Załadunek i rozładunek staną się wobec tego łatwiejsze i szybsze, a stojące na chodniku auto nie będzie już dalej tamowało przemieszczania się innych użytkowników szlaków komunikacyjnych, gdyż na tym chodniku stać nie będzie. Pojazdy elektryczne pozwolą też na lepsze wykorzystanie infrastruktury, głównie w miastach, poprzez spłaszczenie ruchu oparte na efekcie częściowego i skutecznego przesunięcia go z godziny rannego i popołudniowego szczytu na godziny nocne i poranne, gdy ulice bywają praktycznie puste, a sygnalizacja świetlna działa w trybie ostrzegawczym (sygnał żółty migający). Powyższe wykreuje więc możliwość powstawania nowych metod dostawy, polegających na:

- realizacji dostaw wieczorem, nocą czy o poranku, gdy sklep jest nieczynny;
- realizacji dostaw zbiorczych z użyciem wystandaryzowanych pojemników – opakowań skalających;
- automatycznym procesie przyjęcia przesyłek do magazynu/sklepu, włącznie z ich zdalnym automatycznym przeliczeniem – RFID. W przypadku paczek przeznaczonych do paczkomatu sklepowego istnieje nawet opcja automatycznego włożenia przesyłek – po ich automatycznym wyjęciu z pojemnika skalającego – do indywidualnych przegródek i wysłania automatycznego powiadomienia o tym do klienta, ze spersonalizowanym kodem odbioru. Powyższe będzie oczywiście wymagać wdrożenia jednolitego zintegrowanego systemu kontroli i nadzoru, zawiadującego tym całym procesem;
- możliwości lepszego spożytkowania potencjału przewozowego dzięki systemowi wymiennych nadwozi wielofunkcyjnych, nawet jeśli ładunki przywożone na dany obszar i z niego zabierane są całkiem odmiennych rodzajów.

Tę ostatnią koncepcję wdraża się m.in. w ramach projektu Lindholm Delivery w Göteborgu⁴, gdzie ten sam lekki samochód dostawczy w jedną stronę wykonujący przewozy kurierskie na ostatniej mili, w drodze powrotnej może służyć np. jako śmieciarka. Taka praca z tzw. inteligentnymi rozwiązaniami transportowymi, wdrażanymi tam w Campus Lindholmen, ograniczyła tzw. ciężki transport w okolicy o prawie 80%. W związku z tym ten system będzie rozwijany i rozbudowywany oraz będą przyłączane nowe usługi.

Kiedy w 2008 roku wprowadzono dostawę w Lindholm, pomysł był taki, że ten sam elektryczny minisamochód ciężarowy będzie dostarczać ładunki na ten obszar i zabierać odpady, gdy wyjeżdża. Zamiast jednego auta na każdy jeden transport ładunków, wszystkie dostawy są konsolidowane i dostarczane pojazdami elektrycznymi w okresach o ograniczonym ruchu. W ten sposób liczba przejazdów ciężkimi pojazdami na Campus Lindholmen tygodniowo uległa redukcji z 85 do 10, co obniżyło liczbę kilometrów pokonanych na tym obszarze o 2480 km.

Lindholmen Science Park jest postrzegany jako arena testowa, na której sprawdzane są różne rozwiązania dla przyszłego transportu miejskiego. Planuje się następnie, że inteligentne rozwiązania, działające i przyczyniające się do rozwoju zrównoważonych miast, zostaną rozszerzone na kompletne rozwiązania w zakresie mobilności w kilku obszarach miejskich. Praca Eļvstranden Utveckling nad rozwojem przyjaznego dla klimatu i zrównoważonego transportu stanowi część projektu DenCity, będącego próbą podjęcia wyzwania transportowych w miastach przyszłości. Podstawowym zamysłem pracy w Lindholmen Science Park jest koordynacja jak największej liczby przewozów i opracowanie rozwiązań logistycznych, które mogą być wykorzystywane przez jak największą liczbę różnych operatorów. Następnym krokiem – od lat 2019-2020 – było wyszukanie usługodawców chcących uczestniczyć w tym przedsięwzięciu i tą drogą przyczyniających się do rozwoju pomysłu.

Kolejny ważny element polega na możliwości tworzenia miejskich mikrohubów – subhubów przeładunkowych⁵. Byłyby one w pierwszym rzędzie wykorzystywane przez podmioty z sektora KEP i upraszczałyby, potaniały oraz przyspieszały głównie dostawy realizowane w ramach logistyki tzw. ostatniej mili. W pełni elektryczne auta dostawcze, co więcej, nie tylko kategorii tonażowej lekkiej – do 6000-7500 kg dopuszczalnej masy całkowitej, ale i średniej – do 10 000-12 000 kg dopuszczalnej masy całkowitej, mogłyby mianowicie w miarę swobodnie dojeżdżać do takich mikrohubów – subhubów przeładunkowych, odbierając z nich przesyłki przeznaczone dla ostatecznych odbiorców i zostawiając przesyłki od pierwotnych nadawców. Obsługą takich hubów na średniej mili pomiędzy mikrohubem a centrum logistycznym zajmowałyby się już większe – cięższe samochody – cięższe kategorii masowej średniej, o dopuszczalnej masie całkowitej od 12 000 do 18 000 kg. Mogłyby to być, ze względów ekologicznych i po części przynajmniej ekonomicznych, co najmniej warianty niskoemisyjne – gazowe, a najlepiej zeroemisyjne – w pełni elektryczne.

⁴ <https://closer.lindholmen.se/en/news/join-and-develop-lindholm-delivery>

⁵ <https://blog.locus.sh/microhubs-for-sustainable-urban-freight-logistics/>

Takie subhuby – mikrohuby, dzięki temu, że byłyby obsługiwane przez tabor cichy i nisko- bądź zeroemisyjny, mogłyby być zlokalizowane w podziemiach biurów oraz blisko bloków czy sklepów osiedlowych, w tym dyskontów. Ze względu na cichobieżność ich obsługa logistyczna i transportowa mogłaby być realizowana w godzinach wieczornych i porannych lub wręcz nocnych. Dodatkowo, dla dalszego przyspieszenia, ułatwienia i potanienia wykonywanych operacji, wskazane mogłoby być wdrożenie wymiennych paczkowych pojemników zbiorczych o powierzchni przynajmniej połowy standardowej europalety.

Rozwinięcie i uzupełnienie subhubów – mikrohubów stanowią tzw. miejskie centra konsolidacyjne⁶ (*urban/city freight consolidation centre*). Miejska konsolidacja – konsolidacja w miastach (*urban consolidation*) stanowi klucz do przyjęcia w dzisiejszym społeczeństwie takich rozwiązań w logistyce miejskiej/logistyce w miastach, które będą stanowić odpowiedź w sytuacji, gdy zapotrzebowanie na logistykę transportu towarowego szybko rośnie. W takim układzie to, jak zostanie rozwiązane zapotrzebowanie na przewozy, odgrywa kluczową rolę przy budowie gęstych miast. Przy czym kwestia nawet nie dotyczy tu jedynie samego transportu, lecz raczej czegoś większego i bardziej złożonego, czyli systemu ukierunkowanego na stworzenie zrównoważonego i atrakcyjnego miasta, w którym ludzie chcą mieszkać. W zasadniczej mierze odnosi się to do ekonomicznego, społecznego i ekologicznego rozwiązania m.in. problemu ostatniej mili. Przykładem, jak można usprawnić te dostawy, jest Lindholmsleveransen 2.0, będący częścią projektu DenCity. W tym rozwiązaniu integracyjnym dochodzi do skonsolidowania i dostaw towarów osobom prywatnym, przedsiębiorstwom, akademiom i sektorowi publicznemu, zlokalizowanym w rejonie Lindholmen, czyli obszarze w centrum Göteborga o powierzchni tak dużej, jak małe miasto. Ponieważ test ten wchodzi w skład projektu DenCity, w którym zarówno skrzynki pocztowe, jak i miejskie drogi wodne są sprawdzanymi propozycjami, plany na przyszłość obejmują zbadanie możliwości włączenia również tych opcji.

Poza tym w przypadku transportu miejskiego wraz ze wzrostem stopnia jego elektryfikacji zaczną powstawać tzw. zielone przystanki (*green (bus/tram) stops*) oraz zielone centra przesiadkowe. Ze względu na postępującą elektryfikację i tym samym ograniczanie emisji substancji szkodliwych ich wyznacznikami mogą się stać:

- zadaszenie całej powierzchni przystanku – centrum przesiadkowego, a nie jedynie samej windy;
- możliwość tworzenia przystanków – centrów przesiadkowych typu zamkniętego, jako budynków;
- wykorzystanie do budowy zadaszenia oraz ścian poszyciowych materiałów przezroczystych – będą to więc zapewne lekkie konstrukcje, ze stalowym/aluminiowym szkieletem i przezroczystym tworzywowym poszyciem, zapewniające przynajmniej częściową ochronę przed warunkami atmosferycznymi – pogodo-

⁶ <https://closer.lindholmen.se/en/news/importance-consolidation-efforts-dense-cities>

wymi, takimi jak bardzo niskie/wysokie temperatury, opady, wiatr. W dodatku, dla ochrony przed słońcem, możliwe jest dodanie przesłanianego rozkładanego przyciemniającego dachu;

- pokrycie przynajmniej części dachu panelami słonecznymi, by w ten sposób otrzymywać energię do oświetlenia ewentualnie do ogrzewania w czasie silnych mrozów i chłodzenia w czasie upałów. Przy tym część otrzymanej w ten sposób energii może być magazynowana w akumulatorach – tzw. stacjonarnych akumulatorowych magazynach energii – pozyskanych z pojazdów elektrycznych i jako takie stacjonarne magazyny energii zyskujących drugie życie. W rezultacie znajdzie się sensowne zastosowanie na okres przynajmniej kilku, od 3 do 5 lat dla częściowo zużytych akumulatorów, przed skierowaniem ich do recyklingu lub spożytkowania w ramach tzw. trzeciego życia. Niemniej chociaż tzw. trzecie życie zostało już zdefiniowane, to nadal nie wiadomo, co ma się pod nim kryć – jakim procesom czy jakiej eksploatacji w jego ramach będą poddane akumulatory po drugim życiu, cechujące się pojemnością na poziomie poniżej 50% wartości nominalnej. Kolejna korzyść z wprowadzania takich przystankowych magazynów energii polega na tym, że udałoby się zredukować koszty użytkowania akumulatorów. Obecnie bowiem (stan na rok 2022) po pierwszym życiu muszą one trafiać do recyklingu. W rozwiązaniu tym zachowywałyby zaś jeszcze pewną wartość rezydualną – oddający je mogłby za nie dostać pewną sumę lub voucher ekologiczny, pozwalający na pokrycie części kosztów zakupu nowych akumulatorów. Wartość takiego voucheru czy zwrotu pieniędzy, przyjmując, że zwracane akumulatory wciąż zachowują przynajmniej około 50% swojej nominalnej pojemności, mogłaby wynosić około 20-40% kosztów nabycia nowych akumulatorów;
- silne zazielenienie w celu stworzenia oczekującym miłszej atmosfery i zmiany mikroklimatu w zamkniętej przestrzeni przystanku;
- tworzenie stref zielonych, w tym zielonych upraw, w celu zatrzymania wody w mieście. Takie strefy mogą powstawać na dachach i na wybranych ścianach bocznych budynków, w tym przystanków, co wprowadza dodatkowe elementy poprawy mikroklimatu.

Ze względu na wydzielenie przystanku i kreację zamkniętej przestrzeni przesiadkowej zajdzie więc możliwość zmiany jego charakteru z miejsca jedynie oczekiwania na miejsce aktywniejszego i bardziej osobiście czy/i społecznie pożytecznego spędzania czasu. Może się to objawiać poprzez zakładanie na takich przystankach minibibliotek do wymiany książek między pasażerami – *read and leave* (przeczytaj i zostaw), *crossbooking*, minicytelnii do zapoznania się z własnymi pozycjami czy wreszcie minirestauracji – minikawiarni, na początek z automatami vendingowymi – kawomatami i jedzeniomatami, a potem – w punktach o większym potencjalnym popycie, jak np. w punktach przesiadkowych, ze sprzedażą prowadzoną z mobilnych punktów parzenia i podawania aromatycznych kaw w licznych smakach i z ciekawymi dodatkami. Możliwa jest też sprzedaż kanapek – robionych na miejscu lub go-

towych. Inną propozycję handlowo-gastronomiczną mogą tu stanowić kioski z prasą oraz ciepłymi i zimnymi przekąskami. Do tego mogą dochodzić automaty paczkowe – paczkomaty, prowadzone przez poszczególnych operatorów pierwotnych lub najlepiej, w celu unikania dublowania przywozów i odwozów, przez operatora zastępczego. Wówczas takie paczkomaty mogą wchodzić w skład sieci agnostycznych automatów paczkowych obsługiwanych przez operatora zastępczego. W ten sposób – przy dodaniu tylu nowych funkcji – powstawałyby tzw. domki przystankowe (*house bus stops*) albo przystanki wielofunkcyjne (*multifunctional bus stops*).

Następować zatem będzie przechodzenie z klasycznego centrum przesiadkowego na rzecz centrum wielofunkcyjnego krótkiego międzyprzesiadkowego spędzania czasu. To zmiana ważna społecznie i komunikacyjnie, gdyż podnosząca atrakcyjność systemu miejskich przewozów zbiorowych jako całości. Czas dotychczas zazwyczaj bezużytecznie tracony na przesiadkę w większym stopniu stałby się zatem czasem spożytkowanym bardziej efektywnie – twórczo. Przystawałoby to więc *de facto* już być czas stracony właśnie bezużytecznie. W społecznościach młodszych, żyjących w szybkim tempie, taka nowa funkcja mogłaby być dobrze przyjęta i oceniona wysoko. Dzięki takiej przebudowie system ten może zatem zmierzać w kierunku systemu jeszcze mocniej, szerzej oraz głębiej wpisującego się w zmiany w mieście, jego ewolucję i ewaluację oraz przekształcenia społeczne temu towarzyszące – innymi słowy jeszcze lepiej może odpowiadać na potrzeby mieszkańców danego ośrodka, w pierwszym rzędzie tego wewnątrznie bardziej skomplikowanego i złożonego – tzn. aglomeracyjnego.

Poza tym takie zielone przystanki, ze względu na swoje cichość i brak czy zdecydowane ograniczenie emisji substancji szkodliwych przez korzystające z nich pojazdy, będą mogły być lokalizowane:

- wewnątrz galerii – miasteczek handlowych,
- wewnątrz budynków mieszkalnych, biurowców i innych budowli, jak obiekty użyteczności publicznej, np. urzędy albo szpitale.

Zagadnienie tworzenia krytych przystanków autobusowych⁷ dotyczy sytuacji, gdy autobus wjeżdża zazwyczaj na krótkotrwały postój do wnętrza budynku. Pojawia się w związku z tym oczywiście wiele nowych problemów badawczych:

1. W jaki sposób można utrzymać odpowiedni klimat w budynku, gdy często są otwierane duże drzwi, aby wpuszczać i wypuszczać autobusy, oraz gdy same autobusy są źródłem ciepła lub chłodu w zależności od temperatury zewnętrznej?
2. W jaki sposób można wykorzystać technologię sterowania do kontrolowania klimatu i minimalizowania strat energii? Przesyłając dane z przyjeżdżającego autobusu do przystanku autobusowego wewnątrz budynku, można bowiem przygotować dany budynek na przyjęcie autobusu i podróżnych. Przykładowo, jeśli wprowadzony w budynku, sieciowo połączony system otrzyma informację, ile

⁷ <http://www.goteborgelectricity.se/en/research>

osób wkrótce wysiądzie z autobusu, da się regulować ogrzewanie pomieszczeń, i w ten sposób oszczędzać energię.

3. Jaki jest związek między zwiększonymi kosztami wynikającymi z krytego przystanku autobusowego a dodatkową wartością, którą mogą doświadczyć podróżni?

Co więcej, taki silnie zelektryfikowany i włączony do sieci „zielony”, wysoce proekologiczny, mocno wydzielony architektonicznie przystanek przyszłości stanie się swoistym integratorem życia miejskiego, szczególnie jeśli są na nim notowane bardzo duże potoki podróżnych. Będzie mógł zatem zacząć pełnić nie tylko funkcję miejsca oczekiwania na przesiadkę dla pasażerów korzystających z systemu komunikacji publicznej, lecz i bez większego problemu można na nim wprowadzić opcje:

- kawiarnianą,
- biblioteczną,
- paczkomatową,
- odbioru żywności,
- wysoce ekologicznie segregacyjną dla odpadów.

Tym samym na takich wielofunkcyjnych przystankach dojdzie do niezwykle silnego przenikania się ruchu pojazdów pasażerskich – autobusów, tramwajów, trolejbusów – z ruchem pojazdów towarowych obsługujących dostawy i odbiory w ramach systemów ostatniej mili. Dojdzie do nakładania się czynności wykonywanych przez miejski system transportu publicznego, podmioty z sektora KEP i dostawców żywności w ramach ostatniej mili oraz służby komunalne. W głównej mierze wzrost wielkości tego ruchu towarowego będzie stanowić pochodną dostaw na takie przystanki żywności oraz dostaw i odbioru paczek. Funkcja paczkomatowa wyniknie z faktu instalacji automatów nadawczo-odbiorczych do paczek – tzw. paczkomatów służących do odbioru czy nadawania przesyłek. I mogą to nie być wcale paczkomaty obsługiwane przez jednego operatora, jak InPost – Integer, ale wykonujące zadania dla kilku głównych graczy, przykładowo w ramach usługi integrującego operatora zastępczego. Taką opcję odbioru bądź nadania przesyłki na przystanku mogą preferować osoby stale korzystające z komunikacji miejskiej na tych samych trasach. Zamiast więc dopiero po przybyciu do punktu docelowego iść do urzędu pocztowego, innego punktu odbioru/nadania albo paczkomatu położonego blisko domu lub miejsca pracy i w związku z tym dodatkowo tracić czas, mogą te przesyłki odbierać albo nadawać w punkcie przesiadkowym. W rezultacie zdecydowanie efektywniej spożytkują czas, który normalnie byłby beużytecznie tracony na oczekiwanie na kolejny środek transportu, szczególnie gdy przewidywany czas oczekiwania może wynosić kilka minut, a przejazdy odbywają się generalnie zgodnie z planem, bez większych notowanych opóźnień.

Na podobnej zasadzie może działać usługa dostaw żywności. W związku z tym, że dla mieszkańców dużych aglomeracji rośnie znaczenie czasu, jako zasobu niezwykle rzadkiego, i w związku z tym chcą go oni bezproduktywnie tracić jak najmniej, ciekawym kolejnym krokiem mogą być przystankowe punkty odbioru zakupów ze sklepu spożywczego czy wręcz jedzenia z restauracji w ramach opcji *click&*

collect. Opcja ta polegałaby na tym, iż klient robiłby zakupy w internetowym sklepie spożywczym czy zamawiał gotowe jedzenie na wynos przez internet, a jako punkt odbioru wskazywałby konkretny przystanek oraz przewidywane godziny dostawy i przejęcia. Odbiór odbywałby się ze specjalnego automatu do przechowywania żywności – tzn. gwarantującego zachowanie odpowiednich wymogów temperaturowych i reżimu sanitarnego. Takie automaty można roboczo nazwać żywnościomatami bądź jedzeniomatami/zakupomatami. Następnie podmiot odpowiadający za fizyczne dostawy umieszczałby te zakupy czy posiłek w takim wskazanym jedzeniu o określonej godzinie. Realnie tymi podmiotami fizycznie odpowiadającymi za realizację dostaw byłiby przykładowo ci sami gracze, którzy dzisiaj operują w ramach sieci pyszne.pl czy Glovo. Dysponują bowiem ku temu stosownym systemem, pewnym doświadczeniem, organizacją i zasobami. Oczywiście zabezpieczenie takich dostaw gotowych potraw do jedzeniomatów wymagałoby zachowania bardzo wysokich norm jakościowych, lecz takie dostawy zakupów z sieci sklepów spożywczych, szczególnie gdy w grę wchodzi wielu gracze, jak Biedronka – Jeronimo Martins, Lidl, Kaufland czy Auchan i Carrefour, wydają się być perspektywą niezwykle ciekawą i komercjalizacyjnie wcale nie aż tak odległą.

Wszystko to będzie się oczywiście wiązało z pewną zmianą organizacji ruchu w obiektach z takimi przystankami lub/i przy takich przystankach, w tym z wydzieleniem specjalnych pasów ruchu dla uprawnionych pojazdów, zapewne przypominających obecne pasy dedykowane rowerzystom. Niemniej połączenie tych dodatkowych funkcji kawiarnianych, bibliotecznych, paczkomatowych czy odbioru żywności zachodziłoby właśnie na takich wybranych przystankach przesiadkowych, gdyż cechowałby je bardzo duży przepływ osób, będący jednym z fundamentalnych składników opłacalności wdrażania takich przedsięwzięć. Co ważne, takie zintegrowane wielofunkcyjne przystanki już działają. Jak dotychczas wdrożono je w ramach realizowanego w Göteborgu szwedzkiego projektu Electricity⁸ i początkowo wprowadzenia w jego obrębie specjalnej zelektryfikowanej linii autobusowej 55. Na tej trasie dla ElectricCity zmodyfikowano pięć przystanków autobusowych. Jednym z nich jest końcowy przystanek w Teknikgatan w Lindholmen, który umieszczono wewnątrz istniejącego już budynku, w aneksie.

Tym samym „zielone” przystanki mogą stać się nowymi multifunkcyjnymi centrami dzięki niemal pełnemu zadaszeniu i elektrycznie zasilanej klimatyzacji czy ogrzewaniu pozwalającymi na przebywanie na nich w warunkach wysokiego komfortu termicznego niezależnie od pory dnia i roku. Przy tym, dzięki dodatkowym funkcjom punktu odbioru czy nadania przesyłek oraz odbioru żywności, pozwolą one na bardziej efektywne wykorzystanie czasu zazwyczaj bezproduktywnie traczonego na oczekiwanie na następny przejazd, z kolei dzięki funkcji bibliotecznej w po-

⁸ *Cooperation for sustainable and attractive public transport*, STATUS REPORT, lipiec 2016, s. 7-8, 23, https://www.goteborgelectricity.se/sites/default/files/content/u2318/electricity_-_cooperation_for_sustainable_and_attractive_public_transport.pdf

wiązaniu z funkcją kawiarnianą – na bardziej miłe dla ciała i umysłu spędzenie tych kilku czy kilkunastu minut. Powyższe może pozytywnie wpłynąć na postrzeganie systemu komunikacji miejskiej jako takiego, a pośrednio ograniczyć ruch towarowy w ramach ostatniej mili. Pojazdy dowożące przesyłki pod drzwi do odbiorców końcowych mogą je mianowicie zostawiać w automatach paczkowych na takich przystankach. Automaty te dodatkowo zyskają na znaczeniu, gdy będą mogły być obsługiwane przez wielu operatorów. Jeśli takie automaty cechować się będą jeszcze odpowiednio dużą pojemnością – nawet ponad 200-300 przegródek na paczki, może się to przyczynić do wydatnego odciążenia wielu osiedlowych uliczek wskutek ograniczenia na nich ruchu aut dostawczych. Co więcej, obsługę takich dużych/megapaczkomatów może przejąć cięższy tabor, z kategorii 6000-12 000 kg dopuszczalnej masy całkowitej, co w porównaniu z lżejszymi autami dostawczymi będzie oznaczać niższy wydatek energetyczny (niezależnie czy rozpatruje się napęd tradycyjny czy alternatywny) w przeliczeniu na paczkę oraz może skrócić jednostkowy czas dostawy. Analogiczna sytuacja dotyczy dostaw żywności. W rezultacie może dojść m.in. do eliminacji jakiejś części ruchu i zatłoczenia generowanego przez auta osobowe oraz pojazdy dostawcze, rowery i motorowery na uliczkach osiedlowych i dojazdowych. Jak wskazano, dostawy do paczkomatów i zakupomatów na najważniejszych przystankach będą się mogły odbywać większym tonażowo taborom, co ograniczy emisję i koszty, w tym osobowe, w przeliczeniu na paczkę. Wydatnie przyspieszy też same dostawy. Osoby odbierające paczki na wielofunkcyjnych przystankach po drodze do domu nie będą ich bowiem musiały odbierać z innych miejsc.

Do tego można rozważyć wprowadzenie, chociaż zapewne na ograniczoną skalę, w tym w wybranych godzinach, ruchu pojazdów – zarówno lżejszych dostawczych, jak i autobusów – nisko- i zeroemisyjnych do centrów miast. Takie pojazdy ciężarowe, mające pozwolenie w ogóle na wjazd do centrów czy wjazd do nich w określonych godzinach, w pierwszym rzędzie będą służyć do:

- realizowania dostaw do sklepów i restauracji,
- odbioru nieczystości, szczególnie jeśli zostanie zastosowane ciche nadwozie śmieciarki z napędem w pełni elektrycznym,
- sprzątnia, szczególnie jeśli będzie to cicha oczyszczarka z napędem w pełni elektrycznym,
- realizowania dostaw wykonywanych przez sektor pocztowo-kurierski KEP czy podmioty dostarczające żywność i zakupy.

Jednocześnie wydatnie da się zredukować liczbęjazd realizowanych przez pojazdy zaopatrzeniowe, wprowadzając pojazdy cięższe, ale z kilkoma rodzajami nadwozi. Są to posadowione na jednym i tym samym nośniku – podwoziu specjalne typy nadwozi specjalnie konstrukcyjnie zoptymalizowane pod kątem wykonywania jedynie wąskiego zakresu zadań – przewozu wyłącznie artykułów określonego rodzaju. Mogą to być odmienne wersje nadwozi stałych bądź wymiennych na jednym środku transportu – jeden pojazd może zabierać przynajmniej dwa takie nadwozia czy nawet większą ich liczbę. Dotyczy to sytuacji, gdy do tego samego obszaru

dostaw czy nawet do tych samych konkretnych adresatów mogą być dostarczane – przez operatora pierwotnego bądź zastępczego – przesyłki wymagające różnych warunków temperaturowych przemieszczania, np. zwykle przesyłki oraz przesyłki z artykułami spożywczymi – żywnością wymagającą przewozu w temperaturach kontrolowanych, w tym minusowych, łącznie z głębokim mrożeniem. Wówczas, by wyeliminować dowóz odmiennych pozycji oddzielnie, każdorazowo w innych, specjalnie dedykowanych pojazdach, produkty te będzie mógł zabierać jeden pojazd, ale właśnie z różnymi typami zabudów.

Można tu przytoczyć przykład brytyjskiej firmy Essential Trading. Mianowicie ten hurtownik produktów ekologicznych, spełniający zasady *fairtrade* – sprawiedliwego handlu, zaczął eksploatować Scanię P 220, którą obecnie i tym bardziej w przyszłości równie dobrze da się zastąpić wariantem gazowym, hybrydowym czy w pełni elektrycznym. Pojazd ten otrzymał nadwozie z modułami z różnymi temperaturami, dla zapewniania świeżości ładunków spożywczych⁹, Essential Trading stwierdził bowiem, że coraz większa ilość przewożonych przez niego artykułów spożywczych wymaga chłodzenia. Dlatego właśnie wyposażył swoją dystrybucyjną Scanię P 220 w innowacyjne dzielone nadwozie, z modułami z różną temperaturą. Samochód ma z przodu wolno stojącą skrzynię chłodniczą, zasilaną przez agregat Carrier Transicold, oraz tylne nadwozie typu kurtynowego do przewozu ładunków w normalnych temperaturach – temperaturach otoczenia. Było to konieczne, gdyż podmiot dostarcza produkty do sklepów z żywnością naturalną i organiczną, kładących duży nacisk na minimalizację odpadów oraz promowanie zrównoważonego podejścia.

Wdrożenie tej koncepcji może skutkować:

- wzrostem wykorzystania na jednym pojeździe dostępnych ładowności czy/ i przestrzeni ładunkowej,
- eliminacją co najmniej dwóch pojazdów z nadwoziami różnego rodzaju do realizacji dostaw na tym samym obszarze *de facto* w tym samym czasie – w tym rozwiązaniu wystarczy już jeden pojazd,
- zastąpieniem dwóch pojazdów lekkich lub średnionażowych przez jeden pojazd klasy tonażowej ciężkiej, co przekłada się na spadek jednostkowego kosztu przemieszczania oraz redukcję emisji/zapotrzebowania na energię w przeliczeniu na wykonaną pracę przewozową/sztukę ładunku,
- skutek zmniejszenia liczby pojazdów – proporcjonalną redukcją liczby koniecznych kierowców,
- ograniczeniem ruchu na danym terenie i w rezultacie zmniejszeniem emisji substancji szkodliwych,
- lepszą obsługą klienta – jeśli dany odbiorca zamawia kilka rodzajów przesyłek, tzn. zwykle i wymagające przewozu w kontrolowanych temperaturach, to zo-

⁹ <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/scania-P-220-with-split-temperature-body-keeps-goods-fresh.html>

staną mu one przywiezione za jednym razem, jednym pojazdem, przez jednego operatora, a nie przez co najmniej dwa pojazdy i jednego bądź dwóch kurierów/dostawców,

- ze względu na mniejszy obsługiwany obszar – możliwością bardziej zoptymalizowanego dopasowania konkretnego momentu przybycia kuriera do zaistnienia możliwości realnego odbioru danych przesyłek przez ich adresata. Przyczynia się to do ograniczenia liczby zbędnych kursów w dane miejsce wskutek eliminacji kursów niezakończonych skutecznym doręczeniem.

Przy elektryfikacji transportu miejskiego i transportu w miastach warto też zwrócić uwagę na możliwość powstawania tzw. cichych przestrzeni publicznych¹⁰. Celem tego projektu jest utrzymanie niskiego poziomu hałasu w zagęszczonych miastach przyszłości. Wiadomo, że hałas powoduje zwiększony stres, zmniejszoną zdolność koncentracji oraz może przyczyniać się do rozwoju chorób układu krążenia. Czy zatem da się stworzyć ciche oazy w środowisku publicznym? Zagadnienie odnosi się do tego, by nawet w samych centrach miast próbować tworzyć przestrzenie, w których mieszkańcy mogą odpocząć od uciążliwego hałasu w tle.

Warto tu rozważyć samą elektryfikację transportu w mieście przyszłości i jej wpływ na dostawy¹¹. Z całą pewnością postępująca elektryfikacja transportu, polegająca na wprowadzeniu na większą skalę do miast pojazdów zeroemisyjnych – w pełni elektrycznych, wpłynie na możliwość tworzenia całkiem nowych modeli biznesowych i opartych na nich nowych systemów dystrybucji ładunków. Cichsze, w pełni elektryczne pojazdy o mniejszych wibracjach i poziomie emitowanego hałasu mogą bowiem:

- operować w porach wieczornych, nocnych i wczesnoporannych,
- wjeżdżać do budynków,
- bez większych problemów wjeżdżać do stref ograniczonego ruchu, jak centra miast.

W taki sposób elektryfikacja pojazdów może więc zmieniać krajobraz miasta i przyczyniać się do tworzenia bardziej zrównoważonego miasta, obsługiwanego przez rozlicznych operatorów w zupełnie inny niż dotąd sposób. Kwestia dotyczy zrozumienia, jak zelektryfikowane systemy transportu mogą zasadniczo zmieniać miasta na lepsze oraz jakie wiążą się z tym pewne wyzwania, szanse i zagrożenia. Z czystszyim powietrzem i mniej zakłócającym hałasem da się mianowicie stworzyć zdrowsze środowisko, zachęcające ludzi do prowadzenia zrównoważonego stylu życia, a przy tym zachowywać konieczny balans pomiędzy niezbędnymi wydatkami a zauważalnymi i odczuwalnymi społecznie skutkami takich wdrożeń. Przykładowo takie bardziej ekologiczne i przyjazne ludziom środowisko miejskie, bez spalin

¹⁰ <http://www.goteborgelectricity.se/en/research>

¹¹ Oparto na *Cooperation on the electrified transport solutions of the future, PROGRESS REPORT 2020*, marzec 2020, https://www.electricitygoteborg.se/sites/default/files/content/bilder/statusrapport_2019_en_webb.pdf

i uciążliwego hałasu, powoduje, że można je wykorzystać na nowe sposoby. Na budynkach albo w centrach przeładunkowych jadalne rośliny mogą rosnać od ziemi do sufitu, co więcej, w tym środowisku mogą również działać elektryczne samochody dostawcze i elektryczne śmieciarki.

Poza zaletami indywidualnymi na poziomie mikro, istnieje cała seria potencjalnych korzyści na poziomie systemowym i społecznym. Jak wskazano, pojazdy elektryczne stwarzają nowe możliwości mobilności i rozwoju obszarów miejskich jako całości. Niski poziom hałasu i brak emisji spalin umożliwiają wersjom dostawczym czy komunalnym wjeżdżanie do miejsc, w których wcześniej nie było możliwe ich użytkowanie, co przyspieszy oraz potani realizowane w ten sposób zadania. W rezultacie place czy centra/huby przeładunkowe można przenieść bliżej obszarów, w których poruszają się ludzie – występuje mobilność (jako usługa) wymagająca przemieszczania i/czy zgłaszająca dobra konieczne do przewozu lub oczekująca na takie dobra. Możliwe stają się też: zwiększanie ruchu towarowego na obszarach wrażliwych na hałas, realizacja tego ruchu i dostaw w miejscach i porach dotychczas zakazanych czy/i z ograniczeniami oraz planowanie nowych tras w strefach, w których dotychczas występuje wysoki poziom zanieczyszczenia powietrza. Zapewni to także urbanistom większą swobodę w przyszłości, zmniejszając konflikt między ruchem drogowym a terenami, w których ludzie mieszkają i spędzają czas. To z kolei – paradoksalnie – pozwala na gęstsze zabudowanie miast i przeznaczanie większej powierzchni na budynki czy tereny rekreacyjne lub/i lepsze spożytkowanie dotąd istniejącej infrastruktury bądź/i poprowadzenie jej w kierunkach pozwalających na wzrost w ogóle korzystania z niej lub/i wzrost efektywności czasowej tego korzystania. Przejście w drogowym ruchu towarowym na pojazdy elektryczne stanowi zatem ważny czynnik umożliwiający przyszły rozwój zielonych i łatwo dostępnych miast.

Niemniej, zanim możliwe stanie się stworzenie tego rodzaju centrów przeładunkowych – minihubów dla aut wjeżdżających do wewnątrz budynków, należy przeanalizować szereg czynników, dotyczących interakcji wewnątrz budynków pojazdów i ludzi oraz tego, jak regulować tam ruch pojazdów, w tym ich prędkość i zasięg (zakres) poruszania się, w tym dojazdy do wybranych punktów i przejazdu przez wydzielone strefy ruchu pieszego – chodniki i ścieżki rowerowe¹². W rozważaniach tych warto ponadto wskazać, że ponieważ pojazdy elektryczne wytwarzają mniej wibracji i hałasu oraz nie emitują spalin, stanowi to argument przy podejmowaniu decyzji o projekcie i lokalizacji nowych rodzajów podziemnych garaży. Takie centralnie zlokalizowane zintegrowane podziemne garaże pełniłyby wiele funkcji:

- w nocy zajezdni autobusowych;
- za dnia garaży dla elektrycznych aut dostawczych czy innych aut – osobowych, w tym taksówek;
- za dnia małych miejskich baz przeładunkowych – subhabizacyjnych. W takich bazach w ramach systemów dostaw ostatniej mili czy nawet ostatniego metra

¹² Tamże oraz materiały wewnętrzne Electricity.

odbywałyby się przeładunek przesyłek – paczek z większych samochodów dostawczych – klasy 6000-7500 kg dopuszczalnej masy całkowitej – na lżejsze auta elektryczne, klasy do 3500-4500 kg dopuszczalnej masy całkowitej, czy nawet zwykłe rowery bądź rowery elektryczne. Do tego te większe pojazdy mogłyby być obsługiwane przez operatorów pierwotnych, podczas gdy te mniejsze – przez operatorów zastępczych.

Zaprezentowane rozwiązania mogą też zmienić wymagania dotyczące planowania urbanistycznego wskutek pozwolenia innym pojazdom na korzystanie ze stacji ładowania i nocnych miejsc postojowych w centralnych lokalizacjach. Takie bazy i stacje ładowania mogą się przyczynić do wzrostu wydajności zelektryfikowanego systemu miejskiego transportu towarowego. Otwierają nowe możliwości świadczenia usług na obszarach zurbanizowanych i w konkretnych lokalizacjach, które mogą zmniejszyć potrzebę ładowania na trasie i tym samym podnieść efektywność wykorzystania taboru. Specyficzne ulepszenia i notowane korzyści obejmują:

- zmniejszenie liczby pustych przejazdów do i z bazy,
- niższe koszty kierowcy i paliwa,
- zoptymalizowany rozmiar baterii,
- mniejszy negatywny wpływ na środowisko,
- możliwość redukcji liczby pojazdów koniecznych do wykonania tej samej pracy przewozowej – ponieważ poprawi się sposób wykorzystania taboru, dojdzie do wzrostu stopnia jego spożytkowania – dostawy tych samych ładunków do tych samych miejsc wykona się przy konieczności pokonania mniejszej liczby kilometrów,
- poprawę elastyczności pojazdów, oznaczającą możliwość zmian tras na różne podczas jednego dnia. Zachodzi ona pod warunkiem, że pojazdy mają wystarczającą pojemność akumulatorów, wskutek czego nie muszą jechać do stacji ładowania, które nie znajdują się na ich trasie.

Poza tym, jeśli inne środki transportu, takie jak m.in. lżejsze samochody ciężarowe, w ciągu dnia mogą efektywnie wykorzystać niemal całą dostępną pojemność oferowaną przez takie wspólne, najlepiej podziemne garaże – bazy i stacje ładowania, zmniejszy to całkowite zapotrzebowanie na energię i tym samym górne granice zainstalowanej mocy. Niemniej w przypadku zespołów elektrycznych – systemów hybrydowych i w pełni elektrycznych – istnieją też trzy zasadnicze wady, wszystkie wynikające z niedoskonałości baterii. Ich relatywnie nadal duża masa własna przekłada się na ograniczenie ładowności, a niezbyt duża pojemność – na limitowanie zasięgu. W tym kontekście w kategorii tonażowej ciężkiej – przy przewozach dalekodystansowych, specjalizowanych i specjalistycznych – ładowność nie tylko zmniejszyłaby się, ale zmniejszyłaby się w nieproporcjonalnym stopniu, tym bardziej, jeśli dodatkowo uwzględnimy ilość wymaganej energii. Zasięg zaś kształtowałby się na nieakceptowanym przez użytkowników poziomie przy wzięciu pod uwagę liczby koniecznych cykli ładowania, niezbędnych do pokonania danego odcinka. Ponadto problematyczna – kosztowa, zasobowa i czasochłonna jest utylizacja akumulatorów,

w tym najbardziej popularnych litowo-jonowych, które dodatkowo zawierają szereg pierwiastków rzadkich, przez co nie są zbyt przyjazne dla środowiska.

Z drugiej jednak strony dzięki technologiom napędów alternatywnych, w tym elektrycznych, transport towarowy staje się coraz bezpieczniejszy, wydajniejszy i czystszy – przyjaźniejszy dla środowiska. Postęp w dziedzinie budowy akumulatorów czyni zaś warianty w pełni elektryczne stopniowo bardziej konkurencyjnymi zarówno co do ładowności, jak i co do zasięgu. Sukcesywnie spadają bowiem koszty oraz masa akumulatorów, jednocześnie rośnie ich wydajność. Aczkolwiek jest to wciąż za mało dla wymogów transportu dalekodystansowego, ale w zupełności zabezpieczy potrzeby nawet ciężkiej miejskiej dystrybucji, służb komunalnych oraz przewozów aglomeracyjnych i lokalnych. W takim układzie e-technologie w przewozach dalekodystansowych wymaga prowadzenia dalszych prac ukierunkowanych na znalezienie rozwiązań satysfakcjonujących ten sektor, w tym skupienia się na specjalnych aplikacjach – rozwiązaniach wcześniej nierozpatrywanych. Technologia ta zapewne się więc przyjmie, ale po przezwycięzeniu wszelkich problemów związanych z akumulatorami i wpływających z tego ograniczeń. Dlatego niektóre inicjatywy są wdrażane w celu znalezienia sensowych rozwiązań dla elektryfikacji samochodów ciężarowych klasy tonażowej ciężkiej. Niemniej elektryfikacja ta przebiegać będzie nieco inaczej, by e-technologie mogła być wykorzystana w ruchu dalekodystansowym bez konieczności wprowadzania niezwykle ciężkich akumulatorów.

8.2. Projekt *ElectriCity* realizowany w Göteborgu¹³

Zrozumienie koncepcji i idei stojącej za projektem *ElectriCity*¹⁴ wymaga metodologicznego wyjścia od jednoznacznego, fundamentalnego założenia, stanowiącego tu podstawę do prowadzenia dalszych rozważań. Otóż komunikacja miejska, w ramach której i dla której przygotowano *ElectriCity*, to nie pojedyncze elementy, ale kompletny i komplementarny system. Można go zdefiniować jako zespół powiązanych ze sobą składowych, poprzez to powiązanie w określonym stopniu oddziałujących na siebie i dających się wyodrębnić z otoczenia (otaczającej rzeczywistości). System ten w tym przypadku ma też charakter otwarty na nowe składowe i podlega koniecznej fluktuacji, wynikającej ze zmian zachodzących w nim samym oraz w jego otoczeniu. Zmiany te zazwyczaj mają (a przynajmniej powinny mieć) wymiar przystosowawczo-wzrostowo-rozwojowy, tym samym warunkując możliwość dalszego istnienia i wpływając na kierunki, natężenie, rodzaj i kształt zachodzących procesów. System ten wymaga zatem, by dochodziło do niemal stałej poprawy efektywności funkcjonowania. Powyższe odbywa się poprzez tworzenie sieci coraz lepiej ze sobą zgranych w różnych układach wszelkich składowych i czynników w jakikolwiek sposób z tym systemem powiązanych, w jakikolwiek sposób na ten system oddzia-

¹³ Na podstawie materiałów wewnętrznych *Electricity*.

¹⁴ J. Brach, *Projekt Volvo ElectriCity*, Ciężarówki i Autobusy, 2015, nr 9, s. 61-64.

łujących, go tworzących, wspierających oraz korzystających z niego. W odniesieniu do transportu towarowego system ten obejmuje:

- składowe strony podażowej usługi transportowej, w tym przypadku usługi towarowych przewozów w miastach:
 - pojazdy,
 - dostępną infrastrukturę punktową i liniową, parkingi/miejsca możliwe do zaparkowania, znaki, urządzenia sygnalizacyjne i informacyjne, drogi, bazy itp.,
 - wytyczone/możliwe trasy w oparciu o dostępną infrastrukturę i obsługiwane przez dostępną tabor samochodowy;
- składowe strony popytowej – stronę popytową tworzoną przez strumienie towarowe o określonym natężeniu, pojawiające się w określonych miejscach i czasie.

Do tego dochodzi moduł zarządzania, realizowany przez operatora systemu transportu towarowego wspólnie z operatorem – nadzorcą infrastruktury, mający na celu optymalne, a rzeczywiście zoptymalizowane i stale poprawiane zgranie – połączenie w jeden sprawnie funkcjonujący układ wszystkich wymienionych składowych. Z jednej strony w układzie tym występują więc składowe systemu transportowego – pojazdy, infrastruktura, linie, z drugiej zaś – ładunki. Przy tym część z tych składowych wyróżnia się zazwyczaj długim okresem użytkowania – deprecjacji fizycznej (pojazdy, infrastruktura), część może bardziej fluktuować (trasy, ładunki). W rezultacie w oparciu o te elementy powinno dojść do maksymalnego dopasowania, przy wykorzystaniu dostępnych infrastruktury i taboru, proponowanych tras co do przebiegu i natężenia kursowania do istniejących potoków ładunków o różnych cechach. Wyłącznie wówczas system ten będzie funkcjonował w sposób maksymalnie efektywny, tzn. zajdzie możliwie najlepsze dopasowanie składowych strony podażowej układu do istniejącego popytu. Ta efektywność może być oczywiście – i zazwyczaj bywa – rozpatrywana zgodnie z różnymi kryteriami, zależącymi od strony dokonującej tej analizy. Z punktu widzenia nadawcy/odbiorcy nieraz niezwykle subiektywnie formułowana i oceniana efektywność zazwyczaj wiąże się z następującymi stawianymi wymaganiami:

- relatywnie niską ceną usługi – relatywnie niskimi całkowitymi kosztami przemieszczania,
 - skróceniem czasu przemieszczania,
 - wysokim komfortem obsługi przez operatora,
 - dużą dostępnością i łatwym dostępem,
 - niskim/ograniczonym negatywnym wpływem na środowisko.
- Ze strony podażowej na efektywność przekładają się natomiast cechy:
- infrastruktury – stan, rozmieszczenie, jakość, dostępność, przepustowość,
 - taboru – ilość, stan, parametry, proekologiczność, wymagania obsługowe, pojemność robocza powiązana z typem (klasy tonażowe, wielkość zabudowy), rodzaj według różnych kryteriów (rodzaj zabudowy, wysokość podłogi, liczba drzwi, liczba poziomów itd.),
 - element miękki w postaci zarządzania.

Przy tak zdefiniowanych wymogach rzutuujących na efektywność oraz przy wykorzystaniu dostępnych infrastruktury i taboru o określonych cechach i parametrach odpowiednio realizowane zarządzanie powinno pozwolić na wymagany (pożądany) wzrost efektywności wykonywanych operacji. Ma on polegać na coraz lepszym, sukcesywnie i skutecznie optymalizowanym dostosowywaniu strony podażowej do potrzeb zgłaszanych przez stronę popytową w układach:

- czasowym,
- kosztowym,
- technicznym,
- komfortu,
- bezpieczeństwa,
- proekologiczności.

Kwestia dotyczy w takim razie tego, by ładunki o określonych cechach, jako stronę popytową, można było obsługiwać przez stronę podażową maksymalnie efektywnie, czyli by można było jak najlepiej – najbezpieczniej, najbardziej komfortowo, relatywnie najtaniej, przy jak najmniejszym negatywnym wpływie na przyrodę, przemieszczać te ładunki po jak najniższym realnym koszcie i w jak najkrótszym czasie, przy uwzględnieniu wszelkich istniejących ograniczeń różnorodnej natury, w tym prawnej, infrastrukturalnej bądź taborowej. Z punktu widzenia klienta ważne zatem jest to, by ładunek dostał się z jednego punktu do drugiego jak najtaniej, najszybciej oraz bezpiecznie i ekologicznie. Dla operatora istota sprawy sprowadza się zaś do pogodzenia tych wymagań m.in. z dostępnymi infrastrukturą i taborem. W takim układzie, po pierwsze, pojazd musi poruszać się szybko i sprawnie, bez zbędnych przestojów, a po drugie jego zdolność przewozowa musi być spożytkowana w jak największym – maksymalnym stopniu (współczynnik wykorzystania zdolności przewozowej – masa/objętość przewożonych w danym momencie ładunków/całkowita ładowność-objętość). Pojazd po prostu nie może wozić powietrza, a im bardziej współczynnik wykorzystania zbliża się do jedynki (100%), tym bardziej rośnie proekologiczność eksploatacji, gdyż spada ilość energii (paliwa) niezbędnej do realizacji danej pracy przewozowej – przemieszczenia jednego ładunku na zadaną odległość. Oczywiście ten wyższy współczynnik wykorzystania jest opłacalny zarówno dla operatora i przyrody, jak i dla zleceniodawcy przemieszczania. Wyłącznie wtedy, gdy będzie występowała taka wysoka efektywność, rozwiązania dla zrównoważonego transportu w przestrzeni miejskiej będą się charakteryzować wysoką konkurencyjnością. Ta konkurencyjność oznacza, że przewóz ładunków w mieście, przy analizie wielu rozpatrywanych zmiennych, staje się dla mieszkańców bardziej konkurencyjny kosztowo i wykonawczo oraz mniej obciążający (absorbujący).

Od strony czysto praktycznej system ten musi więc wyróżniać się:

- wysoką efektywnością ekonomiczno-socjalno-proekologiczną w ramach polityki – strategii zrównoważonego rozwoju,
- właściwym rozmieszczeniem tras, w oparciu o dostępną infrastrukturę, oraz zastosowaniem odpowiedniego taboru. Te dwa elementy muszą być optymal-

nie (a przynajmniej zoptymalizowanie) dobrane z punktu widzenia rozlokowania przestrzennego w określonym czasie i o określonym natężeniu określonych strumieni ładunków, odzwierciedlających realny popyt, czyli popyt potencjalny wsparty chęcią nie tylko skorzystania z usługi transportowej, ale i zapłaty za nią.

W tym kontekście projekt ElectriCity stanowi zwarty i kompletny system o eklektycznym – otwartym charakterze, z założenia będący areną testową dla nowych rozwiązań. Powstała kooperacja tworzy platformę dla rozwoju usług i produktów, które mogą wносить swój wkład do wzrostu i rozwoju atrakcyjnego oraz zrównoważonego systemu transportu, w tym publicznego. W ramach tego rozwiązania testowane są bowiem nowe: przystanki – technologie terminalowe, systemy kontroli ruchu ulicznego, koncepcje bezpieczeństwa oraz systemy dostarczania i magazynowania energii. Dla zaangażowanych stron – firm oraz instytutów badawczych ElectriCity reprezentuje i stwarza unikatową możliwość do rozwoju i sprawdzania idei – koncepcji w realnych warunkach, tzn. w warunkach realnego miejskiego środowiska transportowego. Ta idea polega też na tym, że zademonstrowane rozwiązania i propozycje mogą być poszerzone i spożytkowane także poza tą wstępną areną testową. Pozwala na to właśnie otwarty rodzaj projektu oraz wdrażanych w jego ramach powiązanych ze sobą systemów, technologii i komponentów.

Dla projektu ElectriCity, jako zintegrowanego i kompletnego układu, ważne jest więc również właściwe rozplanowanie przestrzeni życiowej i w jej ramach przestrzeni transportowej. Tym samym system musi być interesujący – mieć atrakcyjną architekturę oraz otwarte możliwości rozwoju w przyszłości, szczególnie jeśli jest implementowany w dynamicznie się rozwijającym i ewoluującym ośrodku miejskim. W związku z tym muszą być rozpatrywane:

- aktualna i przewidywana w następnych latach liczba mieszkańców oraz ich dochody i preferencje zakupowe, aktualnie dostępna i przewidziana do budowy infrastruktura, ewentualna kooperacja i konkurencja z innymi formami transportu towarowego w miastach (samochody ciężarowe różnych kategorii i klas tonażowych *vide* lekkie furgonetki czy rowery towarowe), przesunięcia w rozmieszczeniu ludności (wszelkie ruchy migracyjne: do miast – aglomeracji z mniejszych ośrodków, wewnątrz aglomeracji, w tym na ich obrzeża – peryferie czy do jednostek graniczących, wchłanianie przez ośrodki większe gmin graniczących z nimi, itd.), możliwość obejmowania przez zintegrowany system transportu towarowego coraz większego obszaru podmiejskiego zamieszkałego przez coraz większą liczbę osób, czasowe i przestrzenne kształtowanie się potoków ruchu towarowego (spłaszczenie czy natężenie w określonych miejscach i porach dnia oraz skala tych zjawisk – godziny/pory szczytu i godziny/pory niewielkiego ruchu oraz miejsca ich występowania);
- elementy środowiskowe w postaci: zanieczyszczenia powietrza i emitowanego hałasu;

- czas przejazdu pomiędzy wybranymi punktami w różnych porach, co pozwala na określenie negatywnego wpływu zatłoczenia – wzrostu natężenia ruchu na przemieszczanie się środkami transportu towarowego;
- możliwość optymalnego zgrania – połączenia różnych rodzajów transportu towarowego w jeden sprawnie funkcjonujący system poprzez tworzenie centrów bądź punktów przeładunkowych;
- całkowite zapotrzebowanie systemu transportowego na energię różnego rodzaju i pozyskiwaną z różnych źródeł;
- ujmowanie i definiowanie TCO – całkowitego kosztu posiadania oraz dysponowania. Kwestia dotyczy składowych tworzących TCO w tradycyjnym ujęciu oraz w ujęciu rozszerzonym, gdy do tradycyjnych składowych dodawane są tzw. koszty zewnętrzne w postaci kosztów socjoekonomicznych i środowiskowych oraz podatków;
- prowadzenie aktywnego systemu monitorowania i zliczania ładunków w czasie rzeczywistym, pozwalającego na sprawdzanie obciążenia konkretnych tras w danym momencie i na tej podstawie – przy większym czy mniejszym planowanym obciążeniu w danej perspektywie czasowej – zamiany taboru na bardziej odpowiadający chwilowym potrzebom, czyli taki, w którym w danych warunkach zmaksymalizowana zostanie wartość współczynnika wykorzystania zdolności przewozowych (możliwe zamiany pomiędzy różnymi typami aut – lekkie, średnio- i wysokotonażowe). Poza tym takie monitorowanie może mieć wymiar prewencyjny i antycypacyjny, czyli decyzje co do zmiany taboru będą podejmowane nie *ex post*, już po stwierdzeniu zaistnienia określonych innych potrzeb, lecz *ex ante*, jeszcze przed tym zaistnieniem. Takie działania prewencyjno-wyprzedzające, np. przy przewidywanym wzroście zapotrzebowania, mogą polegać nie tylko na zastępowaniu taboru mniej pojemnego bardziej pojemnym, ale i na wyjeździe dodatkowych jednostek taboru, co oznacza dodatkowe kursy.

A zatem właściwe planowanie miejskiego systemu zrównoważonego transportu powinno zmierzać do:

- redukcji zatłoczenia – korków;
- redukcji – ograniczania negatywnego wpływu na środowisko poprzez dalsze zmniejszenie emisji zanieczyszczeń i hałasu nie tylko wskutek wprowadzania bardziej ekologicznego taboru, lecz także dalszego optymalizowania czasowo-wykonawczego realizowanych operacji;
- umiejętnego wprowadzania proekologicznych – bezemisyjnych stref w centrach;
- należytego planowania tras w zależności od notowanych ruchów towarowych co do czasu, natężenia i kierunków, w połączeniu z wprowadzaniem, jeśli to konieczne, punktów przeładunkowych do obsługi mniejszego obszaru;
- przenoszeniem części ruchu towarowego na godziny wieczorne, nocne i poranne, by pojazdy obsługujące ten ruch mogły się poruszać bardziej sprawnie i efektywnie, oraz wprowadzaniem wtedy określonych preferencji, jak wjazd bezpośredni do stref ograniczonego/zakazanego ruchu towarowego. Powyższe

ograniczy bowiem zatłoczenie. A tylko pojazdy jadące szybko oraz efektywnie ekonomicznie i ekologicznie – przy jak najniższym wydatku energetycznym na przewożony ładunek – staną się interesującą alternatywą. Tworzenie tej przestrzeni dla transportu towarowego nie polega w takim razie na budowie dodatkowych wyizolowanych pasów ruchu czy specjalnych odgradzonych tras, chociaż czasami w przypadku wybranych obszarów może okazać się to konieczne, ale na tym, by przede wszystkim pojazdy mogły się poruszać maksymalnie sprawnie i efektywnie, korzystając z dotychczas dostępnej infrastruktury punktowej i liniowej. A to wykorzystanie będzie maksymalnie sprawne oraz efektywne, gdy spadnie ogólny ruch. Oczywiście, takie podnoszenie atrakcyjności i konkurencyjności transportu towarowego w miastach nie może być głównie realizowane na przysłowiową siłę, poprzez zakazy, lecz powinno stanowić wynik kompleksowych i zintegrowanych działań na różnych płaszczyznach. Wśród tych działań i wymagań należy wymienić: opłaty za parkowanie w centrach czy pozwolenia na wjazd do centrów tylko dla bardzo ekologicznych pojazdów.

Trzeba jeszcze wskazać na jeden istotny element – istnienie zintegrowanego i kompleksowego systemu transportowego powoduje, że jeżeli taki system funkcjonuje, to każda jego składowa optymalnie czy najczęściej suboptymalnie współgra z pozostałymi, będąc integralną częścią danego układu wykorzystywaną maksymalnie efektywnie. Odnosi się do wszelkich elementów tego układu, zarówno punktów przeładunku, odbioru, systemów zarządzania ruchem, jak i eksploatowanych pojazdów. Taką integralną składową, kompatybilną z pozostałymi składowymi w różnych rozpatrywanych układach, musi więc być sam pojazd. Jeśli nie ma takiego systemu współpracujących części, wówczas nabycie nawet najbardziej technicznie zaawansowanego auta sprowadzi się do tego, że dany przewoźnik wejdzie w posiadanie jedynie drogiego i niezwykle ciekawego gadżetu o wielu niewykorzystanych funkcjach. Jaki ma mianowicie sens wdrożenie pojazdu zautomatyzowanego, gdy występują problemy w sferze łączności i sieciowości oraz brak programów wspomagających zarządzanie realizowanymi procesami przemieszczania, łączącymi zlecenia, pojazdy, ładunki, prowadzących oraz poszczególne punkty na trasie kompletnego przewozu z lokalizacji pierwotnej do ostatecznej? W momencie istnienia sprawnego systemu funkcje te są już w znacznym stopniu spożytkowane – konsumowane, ponieważ w pełni dobrane pod kątem stawianych wymagań systemowych i związanych z tym ewentualnych ograniczeń.

Elektryczność w mieście przyszłości

Kluczowe pytania badawcze w odniesieniu do elektryczności w mieście przyszłości brzmią:

1. Co dzieje się w mieście, gdy pojazdy są zelektryfikowane, a powietrze jest czyste?
2. Jak zmienia się życie, gdy warzywa można uprawiać na ścianach i dachach budynków zlokalizowanych w centrum miasta?

3. Jakie możliwości stwarzają cichsze pojazdy o mniejszych wibracjach?
4. Które obszary można jeszcze zelektryfikować, aby poprawić krajobraz i dobrobyt mieszkańców?

To jedynie kilka z wybranych pytań, które należy wziąć pod uwagę, tworząc bardziej zrównoważone miasto. Ważne pozostaje zatem, w jaki sposób elektryfikacja autobusów i innych ciężkich pojazdów może zmienić krajobraz miasta. Zarazem, ponieważ elektryfikacja transportu to złożony proces i chociaż technologia oraz pojazdy elektryczne są dostępne, to bezwzględnie konieczne będzie podjęcie szerszych i bardziej intensywnych działań, mających służyć opracowaniu rozwiązania dla inteligentnych miast w obszarze infrastruktury ładowania. Te działania muszą dotyczyć:

- określenia liczby i rozmieszczenia stacji/punktów ładowania,
- skalowania mocy każdego punktu i możliwości dostaw energii dla niego przez operatorów energetycznych,
- istnienia sieciowej energetycznej infrastruktury punktowej i liniowej, mogącej dostarczyć wystarczającą ilość energii w stosunku do zapotrzebowania zgłaszanego w danym czasie na danym obszarze przez dane punkty,
- istnienia alternatyw w postaci możliwości zaopatrywania punktów ładowania w energię pochodzącą z sieci publicznych oraz ewentualnie z własnych źródeł, takich jak panele fotowoltaiczne czy farmy wiatrowe,
- możliwości udostępnienia przez punkty prywatne, jeśli dysponują nadmiarem mocy w danym czasie, opcji doładowania odbiorców zewnętrznych.

Na obszarze miast rozwój takiej sieci powinien być bezwzględnie kontrolowany, monitorowany oraz centralnie koordynowany przez władze miejskie w ścisłej współpracy z operatorami systemowymi i dostawcami energii.

Następne kluczowe pytanie badawcze brzmi zatem, jak budować miasta z pojazdami elektrycznymi?

Korzyści dla społeczeństwa i nowe możliwości rozwoju obszarów miejskich

Poza zaletami na poziomie indywidualnym i na poziomie mikro istnieje cała grupa potencjalnych korzyści na poziomach systemowym i społecznym. Autobusy elektryczne i inne pojazdy elektryczne stwarzają nowe możliwości mobilności oraz rozwoju obszarów miejskich jako całości. Niski poziom hałasu i brak emisji spalin umożliwiają autobusom i wersjom dostawczym czy komunalnym wjeżdżanie do miejsc, w których wcześniej nie było możliwe ich użytkowanie. W rezultacie przystanki autobusowe bądź place przeładunkowe można przenieść bliżej obszarów, w których poruszają się ludzie – występuje mobilność wymagająca przemieszczania i/czy zgłaszająca dobra konieczne do przewozu lub oczekująca na takie dobra. Możliwe stają się też zwiększanie ruchu autobusowego i towarowego na obszarach wrażliwych na hałas, realizacja tego ruchu i dostaw w miejscach i porach dotychczas zakazanych czy/i z ograniczeniami oraz planowanie nowych tras w strefach, w których wcześniej występował wysoki poziom zanieczyszczenia powietrza. Zapewni to także urbanistom większą swobodę

w przeszłości, zmniejszając konflikt między ruchem drogowym a terenami, w których ludzie mieszkają i spędzają czas. To z kolei – paradoksalnie – pozwala na gęstsze zabudowanie miast lub/i lepsze spożytkowanie dotąd istniejącej infrastruktury bądź/i poprowadzenie jej w kierunkach pozwalających na wzrost w ogóle korzystania z niej lub/i wzrost efektywności czasowej tego korzystania. Przejście na autobusy elektryczne i inne pojazdy elektryczne stanowi zatem ważny czynnik umożliwiający przyszły rozwój zielonych i łatwo dostępnych miast.

Fakt, że autobusy w pełni elektryczne przyczyniają się do wyraźnej poprawy jakości życia w miastach, w tym redukcji poziomu hałasu odczuwanego przez mieszkańców bloków położonych blisko tras przejazdu taboru miejskiego, dobitnie potwierdzają kompleksowe wyniki badań opublikowane przez Uniwersytet w Göteborgu w listopadzie 2021 roku¹⁵. Wskazują one, że zdrowie osób mieszkających przy trasie autobusowej w Göteborgu znacznie się poprawiło, gdy autobusy hybrydowe zostały zastąpione autobusami w pełni zasilanymi energią elektryczną. Badania te wykazały m.in. że wraz ze zmniejszeniem poziomu hałasu ograniczeniu uległy zmęczenie, senność w ciągu dnia i obniżony nastrój.

Jesienią 2019 roku na linii autobusowej 60 wprowadzono całkowicie elektryczne autobusy. Wdrożenie było powiązane z projektem ElectricCity, którego strony pochodzące z przemysłu, sektora badań i agencji publicznych pracowały na rzecz zrównoważonego podróżowania w środowisku miejskim. Ponieważ miejscami ulice wzdłuż omawianej trasy autobusowej są bardzo nierówne, poziom hałasu z poprzedniego systemu komunikacji autobusowej postrzegano jako niepokojący, głównie na podjazdach. Wcześniejsze pomiary poziomu hałasu wskazywały, że w obszarze mieszkalnym wewnątrz budynków występują zakłócenia spowodowane hałasem o niskiej częstotliwości. Nie było jasne, w jakim stopniu autobusy elektryczne wpłyną na poziom hałasu, podobnie jak wpłyną na zdrowie ludzi. Szczególnie, że ludziom mogą przeszkadzać różne dźwięki. Tymczasem zasadniczy problem z hałasem o niskiej częstotliwości polega na tym, że bywa gorzej tłumiony przez fasady, elewacje, okna lub ekrany akustyczne, przez co łatwiej wnika do domów. Nawet niewielkie wzrosty jego poziomu są zaś postrzegane jako bardzo zauważalne.

Procedura obejmowała badania ankietowe losowo wybranych mieszkańców w dwóch fazach, przed przejściem i po przejściu przewozów na autobusy elektryczne. Połowa mieszkańców mieszkała w domach położonych wzdłuż linii autobusowej w dwóch dzielnicach: Masthugget i Lunden. Druga część, mieszkająca w pewnej odległości, stanowiła grupę odniesienia. Równolegle wykonano pomiary hałasu w kilku domach, w tym w pomieszczeniach, co nie należy do standardowych

¹⁵ <https://www.electricitygoteborg.se/nyheter/studie-elbussar-bidrar-till-battare-halsa-boende>; <https://www.gu.se/en/news/better-residents-health-after-switch-to-electric-buses>; K. Persson Waye, H. Li, A. Wiberg, L. Sandström, J. Parra, D. Glebe, *PÅVERKAN PÅ BULLER, Bullerstörning och hälsa bland boende före och efter införande av elektrifierad busstrafik en interventionsstudie i Göteborg*, Rapport NR 4:2021 FRÅN AVDELNINGEN SAMHÄLLSMEDICIN OCH FOLKHÄLSA, Utgiven av Avdelningen samhällsmedicin och folkhälsa, Göteborgs universitet, 24 listopada 2021.

procedur. Pomiary te wymagały montażu w każdej jednostce mieszkalnej specjalnej aparatury z 10-12 mikrofonami, aby zapewnić prawidłowe i reprezentatywne dane dotyczące hałasu o niskiej częstotliwości. Zmiany, jakie zaszły między fazą pierwszą i drugą, były wyraźne i istotne statystycznie. Dotyczyły zmian poziomu dźwięku, przede wszystkim w zakresie niskich częstotliwości, co zauważyli sami mieszkańcy, oraz zgłaszanej przez nich dokuczliwości hałasu. Na przykład odsetek respondentów zauważających hałas z autobusów spadł z 75 do 39%, a odsetek osób, którym hałas bardzo dokuczał, uległ obniżce z 26 do 5%. Nastąpiła również wyraźna redukcja postrzeganych negatywnych skutków zdrowotnych. Odsetek osób, które czuły się wyczerpane raz lub dwa razy w tygodniu, zmniejszył się z 49 do 39% – to znaczy do tego samego poziomu, co w grupie odniesienia. Odsetek osób w kiepskim nastroju zmniejszył się zaś z 22 do 17%, a znacznie mniej osób stwierdziło też, że są bardzo śpiące w ciągu dnia. Nastąpiła więc poprawa: ludzie czuli się znacznie lepiej.

Jednocześnie, chociaż z całą pewnością nie można stwierdzić, że wyniki odzwierciedlają całą populację i jak trwale są pozytywne zmiany zdrowotne, to otrzymane rezultaty da się uogólnić w miejscach zamieszkania, gdzie transport autobusowy narażał ludność w największym stopniu. To, że inne formy transportu w środowisku miejskim stają się coraz cichsze, może też wpłynąć na zdrowie publiczne. Tym samym uzyskane wyniki pokazują pozytywny wpływ autobusów elektrycznych na ludzkie zdrowie i życie codzienne, nie tylko na klimat. Fundament pod tę inwestycję położono w projektach pilotażowych w ramach ElectricCity, z czasem przekształconych w elektryfikację ruchu na dużą skalę. Współpraca i wiedza, którą wniósł ten projekt, przyspieszyły tę zmianę, co jest kluczowe, aby można było osiągnąć ambitne cele klimatyczne.

Göteborg dostrzega kilka pozytywnych skutków zwiększonej elektryfikacji pojazdów w mieście: kiedy autobusy i inne ciężkie pojazdy są zelektryfikowane, uzyskuje się niższy poziom hałasu i niższą emisję zanieczyszczeń powietrza, co przyczynia się do przyjemniejszego i zdrowszego środowiska życia. Dlatego elektryfikacja ruchu autobusowego w rejonie Göteborga trwa. W połowie 2022 roku w Göteborgu, Mölndal i Partille jeździły 174 autobusy elektryczne, a łącznie 218 takich autobusów po Västra Götaland. Latem 2022 roku kolejnych 80 autobusów miało być zastąpionych wersjami elektrycznymi.

Przy tym, chociaż wykonane badania dotyczyły obniżenia poziomu hałasu wskutek wdrożenia autobusów elektrycznych, należy przyjąć, że analogiczne korzyści społeczne wystąpią, gdy dojdzie do zamiany tradycyjnych samochodów ciężarowych z jednostkami spalinowymi na warianty hybrydowe, w mieście poruszające się w trybie w pełni elektrycznym, oraz na warianty w pełni elektryczne.

Wewnętrzne przystanki autobusowe – przykład w ramach projektu ElectriCity realizowanego w Göteborgu

Na trasie 55 testowany jest wewnętrzny przystanek autobusowy – końcowy przystanek w Teknikgatan w Lindholmen, który umieszczono wewnątrz istniejącego już budynku, w aneksie. Aneks ten otrzymał szklaną fasadę i rozkładany dach. Wewnątrz zlokalizowano kawiarnię oraz punkt odbioru przesyłek DHL. Dotychczasowe doświadczenia z tych prób są pozytywne. Jest to jednak końcowy przystanek autobusowy – pętla, gdzie często czeka autobus, do którego pasażerowie mogą wsiąść niemal w każdej chwili. Tymczasem pasażerowie prawdopodobnie bardziej skorzystaliby na wewnętrznych przystankach autobusowych rozlokowanych na całej trasie, szczególnie tych pełniących funkcję kluczowych centrów przesiadkowych. Powyższe spowodowałoby mianowicie, że mogłyby one stać się wygodnym miejscem do oczekiwania, umożliwiać dokonywanie zakupów, załatwianie spraw, konsumpcję lub pracę podczas oczekiwania, ponieważ przystanek autobusowy może znajdować się bliżej sklepów, punktów odbioru paczek i świadczenia innych usług oraz mogłyby zawierać minipoczekalnię, odizolowaną od otoczenia i tym samym zapewniającą ciszę.

Niemniej, zanim możliwe stanie się stworzenie – przygotowanie tego rodzaju przystanków dla autobusów i punktów postojowych dla aut dostawczych wjeżdżających do wnętrza budynków, należy zbadać szereg czynników i tym samym odpowiedzieć na wiele pytań badawczych:

1. W jaki sposób autobusy i samochody wjeżdżają i opuszczają budynki oraz poruszają się w nich?
2. Czy ludzie będą musieli przechodzić przez chodniki i ścieżki rowerowe?
3. Czy autobusy i samochody również będą musiały w budynkach przejeżdżać przez wydzielone strefy ruchu pieszego i ścieżki rowerowe?
4. Jak daleko mogą jeździć autobusy i samochody w pomieszczeniach oraz z jaką prędkością mogą się tam poruszać?
5. Jak można zagwarantować bezpieczeństwo na przystankach autobusów i wokół punktów odbioru/załadunku usytuowanych wewnętrznych?

Te pytania zostały rozważone podczas projektu prowadzonego przez Eļvstranden Utveckling we Frihamnen, gdzie w jednej dzielnicy zaplanowano wewnętrzny przystanek autobusowy. Opracowano różne opcje projektowania i lokalizacji tego wewnętrznego przystanku autobusu, z których każda wykazywała zalety i wady. Jednak wszystkim wyzwaniom, które zostały zidentyfikowane w różnych scenariuszach, można sprostać, niemniej w projekcie wykazano, że nie istnieje standardowy szablon wewnętrznych przystanków autobusowych, z którego można by korzystać wszędzie. Zamiast tego należy wziąć pod uwagę wyjątkowe okoliczności każdej lokalizacji. Tym samym wymagane jest tu podejście wybitnie zindywidualizowane – przypadek po przypadku, lokalizacja po lokalizacji, ponieważ każdy konkretny wskazany punkt wymaga specyficznej, wysoce zindywidualizowanej

– charakterystycznej wyłącznie dla niego analizy przepływów i ich zmian co do mobilności, potrzeb i przyzwoleń społecznych w tym zakresie oraz obaw, uprzedzeń i wyzwań. Powyższe jeszcze mocniej podkreśla specyfikę jednostkowych warunków otoczenia wynikających z lokalizacji każdego jednego punktu i tym samym wskazuje, że w prosty sposób i bezpośrednio nie da się przenieść wyników i wniosków pozyskanych z analizy tendencji zachodzących/obserwowanych w jednym punkcie do opisu punktu następnego.

W ramach projektu *Electricity Chalmersfastigheter*¹⁶ zbudował kryty przystanek autobusowy w *Teknikgatan*. Naukowcy związani z Chalmers dokładnie zbadali klimat w jego pomieszczeniach. Wyniki przewidziano do wykorzystania przez firmę deweloperską *Akademiska Hus* przy planowaniu nowych budynków oraz przez *Elvstranden Utveckling* przy planowaniu nowego osiedla miejskiego *Frihamnen*. Do tego doszły ekrany dotykowe w *Teknikgatan*, *Chalmersplatsen* i *Götaplatsen*, stanowiące przykłady istniejącej technologii wykorzystywanej w kontekście, z którego dostawca transportu publicznego *Västrafik* nie korzystał wcześniej. Rozwiązanie to umożliwi między innymi pasażerom czekającym na przystankach planowanie podróży lub otrzymanie przewodnika po trasie *Electricity*. Przy tym w ramach projektu *Quiet Public Spaces* (ciche przestrzenie publiczne) da się tworzyć ciche oazy w środowisku publicznym. Miejscem testowym stał się w tym projekcie zewnętrzny przystanek autobusowy przy *Sven Hultins Plats*. Uciążliwy hałas uliczny jest na nim tłumiony za pomocą zaawansowanej technologii, co jednocześnie zapewnia oczekującym podróżnym przyjemne doznania dźwiękowe. Co więcej, ten cichy przystanek na *Sven Hultins plats* został wyposażony w zewnętrzną publiczną półkę na książki otwartą 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu¹⁷. Półka na książki na wymianę stanowi część projektu wykonalności „Łączenie miasta elektrycznego z kontrolowanym miejskim krajobrazem dźwiękowym” finansowanego przez region *Västra Götaland*. Jeden z głównych celów tego projektu polega na poprawie jakości oczekiwania pasażerów autobusów poprzez uatrakcyjnienie przystanków autobusowych. Dzięki dodaniu wymiennej półki na książki, która jest bezpłatna, otwarta non stop i nie wymaga żadnej rejestracji, oczekiwanie na przystanku może stać się przyjemnym i relaksującym doświadczeniem. Poza tym niski poziom hałasu i brak emisji spalin otwierają nowe możliwości lokalizacji nie tylko przystanków autobusowych, ale i zajezdni. W odniesieniu do Göteborga jedno potencjalne miejsce dla wewnętrznego przystanku autobusowego znajduje się na *Per Dubbsgatan* przy wejściu do szpitala *Sahlgrenska*. Przeniesienie przystanku autobusowego do tego wejścia uwolniłoby ceną przestrzeń do zagospodarowania. Byłoby to także wygodniejsze rozwiązanie dla pasażerów, ale jednocześnie wiążące się z kilkoma wyzwaniami operacyjnymi. Natomiast centralnie zlokalizowane zajezdnie autobusowe poprawiają warunki

¹⁶ <http://www.goteborgelectricity.se/en/demonstration-arena>

¹⁷ <https://www.electricitygoteborg.se/en/news/public-swapping-bookshelf-inaugurated-sven-hultins-plats>

zelektryfikowania transportu publicznego. Fakt, że autobusy elektryczne wytwarzają mniej wibracji i hałasu oraz nie emitują spalin, pozwala bowiem myśleć nieszablonowo przy podejmowaniu decyzji o projekcie i lokalizacji zajezdni autobusowych czy w ogóle małych miejskich baz transportowych – subhubizacyjnych. Powyższe może też zmienić wymagania dotyczące planowania urbanistycznego wskutek pozwolenia innym pojazdom na korzystanie ze stacji ładowania w centralnych lokalizacjach. Na podstawie doświadczeń projektu ElectriCity, Volvo, Göteborg Energi i Skanska zbadali więc przydatność centralnie zlokalizowanych zajezdni autobusów elektrycznych. Na tej bazie stwierdzono, że zajezdnie i stacje ładowania w pobliżu tras autobusowych okazują się niezbędne dla maksymalnego powiększenia wydajności zelektryfikowanego systemu transportu publicznego. Powinny być one zatem zlokalizowane jak najbliżej takich „zelektryfikowanych tras”, by maksymalnie wyeliminować dojazdy do nich – maksymalnie skrócić długość i czas trwania kursów dojazdowych oraz zjazdowych. Otwierają też nowe możliwości świadczenia usług w obszarach zurbanizowanych i w konkretnych lokalizacjach, które mogą zmniejszyć potrzebę ładowania na przystankach autobusowych. dochodzi bowiem do: zmniejszenia liczby pustych przejazdów do i z zajezdni, redukcji kosztów kierowców i energii, optymalizacji rozmiaru baterii – unikania ich przewymiarowania, ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko oraz możliwości redukcji liczby autobusów. Ponieważ jest ich potrzebnych mniej, ze względu na ograniczenie liczby kursów pustych – dojazdowych, mogą one być lepiej wykorzystane, co prowadzi do wzrostu stopnia spożytkowania taboru – tę samą liczbę pasażerów przewozi się przy konieczności pokonania mniejszej liczby kilometrów. Do tego dochodzi elastyczność dla autobusów co do zmiany trasy podczas jednego dnia. Zachodzi ona pod warunkiem, że autobusy mają wystarczającą pojemność akumulatorów i w rezultacie wystarczający zasięg. Wskutek tego nie muszą jechać do stacji ładowania, które nie znajdują się na ich trasie.

Generalnie w przypadku taboru w pełni elektrycznego jego zajezdnie/bazy muszą się zatem znajdować jak najbliżej tras obsługiwanych przez ten tabor. Mogą to być nawet mikrozajezdnie na 20-40 pojazdów solo o długości do 10-12 m bądź midizajezdnie na 40-60 takich pojazdów. Co więcej, można nawet zaprojektować zajezdnie usytuowane w samym centrum miasta w formie podziemnego parkingu czy/i podziemnego parkingu w budynku. W dodatku w trakcie dnia, gdy autobusy wyjeżdżałyby na trasy, część powierzchni takich zajezdni dałoby się wykorzystać na płatny parking, a wpływy z jego eksploatacji zasilająby budżet przewoźnika lub/i miasta, co automatycznie ograniczałoby koszty eksploatacyjne i stałe ich funkcjonowania. Zarazem zajezdnie usytuowane w pobliżu tras pozwalają na doładowanie w godzinach poza szczytem, co prowadzi do lepszego wykorzystania autobusów, zmniejszenia zapotrzebowania na duże akumulatory, korzystniejszego (na więcej zainteresowanych stron) podziału kosztów przyłączeń do sieci oraz możliwości obniżenia kosztów lub współdzielenia inwestycji i wyższego wskaźnika wykorzystania urządzeń do ładowania. Tę ostatnią korzyść da się osiągnąć, jeżeli można używać

innych elektrycznych środków transportu, takich jak w ciągu dnia taksówki i samochody ciężarowe. Tym samym da się wydatnie zredukować całkowitą liczbę zainstalowanych urządzeń o wymaganej mocy.

Zajezdnie w pobliżu tras autobusowych można także zintegrować ze środowiskiem miejskim, a wartość ziemi da się w pełni wykorzystać, budując nad tymi zajezdniami magazyny, lokale użytkowe – sklepy, galerie handlowe, centra usługowe, kluby fitness i inne, hotele czy wręcz domy mieszkalne, co obecnie (stan na rok 2022) zalicza się do zadań trudnych, a nawet wręcz niewyobrażalnych z powodu emisji oparów, substancji szkodliwych, wibracji i hałasu. Do takich projektów na początek można wybrać mikro- albo midizajezdnie. Aktualnie trwają prace nad dalszym rozwijaniem tych korzyści. Miasto Göteborg i region Västra Götaland podpisały list intencyjny dotyczący infrastruktury potrzebnej dla pojazdów elektrycznych, w tym baz zjazdowych – zajezdnie. Region, miasto, Västtrafik i Västfastigheter współpracują też przy tworzeniu zajezdni cechujących się „zdolnościami” do ładowania, serwisowania, konserwacji – utrzymania – przeglądów i naprawy autobusów elektrycznych. Prace te będą towarzyszyć projektowi koncentrującemu się na opcjach ładowania autobusów na autobusowych przystankach końcowych. Ponadto w południowo-zachodniej części miasta odbywa się realizacja innego projektu, o nazwie Radiomasten. Jego cel polega na utworzeniu zajezdni mieszczącej 110-120 autobusów elektrycznych. Ukończenie prac przy tym przedsięwzięciu zaplanowano najpóźniej do 2024 roku. Krótkoterminowo, przed zakończeniem budowy zajezdni w Radiomasten, tymczasowe ładowanie około 60 autobusów elektrycznych zostanie zapewnione w zajezdni Kville na północy Backaplan. Badanie w sprawie lokalizacji nowych zajezdni autobusów elektrycznych o dużej pojemności dotyczy również północno-wschodniej części Göteborga, gdzie poszukuje się miejsca dla 60-80 autobusów, oraz w Hisingen na północny zachód od miasta. W centrum wraz z władzami miasta podejmowane są zaś wspólne próby znalezienia lokalizacji dla nowej zajezdni autobusów elektrycznych, mogącej pomieścić około 100 pojazdów. Projekty są już realizowane w Partille i Mölndal, aby zapewnić, że w dotąd istniejących zajezdniach jest dostępna wystarczająca pojemność dla autobusów elektrycznych.

Poza tym, jeśli inne środki transportu, takie jak taksówki i samochody ciężarowe, w ciągu dnia mogą efektywnie wykorzystać niemal całą swoją dostępną pojemność, to zmniejszy się całkowite zapotrzebowanie na energię i tym samym górne granice zainstalowanej mocy. Jednak, ze względu na wyższe zużycie energii, autobusy o dużej pojemności będą potrzebowały więcej częstszych doładowań na końcowych przystankach autobusowych i/lub w centralnych węzłach komunikacyjnych – przesiadkowych.

8.3. Elektryfikacja przyszłej miejskiej mobilności komercyjnej – towarowej (*commercial – cargo mobility*) – wyzwania dla ładowania

W przypadku elektryfikacji jedno z kluczowych wyzwań, przy zakładanych jeszcze długotrwałych wysokich kosztach, wysokiej masie oraz niskiej gęstości energii obecnie (stan na rok 2022) stosowanych akumulatorów, dotyczy będzie odpowiedniego zarządzania przestrzenią miejską i w jej ramach umiejętnego wprowadzania w tę przestrzeń stacji doładowania służących do doładowania na trasie, zazwyczaj w trakcie dłuższego załadunku/rozładunku. Ich wprowadzenie wymaga szerszego – bardziej eklektycznego i zarazem całościowego – holistycznego spojrzenia na całe to zagadnienie, tzn. na samą kwestię maksymalnie zoptymalizowanej w wymiarach społecznym, ekologicznym, ekonomicznym i użytkowym implementacji elektryfikacji komercyjnego transportu miejskiego, czyli transportu dokonywanego w miastach za pomocą pojazdów użytkowych w celach komercyjnych. To zaś opiera się na następujących założeniach bazowych:

1. Elektryfikacja przewozów w miastach wymaga ścisłej współpracy z ich władzami oraz innymi interesariuszami w sferze przebudowy tych miast pod kątem stosowania w nich pojazdów elektrycznych. Ta przebudowa nie dotyczy jednak głównie samej bazowej infrastruktury liniowej w postaci dróg, lecz konieczności odpowiedniego wprowadzenia doładowującej infrastruktury punktowej i liniowo-punktowej w postaci samych stacji ładowania wraz z towarzyszącymi im sieciami zasilającymi. Całość musi się więc opierać na opracowaniu długofalowego, zrównoważonego podejścia transportowego. To jednak zagadnienie złożone, wymagające kompleksowej strategii i implementacji szerokiej gamy środków. Dlatego w tym zakresie konieczna okazuje się bliska współpraca z klientami, dostawcami taboru, władzami miast, dostawcami stacji ładowania akumulatorów i innymi kluczowymi dla tej branży stronami, by stworzyć ramy niezbędne do użytkowania elektrycznego taboru. Takie stacje dla obsługi ruchu towarowego w trasie w pierwszym rzędzie powinny powstawać:
 - przy dużych sklepach, jak super- i hipermarkety, w których operacje rozładunkowe trwają zazwyczaj kilkanaście czy nawet kilkadziesiąt minut,
 - w galeriach handlowych,
 - w miejskich subhubach przeładunkowych,
 - przy głównych centrach przesiadkowych/na pętlach, gdzie także są doładowywane elektryczne autobusy.
2. Elektryfikacja przewozów w miastach, zarówno pasażerskich, jak i towarowych, może się łączyć z powiązаныmi zmianami. W przypadku samych przewozów towarowych kluczowe zmiany dotyczą:

- miejsc bazowania pojazdów elektrycznych – zamiast na obrzeżach miast mogą one bazować bliżej ich centrów czy w centralnych miejscach dużych osiedli/dzielnicy. Takim docelowym dobrym miejscem bazowania mogą się okazać parkingi, w tym podziemne, przy super- i hipermarketach. Późnym wieczorem i nocą są one kompletnie niewykorzystane. Tymczasem, gdy przestrzeń w miastach staje się dobrem realnie coraz rzadszym – cennym, droższym i jest jej coraz mniej, przyszłe bystro-inteligentne miasto w ramach rozwoju podtrzymywalnego¹⁸ nie może sobie pozwolić na takie marnotrawstwo terenu;
 - sposobów dostaw zaopatrzeniowych do większych sklepów. Na dystansie z centrum dystrybucyjnego do punktu przeładunkowego na granicach miasta w okresie przejściowym może je realizować tabor spalinowy, z kolei w samym mieście – elektryczny. Na tym etapie taki model działania pozwoli na spożytkowanie zasadniczych ekonomiczno-ekologicznych zalet obu rodzajów taboru. Pewnym wyjściem pośrednim są warianty hybrydowe, poza miastem poruszające się w trybie spalinowym, w tym na paliwie alternatywnym, w mieście zaś w czysto elektrycznym.
3. Elektryfikacja przewozów komercyjnych wymaga zmiany sposobu ich prowadzenia – przyjmuje się, że ze względu na koszty i limitowaną odległość priorytet będzie miała lokalizacja punktów doładowywania na trasie. To pod kątem ich rozmieszczenia nieraz trzeba będzie dopasować przebieg trasy, szczególnie jeśli dana trasa ma stały przebieg, co przeważnie zachodzi w komunikacji miejskiej oraz w wahadłowej dystrybucji i w pracy służb komunalnych. W przypadku przewozów ostatniej mili dotyczy to stałych obsługiwanych punktów pośrednich, takich jak automaty paczkowe – paczkomaty bądź śródmiejskie subhuby/minihuby przeładunkowe oraz stałych dużych klientów korporacyjnych, których jednostkowa obsługa zazwyczaj trwa dłużej. Innymi słowy przy taborze elektrycznym przebieg trasy może być determinowany lokalizacją punktów ładowania, a nie punktów samego załadunku i rozładunku – kolejność obsługi zależeć więc będzie od odległości między kolejnymi takimi punktami, a nie od optymalizacji trasy pod kątem jej skrócenia. Chyba że przy stałej trasie punkty doładowania umieści się tak, by połączyć doładowanie na nich z optymalizacją – maksymalnym skróceniem przebiegu trasy. Pewnym wyjściem pośrednim, by taką optymalizację utrzymać, może być czasowe wprowadzenie ładowarek przenośnych w punktach niestandardowych w danym schemacie przewozu i obsługi.
4. Miasta powinny mieć wpływ na rozmieszczenie sieci stacji doładowania – bezwzględnie powinny je koordynować i integrować, tak by nie dopuścić do nad-

¹⁸ Porównaj A. Skowroński, *Zrównoważony rozwój perspektywą dalszego postępu cywilizacyjnego*, Problemy Ekorozwoju, 2006, nr 2, s. 47-57. Autor zgadza się ze stanowiskiem, że poprawne tłumaczenie angielskiego terminu *sustainable development* to rozwój podtrzymywalny. Analogicznie zdaniem autora tej monografii angielskie określenie *smart city* tłumaczone na język polski jako *inteligentne miasto* nie do końca oddaje pełny sens słowa *smart* – dlatego propozycja przetłumaczenia go jako bystro-inteligentny.

miernego rozwoju sieci stacji ładowania, których potencjał ładujący nie zostanie szybko w pełni wykorzystany (kwestia tzw. ładowarkozy). Powinno się mianowicie dążyć do maksymalnego spożytkowania w pierwszym rzędzie publicznych stacji ładowania:

- służących do ładowania pojazdów miejskich i komunalnych,
- rozlokowanych przy sklepach/punktach dystrybucji,
- zlokalizowanych na stacjach benzynowych.

Mogą je uzupełniać punkty prywatne, szczególnie jeśli same pozyskują energię, np. z fotowoltaiki, bądź o określonych porach dysponują wolną mocą. W związku z tym z całą pewnością dojdzie do zdecydowanie silniejszego niż obecnie przenikania się zelektryfikowanego komercyjnego ruchu pasażerskiego – realizowanego komunikacją zbiorową i towarowego. To przenikanie się będzie dotyczyło punktów węzłowych, takich jak centra przesiadkowe i główne przesiadkowe pętle. Będzie ono wynikało z tego, że ze względu na elektryfikację ruchu autobusowego oraz komercyjnego ruchu towarowego takie punkty węzłowe i pętle staną się nie tyle samymi miejscami bezwartościowego oczekiwania na następny kurs, ile miejscami aktywnego i pożytecznego krótkotrwałego spędzania czasu. Będzie się to odbywało poprzez wprowadzenie w takich punktach nowych usług w postaci:

- stałych usług gastronomicznych – automaty vendingowe, minirestauracje, żywniomyty – automaty do wydawania na ciepło żywności innej niż napoje, automaty paczkowe do przekazywania żywności w kontrolowanych temperaturach, przykładowo zakupów albo ciepłej żywności zamówionej z restauracji i dostarczanej do konkretnego punktu przekazania w konkretnym okienku czasowym,
- punktów sprzedażowych prasy i biletów,
- punktów wysyłki i odbioru przesyłek – tzw. punktów PUDO, najlepiej prowadzonych przez operatorów agnostycznych, czy automatów paczkowych należących do konkretnych operatorów pierwotnych lub – analogicznie jak punkty PUDO – prowadzonych przez operatorów agnostycznych.

Do tego dojdą tradycyjne usługi sprzątnięcia – wywozu śmieci i mycia.

Ponieważ ogół czynności koniecznych do zaopatrzenia takich punktów oraz dowozu i odbioru przesyłek czy realizacji zadań przez służby komunalne będzie dokonywany z wykorzystaniem taboru zelektryfikowanego, wskazane staje się wprowadzenie w takich punktach ładowarek dostępnych dla:

- autobusów komunikacji miejskiej,
- dystrybutorów,
- operatorów z segmentu KEP,
- służb komunalnych.

Takie wspólne wykorzystanie przez wszystkich tych graczy tych samych ładowarek będzie się mogło przyczynić do:

- redukcji kosztów dostępu do infrastruktury służącej do ładowania;
- możliwości redukcji kosztów stałych każdego ładowania;

- unikania rozbudowy sieci ładowarek;
- lepszego spożytkowania każdej jednej ładowarki, przy założeniu oczywiście, że w przypadku ich usytuowania na przystankach pierwszeństwo do ładowania będą miały autobusy. Niemniej, by unikać sytuacji oczekiwania na ładowanie, da się wykorzystać system, w którym autobusy będą ładowane za pomocą dachowych pantografów, natomiast z tego samego modułu ładowarki doładowanie pojazdów dystrybucyjnych, pocztowo-kurierskich i komunalnych odbywać się już będzie za pomocą kabla. Tym bardziej, że autobus może stać na takim przystanku maksymalnie 3-4 minuty, a pojazdy takie – powyżej 5 czy nawet powyżej 10 minut, jak w sytuacji obsługi automatów paczkowych.

Poza tym, ponieważ pojazdy elektryczne są nie tylko niskoemisyjne oraz praktycznie bezwibracyjne, ale i cichobieżne, prace wykonywane przez nie w trakcie dnia w dystrybucji, służbach komunalnych czy sektorze KEP z powodzeniem można przenieść na godziny wieczorne, nocne lub wczesnoporanne. Bez większych problemów mogą one więc być wtedy doładowywane na trasie w zintegrowanych centrach przesiadkowych, nawet za pomocą szybkiego ładowania. Takie doładowania odbywałyby się wówczas w porach o mniejszym obciążeniu przystanków taborom autobusowym i pasażerami. Przy tym ciekawą opcją byłaby wczesnoporanna dostawa przesyłek do takich automatów paczkowych, dokonywana przez przedstawicieli sektora KEP w godzinach 5:30-7:30, czyli przy mniejszym obciążeniu komunikacyjnym węzłowych transportowych punktów miast. Powyższe doprowadziłoby do pewnego odciążenia infrastruktury drogowej w porach największego ruchu, a zatem w godzinach od 10:00 do 16:00.

8.4. Wskazówki na przyszłość

Jedną z kluczowych ról we wdrażaniu strategii zielonego, inteligentnego – bystro-inteligentnego miasta stanowi odpowiednie wprowadzanie do niego taboru proekologicznego, w pierwszym rzędzie zelektryfikowanego, w tym w pełni elektrycznego. Wprowadzenie do eksploatacji takiego taboru jest mianowicie procesem złożonym i nie polegającym jedynie na prostej zamianie przy jego pomocy zadań dotychczas realizowanych przez tradycyjny odpowiednik. Szczególnie, że zasadniczym wyzwaniem staje się sposobność pogodzenia bezpiecznej mobilności, dbałości o środowisko i jakości życia w ośrodkach i środowisku miejskim z akceptowalnym społecznym i ekonomicznym kosztem tych ponoszonych proekologicznych zmian. Przede wszystkim nadal pojazd elektryczny cechuje wiele kluczowych ograniczeń, jak np. co do zasięgu, oraz specjalnych wymagań, jak co do ładowania. W powiązaniu z wysoką ceną nabycia oraz wyraźnie krótszym okresem spożytkowania jednego pakietu – modułu baterii powoduje to, że aby ta inwestycja w wydaniu elektrycznym stała się w pełni naturalnie opłacalna, nieraz należy zupełnie zmienić całą filozofię – strategię wykorzystania takiego taboru. Może się to wiązać, o ile będzie wykonalne, z:

- wydzieleniem specjalnych buspasów dla modeli elektrycznych oraz zezwoleniem na wjazd przez nie do stref normalnie zamkniętych dla ruchu. Z jednej strony dochodzi wtedy do upłynnienia ruchu pojazdów komunikacji miejskiej albo dystrybucyjnych i komunalnych, co przyspiesza przewozy. Z drugiej zaś efektywnie i faktycznie wykorzystuje się jedną z kluczową zalet modeli elektrycznych – ich wysoką cichobieżność. Takie pojazdy, ponieważ są szybsze i bardziej sprawne, są także bezwzględnie tańsze, co wydatnie wpływa na obniżkę kosztów eksploatacji oraz generalnie TCO (e-TCO) i tym samym pozwala szybciej zrekompensować zdecydowanie wyższy koszt nabycia wydania w pełni elektrycznego;
- przy wykonywaniu powtarzalnych kursów takim doborem na trasie kolejności miejsc doładowania, aby podczas realizacji tych czynności, jeśli rzeczywiście trwają one co najmniej kilka minut, możliwe stało się doładowanie akumulatorów „na trasie”. Takie doładowanie powoduje, że:
 - przy akumulatorach o zadanej pojemności da się zwiększyć zasięg;
 - przy zakładanym określonym zasięgu można zainstalować mniej akumulatorów. A ponieważ akumulatory, ze względu na swoje wysoką cenę i masę w powiązaniu z relatywnie niską pojemnością i krótkim okresem życia, wciąż stanowią jeden z tzw. spowalniających elektryfikację punktów krytycznych, w rozwiązaniu tym redukuje się liczbę akumulatorów koniecznych na pokładzie. Oszczędza się zatem na nich. W takim układzie pojazd staje się lżejszy i tańszy, czyli odpisy amortyzacyjne z nim związane ulegają redukcji, co czyni taką inwestycję bardziej naturalnie ekonomicznie opłacalną;
- zmianą przebiegu tras i/czy zmianą kolejności obsługi poszczególnych punktów – przystanków na trasie, gdyż warianty elektryczne są mniej czułe na zmiany obciążenia i masy przewożonego ładunku niż tradycyjne odpowiedniki;
- organizacją baz – zajezdni w centrach miast, przykładowo w miejskich podziemnych parkingach. Wychodzi się z następującego kluczowego założenia: ponieważ pojazd elektryczny jest niemal bezgłośny, bezwibracyjny oraz nie emituje substancji szkodliwych, to:
 - służy głównie do zastosowania w miastach i ich okolicach, gdzie w największym stopniu istnieje możliwość spożytkowania jego wskazanych kluczowych zalet;
 - ze względu na przewidziany podstawowy zakres zadań baza takiego pojazdu powinna się znajdować jak najbliżej miejsc świadczenia przez niego usług przemieszczeniowych (miejsc konsumpcji usług transportowych), co oznacza lokalizację w centrach lub dzielnicach peryferyjnych. Powyższe pozwala ograniczyć straty czasu i energii na dojazdy;
 - istnieje możliwość bazowania w śródmiejskich parkingach, w tym nawet podziemnych, gdyż odmiany elektryczne nie emitują hałasu, zanieczyszczeń oraz wibracji;

- istnieje możliwość dowozu pasażerów przez linie podmiejskie, w tym dalekopodmiejskie, przy użyciu autobusów hybrydowych czy nawet spalinyowych, ale zasilanych gazem bądź ciekłymi paliwami alternatywnymi, do centrów przesiadkowych usytuowanych na obrzeżach miast/aglomeracji. Centra te można by powiązać z przystankami z parkingami typu *ride&drive*. W takim modelu komunikacyjnej kooperacji miejsko-podmiejskiej w pierwszym rzędzie wykorzystano by fakt, że pojazd elektryczny w pełni może wykazać swoje zalety podczas jazdy w godzinach szczytu, przy dużym załadowaniu i ze znaczną liczbą operacji start-stop. Niemniej taki system będzie się sprawdzał, gdy odpowiednio przebuduje się system komunikacyjny miasta, w tym miejskie sieci i łańcuchy komunikacyjne.

Analogiczne rozwiązanie da się zastosować w segmencie KEP czy w zaopatrzeniu sklepów. Wówczas pojazd wysokotonażowy – hybrydowy czy nawet czysto spalinowy, ale w obu przypadkach zasilany paliwem alternatywnym, dojeżdża do określonego miejsca na obrzeżach miasta – wybranego parkingu albo subhubu przeładunkowego, gdzie następuje: w przypadku sektora KEP – przeładunek z pojazdu o wyższym tonażu na lżejsze pojazdy w pełni elektryczne; w przypadku zaopatrzenia sklepów – przejęcie przez wersje nisko- bądź zeroemisyjne ładunku z pojazdu dowozowego, co w zależności od rodzaju przemieszczanych ładunków i wykonywanych zadań może się odbywać poprzez: przeniesienie specjalnego kontenera/nadwozia wymiennego, przeczepienie naczepy (z mocniejszego ciągnika dowozowego do tzw. lekkiego ciągnika miejskiego – *city tractor*) bądź przeładunek zbiorczych wózków/pojemników.

Tym samym w przypadku zamawiania wersji elektrycznych niezwykle ważna staje się bliska i rzeczowa współpraca pomiędzy zamawiającym takie pojazdy a ich sprzedawcą. Taka współpraca jest tu o wiele bardziej niezbędna niż w przypadku tradycyjnych odmian. Zagadnienie w pierwszym rzędzie odnosi się do tzw. maksymalnie zoptymalizowanego oraz dokładnego wyspecyfikowania potrzeb transportowych. Użytkownik musi więc bardzo dogłębnie i precyzyjnie przedstawić swoją specyfikę działania – wykonywane zadania, otoczenie funkcjonowania i interakcje z nim, przyszłe wymagania, możliwe zmiany w funkcjonowaniu swoim i swoich obsługiwanych partnerów, inne ewentualne czynniki. W połączeniu z rodzajem prac założonych do realizacji oraz – co odgrywa kluczową rolę – wybitnie zindywidualizowanym ich wykonywaniem tzw. wysoka indywidualizacja jednostkowa w myśl zasady, że każdy klient i jego przypadek są odmienni oraz *de facto* unikatowi, pozwala na dobór ostatecznej kompletacji pojazdu jak najbardziej zoptymalizowanej pod kątem konkretnych wymagań transportowych. Wskutek wdrożenia takiego podejścia uzyskuje się więc wysokie prawdopodobieństwo właściwego wyspecyfikowania pojazdu.

W takich realiach wprowadzanie przez miasta strategii proekologicznej niezaprzeczalnie musi się wykazywać wysokim stopniem eklektyzmu i holizmu oraz bezwzględnie powinno bazować na podejściu systemowym, przemyślanym i długo-

falowym. Musi być również wdrażane w sposób zintegrowany oraz centralnie koordynowany i nadzorowany. Eklektyzm oznacza otwartość na nowe trendy, zjawiska, idee. W efekcie wdrażany program – projekt musi się cechować dużą elastycznością, tak aby w przyszłości z relatywną łatwością dało się w nim wprowadzić konieczne korekty. Powyższe w zasadniczym stopniu stanowi pochodną zmian, jakie będą przebiegać nie tylko w otoczeniu, ale i w danej organizacji, których z powodu nielinearności ich zajścia w momencie zapoczątkowania wdrażania nie da się do końca przewidzieć co do siły, kierunku, charakteru i natężenia zajścia. Holizm oznacza natomiast podejście wybitnie systemowe. Kwestia dotyczy przede wszystkim tego, aby implementacja idei nowoczesnego miasta miała wymiar całościowy i systemowy, tym samym przekładając się na możliwość zajścia ekonomicznych, społecznych i ekologicznych efektów synergicznych. Zagadnienie odnosi się bowiem do tego, aby realizowane zadania nie przybierały postaci jednostkowych projektów, lecz stanowiły składową większej, przemyślanej, zintegrowanej całości. Przykładowo, jeśli miasto chce uruchomić linię obsługiwaną przez tabor w pełni elektryczny, to powinno zacząć myśleć nie tylko o zakupie samych autobusów elektrycznych i budowie koniecznej do tego infrastruktury towarzyszącej w postaci sieci z punktami ładowania oraz ewentualnie korektach przebiegu dotychczasowych tras czy/i wprowadzaniu nowych tras, lecz zacząć też kompletnie inaczej projektować skójarzoną przestrzeń miejską. Może więc się to wiązać m.in. z tworzeniem zielonych buspasów oraz zmianą organizacji ruchu, charakteru przystanków z jedynie punktów przesiadkowych na punkty lepszego aktywnego spożytkowania czasu, umiejscowieniem przystanków przy budynkach lub wręcz wewnątrz nich, lokalizacją mniejszych zajezdni pod budynkami w centrach, w tym głównie w dużych podziemnych parkingach, by znajdowały się jak najbliżej obsługiwanych tras. Może to uzupełniać inne projektowanie zielonych pasów ruchu, zielonych parkingów, terenów zielonych, ścieżek rowerowych, parków, skwerów itd. Co więcej, by zredukować koszty elektryfikacji, miasto powinno dążyć do tego, by dana ładowarka – autobusowa – obsługiwała jeszcze jak największą liczbę innych elektrycznych pojazdów, w pierwszym rzędzie wykonujących zadania na rzecz miasta i jego mieszkańców, jak tabor dystrybucyjny, komunalny czy eksploatowany przez przedsiębiorstwa z segmentu KEP. Niezwykle ważna pozostaje także eliminacja wszelkich punktów i/czy źródeł niepotrzebnych zanieczyszczeń, jak stare, nieekologiczne piece oraz wysoce zanieczyszczone paliwo. Cóż mianowicie z tego, że zastąpi się autobusy spełniające normę Euro 6 autobusami z w pełni elektrycznym napędem, jeśli równocześnie mieszkańcy dalej będą używać stare piece, mocno trujące atmosferę?

Dlatego należy stwierdzić, że wdrożenie do użytkowania elektrycznych środków transportu powinno, a *de facto* bezwzględnie musi, stanowić element realizacji długofalowej, przemyślanej strategii, a nie być swoistą odpowiedzią na modę – modę na ekologizację i samą elektryfikację. Nie powinno też polegać na spełnianiu żądań różnych grup nacisku, w tym przede wszystkim pseudoekologów, nieraz proponujących wszelakie, zazwyczaj wyrwane z głębszego kontekstu i/czy wybiórcze

wyjścia, bądź pełnić rolę kalki, nierzadko nieco „na siłę” próbującej przenieść na rodzimy odmienny grunt kompletnie obce propozycje. Elektryfikacja bezwzględnie nie może być także wdrażana jako odpowiedź na żądania polityków, niezależnie od przyświecających im intencji. Tym samym każdy użytkownik przed wdrożeniem powinien przeprowadzić niezwykle rzetelną i drobiazgową analizę wszelkich argumentów za i przeciw, ale przy całkowitym uwzględnieniu konkretnie jego specyfiki eksploatacji. Informacja o tym, że gdzieś zelektryfikowano transport miejski czy elektryczne samochody ciężarowe służą do dowozów dystrybucyjnych albo zaczyna się wdrażać warianty wodorowe, jest bowiem tylko pewną informacją, wymagającą dogłębnego sprawdzania ogółu towarzyszących temu czynników – całokształtu realiów i uwarunkowań otoczenia – ekonomiczno-społeczno-systemowych, a niekiedy wręcz nawet klimatycznych. Jest to działanie konieczne, gdyż już na samym początku może wydatnie pomóc w uniknięciu kardynalnych błędów. Fakt, że gdzieś zelektryfikowany system się przyjął i nawet dość sprawnie oraz efektywnie funkcjonuje, nie oznacza mianowicie, że łatwo i szybko da się go przenieść w kompletnie inną rzeczywistość życiową i biznesową. Powyższe wynika z tego, że gdzieś może być dostępna względnie tania i czysta energia elektryczna bądź nabywcy usług transportowych będą skłonni płacić nieco więcej, gdy te usługi są wykonywane przy pomocy w pełni ekologicznego – zeroemisyjnego taboru. Ewentualnie gdzieś indziej w naturalny sposób klimat bardziej sprzyja elektryfikacji, jak np. na południu Europy, w krajach z dużą liczbą słonecznych dni, mocno operującym słońcem czy praktycznie brakiem ujemnych temperatur i przejść przez tzw. zero. Ponadto w miarę wzrostu dochodu i standardu życia przeważnie rośnie tzw. ekologiczna świadomość społeczna. W następstwie m.in. tego przykładowo szwajcarscy operatorzy chętniej i szybciej wdrożą samochody wodorowe niż polscy, bo tamtejsze społeczeństwo z pewnością jest bardziej uwrażliwione na kwestie związane z ochroną przyrody i bogatsze niż polskie. Dlatego właśnie tak ważna okazuje się szeroka i głęboka indywidualizacja w podejściu, uwzględniająca jak najwięcej lokalnych realiów. Pod uwagę muszą być wzięte m.in.:

- koszty pozyskania energii elektrycznej i jej ekologiczny charakter – czy jest to energia „czysta”, czy „brudna”;
- konieczne inwestycje w infrastrukturę do ładowania – w główne sieci przesyłowe, dodatkowe lokalne sieci przesyłowe oraz w same punkty do ładowania;
- specyficzne lokalne warunki klimatyczne, terenowe oraz odnoszące się do rozmieszczenia głównych ośrodków miejskich i m.in. rodzaju zabudowy w nich;
- możliwość wsparcia energetyki systemowej przez rozproszone mikropunkty mogące w sposób pewny produkować energię elektryczną, jak biogazownie i minielektrownie przy tartakach. Taki rozproszony system dostaw energii doskonale sprawdzi się poza terenami miejskimi;
- zwrócenie uwagi na opłacalność elektryfikacji transportu bez systemu dotacji przy zakupie ekotaboru oraz wznoszeniu niezbędnej infrastruktury towarzyszącej. W tej analizie kluczową rolę odgrywa więc tzw. naturalna opłacalność eko-

nomiczna. Oczywiście, z drugiej strony, ze względu na potężne bariery wejścia – komercjalizacji – i tym samym dużą tzw. masę krytyczną, konieczne mogą się okazać jakieś formy wsparcia dla wdrożenia proekologicznych pojazdów. Niemniej taki protekcjonizm wychowawczy nie może trwać lata czy nawet całe dekady. Co gorsza, za jakiś czas równie dobrze może się okazać, że mimo wielkich funduszy przeznaczonych na elektryfikację nie osiągnięto w tym zakresie zamierzonych celów wydajnościowych albo społecznych i zamiast pójść do przodu, ostatecznie zmarnowano zasoby – czas i niemałe środki finansowe, uzyskując w zamian relatywnie niewiele... Szczególnie jak się rzetelnie policzy pełną emisję w tzw. obiegu zamkniętym „od koła do koła”. A może ostatecznie bardziej efektywne okazałyby się działania nad dalszym usprawnianiem jednostek spalinyowych i ogólnie tradycyjnego układu napędowego. Wystarczy tylko porównać, jak ewoluowały one na przestrzeni ostatnich ponad 120 lat, a jak w tym samym czasie zmieniły się możliwości w sferze przesyłania oraz magazynowania energii elektrycznej;

- ogólny poziom rozwoju ekonomicznego danego kraju, w tym m.in. PKB *per capita* czy średnie dochody na osobę oraz dochody wyliczone w oparciu o medianę i parytet siły nabywczej;
- rzeczywista zdolność społeczeństwa do płacenia na pewnym etapie więcej za ekologicznie czystsze/czyste dostawy – czy ma się tu do czynienia jedynie z poziomem deklaracyjnym, czy też autentycznie nabywcy są w stanie więcej płacić za wykonywane operacje transportowo-logistyczne, jeśli okazują się one mniej szkodliwe dla przyrody pod względem emisji zanieczyszczeń i hałasu;
- warunki klimatyczne, w tym przede wszystkim cechy klimatu negatywnie wpływające na gotowość techniczną i tym samym mobilność gwarantowaną przez pojazdy w pełni elektryczne;
- najpierw poszukanie innych, niejednokrotnie znacznie szybszych, prostszych i tańszych sposobów na ograniczenie emisji – przykładowo dodatkowy koszt związany z zakupem kilku elektrycznych pojazdów pozwoliłby na pokrycie wydatków na wymianę setek, jeśli nawet nie tysięcy starych, kopcących pieców do ogrzewania. Tylko że niejako przy okazji konieczna okazuje się kardynalna zmiana nawyków oraz świadomości części społeczeństwa w tej sferze. Tym gorsza jawi się więc polityka polegająca na wejściu w posiadanie niewielkiej liczby taboru elektrycznego przez firmy, służby i komunikację miejską, tylko po to, by tą drogą kupić sobie swoisty spokój ducha czy/i niejako promocyjnie wykazać, że przecież coś się robi w obszarze ekologizacji. Niemniej są to wyłącznie działania pozorne, czysto marketingowe, w pewnym sensie oszukujące interesariuszy i *de facto* całe społeczeństwo, nastawione na wywołanie pozytywnego odbioru. Występuje tu zatem pewien rodzaj „ekokłamstwa” i oszustwa. Tymczasem realnie więcej szkody dla środowiska zrobią dwa albo trzy stare piece opalane śmieciami niż jeden bądź dwa pojazdy z tradycyjnym układem napędowym, spełniające normę Euro 6. I nie jest to wyłącznie nasz polski problem.

W związku z tym to, że Norwegowie czy Szwedzi elektryfikują swój transport, bardziej powinno stanowić pewien punkt odniesienia na przyszłość, a nie krótkoterminowy cel podparty ideologicznie szkodliwym hasłem, że inni tak robią. Tak postępując obecnie (stan na rok 2022), wyrządzimy bowiem sobie i naszej przyrodzie więcej szkód niż korzyści.

Na tej podstawie należy więc stwierdzić, że do świadomie oraz odpowiedzialnie prowadzonej elektryfikacji transportu powinno się przystąpić dopiero wtedy, gdy już wcześniej skutecznie wyeliminuje czy przynajmniej się ograniczy inne źródła zanieczyszczenia powietrza, jak stare elektrownie węglowe lub stare piece do opalania domów albo stare pojazdy niespełniające najnowszych norm czystości spalin. Ponadto ważna jest wysoka samoświadomość ekologiczna społeczeństwa, u swojej podstawy składająca się z wielu drobnych, ale ekologicznie istotnych działań, jak lepsze wykorzystanie zdolności przewozowych taboru, w tym osobowego poprzez *carpooling* i *car sharing*, bądź rezygnacja z jazdy samochodem, gdy przy niewiele wyższym wydatku czasowym daną czynność da się wykonać w inny sposób, przykładowo idąc pieszo do pobliskiego sklepu. Dlatego tak ważną rolę w proekologizacji odgrywa wzrost efektywności spożytkowania posiadanych przez dane społeczeństwo zasobów przewozowych. W takim układzie może się zatem okazać, że niewiele gorsze cele w sferze sukcesywnego i zbalansowanego ekonomicznie oraz ekologicznie ograniczania emisji substancji szkodliwych da się uzyskać w prostszy sposób i przy mniejszym wydatku. Innymi słowy, na tym etapie, szczególnie w krajach mniej zamożnych i z wieloma innymi nierozwiązanymi problemami, elektryfikacja transportu powinna być wprowadzana dopiero po wyeliminowaniu innych poważnych źródeł zanieczyszczeń, jako kolejny etap tego złożonego, drogiego i wieloaspektowego procesu. Inaczej stanie się ona mianowicie jedynie bezwiedną drogą kalką, nieraz bezmyślnego, niejako modowego kopiowania czyichś rozwiązań w tej sferze. Obecnie bowiem na te rozwiązania może sobie pozwolić ktoś, po pierwsze, bogatszy, po drugie zaś, będący już na innym, wyższym poziomie zielonej transformacji swojej gospodarki, czyli produkujący energię elektryczną np. z atomu czy OZE, mający sprawnie zarządzany system transportowy, nowoczesną infrastrukturę oraz społeczeństwo świadome i odpowiedzialne ekologicznie.

Część z podanych zarzutów nie stanowi bezwartościowej krytyki, lecz raczej służy wskazaniu obszarów wymagających poprawy i usprawnienia oraz wskazuje na konieczność wdrożenia nowej filozofii działania, tak by elektryfikacja transportu nie stanowiła elementu mody albo prawnej konieczności, lecz wynikała z w pełni naturalnych przesłanek czysto biznesowych.

W takich realiach trzeba bezwzględnie stwierdzić, że wprowadzenie do eksploatacji pojazdów elektrycznych jest w pełni złożonym, wielowymiarowym procesem, a nie jedynie rozpoczęciem użytkowania taboru tego rodzaju. Wynika to z tego, że wprowadza się do stosowania nie same pojazdy, lecz pojazdy wraz z towarzyszącą im konieczną infrastrukturą oraz niezbędnymi usługami skojarzonymi – powiązanimi – okołoproduktowymi. Tym samym jest to złożony proces, w którym istotną rolę

odgrywa zmiana świadomościowa postrzegania elektryfikacji jako takiej – jest to kompletnie inna filozofia. Oprócz samych pojazdów należy bowiem przeprojektować zespół towarzyszących im elementów oraz czynności ich dotyczących. Może to przykładowo dotyczyć organizacji dostaw co do czasu, przebiegu, kolejności, w tym ich przeniesienia z godzin szczytu na godziny wieczorne lub wręcz nocne albo poranne, oraz niezwykle ścisłego powiązania wykonywanych operacji z samym ładowaniem. Ogólnie musi zostać wdrożony tzw. całościowy – kompleksowy ekosystem dla zelektryfikowanego transportu. W jego skład wchodzi więc m.in. analiza tras, sprawdzanie możliwych subwencji, wsparcie przy strategicznej integracji floty oraz rozwój odpowiedniej infrastruktury do ładowania, w tym nawet montaż własnej infrastruktury w postaci paneli fotowoltaicznych. Przykładowo holenderski dostawca usług logistycznych Simon Loos¹⁹ i jego tamtejszy klient – holenderska filia niemieckiej sieci supermarketów Lidl wykorzystują eActrosa, gdyż w krajowym porozumieniu klimatycznym uzgodniono, że od 2025 roku dziesiątki holenderskich gmin muszą ustanowić strefę zerowej emisji dla logistyki miejskiej/w miastach. Simon Loos i Lidl wraz z Mercedeselem robią to o trzy lata wcześniej, niż zakłada harmonogram, i robią to z własnego przekonania, wierząc, że to właściwa droga. Niemniej dla takich innowacji niezbędna okazuje się dobra współpraca, szczególnie gdy transport zelektryfikowany wciąż pozostaje stosunkowo drogi. Potrzeba więc zaangażowanego partnera, aby zawierał umowy w tej sprawie. Na szczęście Lidl był w stanie wesprzeć w tym Simona Loosa.

Planiści Simona Loosa zapewniają, że Mercedes-Benz eActros jest w drodze prawie 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu. Dzięki akumulatorom o pojemności 335 kWh pojazd wystarczy ładować tylko w nocy. Odbywa się to w centrum dystrybucyjnym Lidla w Almere, będącym najbardziej zrównoważonym centrum dystrybucyjnym Lidla w Holandii. Energia używana do ładowania eActrosa jest bowiem wytwarzana przez 7000 paneli słonecznych na dachu tego centrum dystrybucyjnego. Ponadto z tego nowego centrum jest zaopatrywanych 70 oddziałów w prowincjach Noord-Holland, Flevoland i Utrecht. eActros służy tu w najbardziej zrównoważony sposób. Wyjeżdża na drogę z pełnym ładunkiem i wraca do Almere z pełnym ładunkiem, gdyż natychmiast są wywożone ze sklepów wszystkie odpady, w tym papier i odpady resztkowe. Oznacza to, że śmieciarki nie muszą już jeździć do oddziałów, przez co Lidl wyraźnie zmniejsza liczbę ruchów transportowych.

Analogiczny model biznesowy zastosował inny holenderski przewoźnik – DSV²⁰, dla którego wdrażanie wariantów elektrycznych bez dotacji może nie być wcale komercyjnie trudne. Dywizja Air&Sea firmy DSV w Holandii opracowała mianowicie uzasadnienie biznesowe, dzięki któremu dwa ciągniki DAF

¹⁹ <https://www.simonloos.nl/simon-loos-passeert-anderhalf-miljoen-elektrische-kilometers/>; <https://www.simonloos.nl/simon-loos-en-lidl-slaan-nog-groenere-weg-in-met-eactros/2>

²⁰ <https://www.daf.nl/nl-nl/nieuws-en-media/news-articles/nl/2022/12-07-2022-win-win-bij-dsv-met-daf-cf-electric>

CF Electric na dłuższą metę będą tańsze niż odpowiedniki z silnikiem Diesla. Według jej własnych obliczeń próg rentowności wynosi siedem lat dzięki energii z paneli słonecznych, ścisłemu harmonogramowijazd i ładowań oraz eksploatacji samochodów na dwie zmiany. W połowie 2020 roku podmiot przeniósł się do nowej siedziby w parku biznesowym De Schakel w Eindhoven, gdzie na dachu ma 7000 paneli słonecznych, aby działać neutralnie pod względem emisji CO₂. Panele są częścią bardziej zrównoważonego łańcucha dostaw, w który inwestuje DSV i jest to również powód zakupu elektrycznego taboru. Wybrano CF Electric, gdyż z praktycznym zasięgiem ponad 200 km nadaje się on do pracy w zestawach: ciągnik z napędem elektrycznym/naczepa. W początkowej fazie używano zestawu do przewozów w regionie Eindhoven. Pojazdy jeździły między magazynami firm high-tech w Eindhoven i okolicach. Są to firmy również uważające, że zrównoważony rozwój i biznes neutralny pod względem emisji CO₂ mają pierwszorzędne znaczenie i chciałyby mieć zielony łańcuch dostaw.

Poza tym, ze względu na swoją wielkość i międzynarodowy zasięg w transporcie, DSV ma możliwość dokonania inwestycji w te elektryczne modele bez dotacji. Niemniej DSV złożył wnioszek o dotację w oparciu o program DKTI, ale nie został wylosowany. Biorąc pod uwagę amortyzację aut wraz z infrastrukturą do ładowania w ciągu siedmiu lat, wyniki uzasadnienia biznesowego są pozytywne, ale uwzględniają dotacje. W przyszłości CF Electric będą też transportować ładunki w nocy do i z lotniska Schiphol. DSV ma tam magazyn o powierzchni 20 000 m². Dzięki używaniu taboru w większej liczbie zmian, tj. w ciągu dnia w regionie Eindhoven oraz wieczorem i nocą między Schiphol a Eindhoven, możliwe staje się lepsze prowadzenie biznesu, a zarazem czas zwrotu dodatkowej inwestycji staje się krótszy. W ten sposób można odbyć tyle samo jazd tymi dwoma pojazdami elektrycznymi, co czterema odpowiednikami z silnikiem Diesla. Ta informacja także znalazła się w uzasadnieniu biznesowym.

Ponadto DAF dostarczył infrastrukturę do ładowania w DSV. Dotyczy to dwóch stacji ładowania, które umieszczono w zewnętrznych dokach. Stacje te są w pełni zasilane energią z paneli słonecznych. Są to najpotężniejsze stacje ładowania na rynku. Maksymalna moc ładowania podczas ładowania jednego auta wynosi 350 kWh. Jeśli ładowane są dwa w tym samym czasie, każdy słup dostarczy maksymalnie 175 kWh. Ładowanie odbywa się w trakcie załadunku i rozładunku. Samochody są wtedy w doku dostatecznie długo, aby wystarczająco się naładować. Głównie dlatego, że nigdy nie docierają tam z prawie rozładowaną baterią, ale zwykle z naładowaną w 40%. Wtedy ładowanie do 80% jest możliwe mniej więcej w czasie godziny. A w przypadku transportu lotniczego na Schiphol można naładować pojazd nocą na sąsiedniej stacji ładowania w regionie Schiphol. Następnie odłącza się ciągnik od naczepy, aby CF Electric mógł ładować się przez 2 godziny. Tyle czasu zwykle zajmuje załadunek lub rozładunek frachtu lotniczego.

W ten sposób dochodzi do tworzenia specyficznych więzi na linii klient – dostawca taboru na wszystkich koniecznych płaszczyznach kooperacji. Takie wymaga-

ne zmiany są już i w przyszłości tym bardziej będą zatem ukierunkowane na maksymalne uwzględnianie i spożytkowanie zalet elektrycznego taboru przy minimalizacji jego immanentnych wad. Można zatem wykorzystać to, że ze względu na samą charakterystykę pracy silnika elektrycznego napędzane przez niego środki transportu nie wykazują aż tak istotnej różnicy w zużyciu energii pomiędzy stanem w pełni załadowanym a stanem pustym, jak klasyczne odpowiedniki, a poziom emitowanego hałasu zalicza się do relatywnie niskich. Do tego być może należy przeanalizować przebieg dotychczasowych powtarzalnych tras i określić specyfikę każdej z nich. Ta specyfika w pierwszym rzędzie będzie się przejawiać poprzez wydzielenie punktów, w których w zaplanowany sposób pojazd stoi przez kilka czy kilkanaście minut. Taka zmiana może więc dotyczyć:

- W transporcie towarowym – planowania przejazdów, szczególnie tych realizowanych w powtarzalnych operacjach wahadłowych, polegającego na ustawieniu miejsc załadunku i rozładunku w takiej kolejności, aby wybrane z nich i obsługiwane w zadanej kolejności, gdy taka obsługa trwa nieco dłużej, były wyposażone w ładowarki/szybkie ładowarki, pozwalające na doładowanie na trasie. Takie doładowanie zwiększa zasięg i jednocześnie pozwala na zabranie mniejszej liczby ciężkich i drogich baterii, co z kolei przekłada się na wzrost ładowności użytecznej oraz zauważalny spadek ceny nabycia wariantu elektrycznego. Takie ładowarki:
 - będą zatem szczególnie wskazane do lokalizacji przy miejscach, w których załadunek/rozładunek trwa co najmniej kilka czy kilkanaście minut;
 - mogą być zasilane czystą i taną energią pozyskiwaną z paneli fotowoltaicznych. Takie panele bez problemu można zaś instalować na dachach/ścianach bocznych sklepów – marketów/dyskontów, magazynów, a wykorzystanie energii z nich pochodzącej wydatnie zmniejszy koszt każdego takiego doładowania i tym samym koszt (TCO) jeżdżenia taborem w pełni elektrycznym.Co ważne, ładowanie pojazdów elektrycznych w takich miejscach załadunku lub rozładunku może dotyczyć nie tylko wykonywania przewozów w klasycznej dystrybucji, lecz analogiczny wzorzec doładowania da się wdrożyć także w przewozach komunalnych. W tej sferze elektryczne śmieciarki mogą być doładowywane na trasie w lokalizacjach, gdzie załadunek śmieci w jednym miejscu trwa kilka minut, jak w odniesieniu do hoteli, obiektów biurowych czy przemysłowych. Co więcej, może to być energia tańsza, pozyskiwana z dachowych paneli zamontowanych w tych obiektach.
- W transporcie pasażerskim doładowania mogą się odbywać na przystankach końcowych, a szybkie – na przystankach zlokalizowanych w centrach. Przy tym, w przypadku miast posiadających sieć tramwajową czy trolejbusową sieć ładowarek można zlokalizować przy takiej sieci tramwajowej albo trolejbusowej, co przyspieszy i potani budowę koniecznej infrastruktury. Niemniej powyższe oznacza, iż linie obsługiwane przez w pełni elektryczne autobusy na swojej trasie powinny mieć co najmniej jeden punkt wspólny ze wspomnianą siecią

tramwajową lub trolejbusową. Przykładowo mogą to być wspólne centrum przedsiębiorstw i/czy pętle.

Ponadto należy rozważyć sens przeniesienia baz taboru w pełni elektrycznego jak najbliższej lokalizacji odbiorców finalnych, tak by w drodze do nich tabor ten niepotrzebnie nie pokonywał dużych dystansów z magazynów czy dużych hubów położonych na obrzeżach miast i aglomeracji, a wręcz często poza nimi. Warto zatem przeanalizować celowość wprowadzenia miejskich subhubów przeładunkowych bądź mikrohubów.

W takich realiach nowoczesne miasta mogą odegrać kluczową rolę w procesie kreowania zrównoważonego rozwoju świata²¹. Takie miasta przyszłości to bowiem przestrzeń zaawansowanego postępu społecznego oraz rewitalizacji przyrodniczej, ekologicznej i środowiskowej. Ponieważ jednymi z podstawowych wymogów człowieka są poruszanie się i zabezpieczenie podstawowych potrzeb, w nowoczesnym mieście szeroko dostępny, elastyczny i komfortowy transport stanowi kluczowy element, wokół którego dzisiaj powinny rozwijać się rozwiązania zrównoważonej mobilności. W takim układzie minimalizacja emisji zanieczyszczeń powietrza i hałasu w miastach, ściśle rzutująca na poprawę jakości powietrza, zmniejszenie zagęszczenia ruchu – jawią się jako niezwykle istotne aspekty tworzenia „zdrowych i przyjaznych ludziom” przestrzeni miejskich. Zatory komunikacyjne nie tylko generują niepotrzebne zanieczyszczenie, ale i obniżają atrakcyjność oraz jakość życia w danym miejscu. Dlatego właśnie w miastach tak kluczowe stają się rozwój oraz powszechny dostęp do ekologicznych środków transportu.

Jednocześnie tak pojęta przyszła mobilność wymaga zrozumienia złożoności planowania urbanistycznego, w tym wdrożenia rozwiązań zwiększających wykorzystanie pojazdów elektrycznych oraz obniżających koszty operacyjne. Szczególnie, że dzięki inteligentnemu i zrównoważonemu transportowi da się również stworzyć inteligentniejsze miasta, będące bardziej atrakcyjnym miejscem do życia i poruszania się. W związku z tym w przypadku transportu w miastach usługi i rozwiązania oferowane przez dostawców taboru są dostosowane do wszystkich ośrodków miejskich, w tym do specyficznych potrzeb rynków wschodzących, oraz szybko zmieniających się w układach ilościowym i jakościowym (wzrost i rozwój) mniejszych i średnich miast, dopiero rozwijających swoją infrastrukturę. Tym bardziej, że pojazdy w mieście muszą być i będą bardziej elastyczne i zwykle mniej kosztowne, ale przy tym muszą się cechować przyjaznością dla użytkownika oraz cichą i bezpieczną mobilnością. Dlatego właśnie propozycją mogącą zaspokoić te wymagania jest postępująca elektryfikacja pojazdów. Technologie elektryfikacji mogą bowiem znacząco poprawić funkcjonalność i efektywność kosztową przy odpowiednim doborze źródeł energii. Kwestia dotyczy ilości zaoszczędzonych litrów tradycyjnego paliwa rocznie, co może się przyczynić do znacznej redukcji kosztów z tego tytułu.

²¹ Solaris, materiały wewnętrzne.

Podsumowanie

Obecne zmiany społeczne zachodzą niezwykle dynamicznie i nieraz w sposób nieliniowy, a charakteryzowane są przez takie zasadnicze tendencje, jak szybka urbanizacja, wzrost globalnej liczby ludności, nowe technologie, rozwijający się e-commerce, nowe wymogi i wyzwania społeczne oraz dekarbonizacja i wzrost wymogów co do jakości powietrza, szczególnie w miastach. Zmiany klimatyczne to temat, na który należy odpowiednio ukierunkowywać prowadzone działania i rozwiązywać związane z tym problemy na całym świecie. Powyższe w znacznym stopniu dotyczy więc transportu, w tym drogowego, oznaczając konieczność jego ekologizacji na drodze do pełnej dekarbonizacji. W takim układzie sektor drogowego transportu towarowego pracuje nad nową przyszłością, w której większą uwagę zwraca się na rozwój zrównoważony i podtrzymawalny. W obliczu tego nowego podejścia wszyscy gracze w sektorze poszukują rozwiązań pozwalających na osiągnięcie scenariusza zerowej emisji w perspektywie co najmniej średnioterminowej. Koncentrując się na zrównoważonym rozwoju i zmniejszeniu presji kosztowej, jednocześnie dochodzi się do promowania rozwoju i i użytkowania pojazdów mogących się przełożyć na bardziej przyjazną dla środowiska przyszłość¹. Zgodnie z tym trendem w zakresie wdrażania paliw alternatywnych oraz alternatywnych zespołów napędowych europejski sektor towarowego transportu drogowego w odniesieniu do samochodów klas tonażowych średniej i ciężkiej znajduje się w swoistej fazie przejściowej. Z jednej strony specyficzne, nieraz zresztą słuszne naciski co do konieczności zamiany rozwiązań napędowych opartych na płynnych produktach przerobu ropy naftowej – głównie oleju napędowym – powodują, że pewnych alternatywnych rozwiązań poszukuje się nieco „na siłę” i bardziej po to, by coś udowodnić, a nie tu i teraz (stan na rok 2022) odnieść konkretne, namacalne korzyści ekonomiczne i ekologiczne. Oczywiście testy koniecznych, bardziej ekologicznych technologii trwają i muszą trwać, niemniej niesamowicie się je wręcz „fetyszyzuje” – każdy szanujący się dostawca taboru stara się, zgodnie z wyznaczonym trendem, być bardziej „eko”, niezależnie od tego, czy poza pseudoekologicznymi i poprawnie politycznymi przesłankami przemawiają za tym też inne, racjonalne względy. Dlatego zamiast przeprowadzania złożonych i wieloletnich niezbędnych testów prototypów następuje uruchamianie i wdrażanie do normalnej eksploatacji wyrobów z tzw. produkcji małoseryjnej czy partii przedseryjnych. *De facto* są to zwykle jeszcze egzemplarze testowe, które muszą przechodzić sprawdziany, lecz niektórzy producenci, na wyrost, wolą nazywać je para-/przedprodukcyjnymi – to brzmi bardziej dumnie i pozwala wykazać, że się

¹ <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-and-Alpega-Group-partner-on-decarbonisation-services-on-their-path-towards-a-zero-emission-transportation-ecosystem.aspx>

uruchomiło produkcję „seryjną”. To, że taką ona rzeczywiście nie jest, schodzi tu na drugi plan – liczy się bowiem informacja wysłana do przestrzeni medialno-inwestorskiej, z odpowiednim przekazem. Czy ten przekaz ma wiele wspólnego z realiami, to już inna sprawa. A zatem ogół obecnie analizowanych zamienników tradycyjnego napędu i tradycyjnego paliwa ciekłego w porównaniu z nimi naznaczony wciąż jest pewnymi istotnymi niedoskonałościami.

W przypadku gazu, po przezwyciężeniu tzw. bariery mocy – czyli zbyt niskich uzyskiwanych przez jednostki gazowe maksymalnych mocy i momentów obrotowych oraz pomijając już kwestię dostępności niezbędnej sieci stacji – infrastruktury do tankowania, wciąż pojawia się problem ograniczonego zasięgu. Dlatego na początku tej dekady gaz stanowi całkiem racjonalny – po części ekonomiczny, po części ekologiczny – wybór w odniesieniu do przewozów realizowanych w miastach oraz na poziomie lokalnym i krajowym, w sferze obsługi ruchu na dalekich dystansach zaś zasadnicza kwestia dotyczy tego, czy przewoźnik chcący używać warianty gazowe zaakceptuje fakt, iż na jednym tankowaniu pokonuje się średnio 1/4 tego (około 1400-1500 km wobec nawet 6000 km), co dzisiaj zapewnia maksymalna pojemność (bez ADR) zbiornika na olej napędowy (czyli do 1500 l). Przy tym zasilane gazem egzemplarze dalekodystansowe lepiej się sprawdzą – tzn. wykażą więcej swoich zalet, gdy nie będą musiały operować przy masie całkowitej zbliżonej do dopuszczalnej i po trudnych topograficznie trasach.

W przypadku elektryczności zasadnicze jej zalety wynikają z zalet samego silnika elektrycznego, tzn. charakterystyki jego pracy (maksymalne moc i moment dostępne niemal od zera obr./min), bardzo wysokiej sprawności, cichobieżności (niższa emisja hałasu niż przez jednostki spalinowe), łatwości lokalizacji (przykładowo zamiast jednego centralnego silnika mniejsze silniczki w piastach kół, co powoduje, że da się projektować już pojazdy o całkowicie odmiennej architekturze niż obecna), mimo wszystko niezbyt wysoka masa własna (w porównaniu z masą własną spalinowych odpowiedników). Sam silnik elektryczny wykazuje zatem jedynie niezaprzeczone zalety. Dlaczego w takim razie implementacja napędów w pełni elektrycznych trwa tak długo i wiąże się jednak z wieloma kluczowymi przeciwnościami? Odpowiedź leży gdzie indziej – nie w samym silniku elektrycznym, lecz w tym wszystkim, z czym musi on współpracować i co okazuje się niezbędne do jego prawidłowego funkcjonowania. A są to elementy strategiczne w tej układance w postaci magazynowania energii oraz jej przesyłania. I z tymi swoistymi wyzwaniem ludzkość nie może sobie poradzić *de facto* od momentu, w którym w ogóle zaczęła mieć do czynienia z elektrycznością, czyli dłużej, niż w odniesieniu do napędów opartych na silnikach spalinowych.

Wciąż bowiem ludzkość nie potrafi:

- efektywnie przesyłać energii elektrycznej w sposób bezprzewodowy, co oznacza konieczność inwestycji w drogą i niemobilną infrastrukturę przesyłową;
- magazynować energii tak samo efektywnie jak od dawna umie już magazynować ciekłe i gazowe produkty przerobu ropy naftowej oraz różne gazy. Istnieje

jące, chociaż ostatnio stale polepszane akumulatory, co wynika ze stawiania na elektryczność w transporcie drogowym, wciąż obarczone są kluczowymi wadami, istotnie ograniczającymi możliwość ich wykorzystywania w postaci zbyt wysokich ceny i masy, zbyt niskiej pojemności, powodowanych strat energii, zbyt krótkiego cyklu życia z punktu widzenia montażu w pojazdach oraz problemów z utylizacją.

Do tego w przypadku elektryczności dochodzi element niewystępujący w innych technologiach. Jeśli bowiem zasila się ten sam typ silnika spalinowego tym samym rodzajem paliwa, w porównywalnych warunkach eksploatacyjnych będzie się on odznaczał taką samą emisją substancji szkodliwych, niezależnie od tego, czy będzie używany w Polsce, czy w innych krajach. Naturalnie pewne specyficzne dodatki do paliwa, charakterystyczne dla danego dostawcy, mogą wpływać na sam proces spalania i osiągi silnika. Te różnice przy tych samych normach jakościowych dla paliw w tych rozważaniach odgrywają jednak rolę drugorzędą. Natomiast w przypadku elektryczności prąd może być „czysty” bądź „brudny” – ta różnica jest kolosalna, o wiele większa, niż dla rozróżnienia „czystego” i „brudnego”, np. zasilanego paliwa: „czysty”, gdy pochodzi ze źródeł w pełni odnawialnych, jak woda czy wiatr ewentualnie atom – energia atomowa, „brudny”, gdy wytwarza go się w oparciu o kopaliny głównie w postaci węgla kamiennego i brunatnego. Co więcej, energia „czysta” ekologicznie okazuje się też energią taną, podczas gdy energia „brudna” – węglowa nie tylko nie jest ekologiczna, ale, wskutek obciążeń, może także być energią drogą – w układach zarówno bezwzględny, jak i względny. W takiej rzeczywistości zagadnienie celowości elektryfikacji różnie się będzie prezentować w różnych krajach. Inaczej na tę problematykę spojrzysz w bogatej i prośrodowiskowej Skandynawii, mającej ponadto dostęp do taniej i „czystej” energii, inaczej w biedniejszej Polsce, jeszcze przez lata naznaczonej przez dostępność energii drogiej oraz „brudnej”. W rezultacie obecnie (stan na rok 2022) te wyjścia związane z elektryfikacją transportu, które sprawdzą się w Norwegii, Szwecji albo Finlandii, niemal kompletnie nie zdadzą egzaminu w Polsce z powodów powszechnie znanych i wielokrotnie podkreślanych. I o tym należy bezwzględnie pamiętać. Tymczasem napędy tradycyjne niemal wszędzie wiązały się ze zbliżonymi wyzwaniem, szansami, zagrożeniami oraz paletą możliwych wdrożeń.

W takich realiach na chwilę obecną napędy elektryczne są wdrażane przede wszystkim w środowisku miejskim, głównie aglomeracyjnym – wielkomiejskim, gdyż tam zwraca się baczniejszą uwagę na ochronę przed hałasem i zanieczyszczeniami, z kolei kwestia zasięgu nie odgrywa aż tak newralgicznej roli – tzn. już dzisiaj zabezpieczane dzienne zasięgi na poziomie około 200-250/300 km w normalnej eksploatacji okazują się w pełni wystarczające.

Jednocześnie tradycyjny napęd z jednostką wysokoprężną jest stale udoskonalany, co powoduje w jakimś wymiarze utrzymywanie przez niego tzw. naturalnej konkurencyjności. Napędy tradycyjne bowiem charakteryzują się stale poprawianymi osiąganymi (mocami i momentami obrotowymi) i wzrastającą sprawnością, w po-

wiązaniu ze spadkiem zapotrzebowania na paliwo oraz redukcją emisji substancji szkodliwych, w zasadniczej mierze wymuszoną przez przepisy prawa (normy Euro).

Tym samym aktualnie (stan na rok 2022) w sferze implementacji paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych sektor znajduje się w niezwykle ciekawej fazie przejściowej, która może jeszcze potrwać lata – dekady, a którą charakteryzuje równoczesna wielość dostępnych, po części alternatywnych wyjść. Mimo mianowicie dostępnych wielu możliwości, żadna z nich nie wykazuje zupełnej (deklasującej) przewagi nad innymi. Nie istnieje więc jedno idealne rozwiązanie, we wszelkich wymiarach satysfakcjonujące wszystkich czy niemal wszystkich. Najlepiej ten stan opisuje Scania stwierdzeniem „tu i teraz oraz przypadek po przypadku” oraz że transport nie może liczyć na jedno uniwersalne antidotum przeciw zmianom klimatu. To oznacza, że niezbędne okazuje się podejście nawet nie sektor po sektorze, ale powiązane lokalizacja po lokalizacji i klient po kliencie. Pewne propozycje, całkiem dobrze zdające egzamin i wykazujące tzw. naturalną opłacalność ekonomiczną u jednego podmiotu funkcjonującego na danym terenie w danych warunkach, u innego podmiotu, nawet z tej samej branży, ale w innej lokalizacji oraz z innymi klientami i warunkami podatkowymi, okażą się całkowicie nietrafione. W takim razie w tym samym czasie gdzieś u kogoś sprawdzi się gaz, u kogoś innego – biogaz, ktoś inny będzie wykorzystywał energię elektryczną, a jeszcze ktoś inny pozostanie przy tradycyjnym oleju napędowym. Dlatego wszyscy gracze zwracają uwagę, że eksploatacja odmian w pełni elektrycznych i hybrydowych prezentuje się kompletnie inaczej niż w przypadku tradycyjnych odpowiedników z silnikami spalinowymi. Jest to bowiem kompletnie inna filozofia – podejście do samego użytkownika – sposobu/metod jego realizacji.

Przede wszystkim wdrażanie alternatywnych zespołów napędowych, analogicznie jak samych paliw alternatywnych, wymaga podejścia niezwykle indywidualnego. Tę indywidualizację trzeba rozpatrywać na kilku połączonych płaszczyznach. Punkt wyjścia stanowi tu stwierdzenie, iż każdy klient/użytkownik jest inny, tzn.:

- funkcjonuje w określonym otoczeniu prawnym, fiskalnym i społecznym, które może pewne jego działania wspierać, inne zaś utrudniać czy wręcz uniemożliwiać;
- ma swoją własną strategię działania obecnie i w przyszłości, w tym co do samego podejścia do paliw alternatywnych czy/i alternatywnych zespołów napędowych, określoną taką a nie inną lokalizację, takie a nie inne (składowe miękkie i twarde) zasoby ludzkie i rzeczowe, w tym tabor określonego rodzaju i w określonej ilości, określone relacje z takimi a nie innymi partnerami biznesowymi (dostawcami i odbiorcami) w określonych lokalizacjach oraz wykonuje na ich rzecz takie a nie inne zadania przewozowe co do rodzaju (typ ładunku i jego masa), środowiska i specyfiki samego przemieszczania (lokalizacja punktów nadania i odbioru, topografia pokonywanych tras, w tym konieczność jazdy w warunkach górzystych i górskich z ładunkiem o określonej masie i w zadanym czasie, częstotliwość i pora – dzień/noc – dokonywanych operacji, częstotliwość operacji start-stop, częstotliwość załadunku i rozładunku itp.).

Do tego dochodzą takie kwestie, jak:

- ewentualna dostępność paliw alternatywnych (gaz, biogaz, energia elektryczna) w określonych lokalizacjach, w określonym czasie, na określonych warunkach technicznych (przykładowo szybkość tankowania/ładowania) i po określonej cenie;
- możliwość uzyskania dopłat do zakupu bardziej ekologicznego taboru;
- możliwość uzyskania różnorakich ulg z tytułu eksploatacji bardziej proekologicznego taboru (niższe podatki czy/i opłaty za przejazd określonymi rodzajami dróg);
- w przypadku wariantów elektrycznych – przyszła dostępność akumulatorów o określonych parametrach na danych warunkach ekonomicznych oraz wyzwania związane z ostateczną utylizacją akumulatorów po zakończeniu ich rynkowego życia;
- dopuszczenie do ruchu w tzw. strefach ograniczonej emisji hałasu i spalin, jak centra miast;
- dodatkowe wymagania stawiane przez zleceniodawców usług przewozowych i ich zdolność do pokrycia ewentualnie wyższych kosztów z tym związanych. Wymogi te mogą dotyczyć przykładowo realizacji dostaw w ramach tzw. zielonej logistyki;
- ewentualna zdolność nabywców do płacenia więcej za bardziej ekologiczne dostawy czy obsługę, co z kolei może stanowić istotną barierę wdrożeniową w społeczeństwach biedniejszych i/czy mniej wrażliwych na stan środowiska naturalnego. I tych jakże ważnych kwestii społeczno-ekonomicznych lekceważyć nie można, bo mogą one być kluczową przeszkodą w ekologizacji przewozów. Tym bardziej, że kwestia dotyczy nie samej deklaratywnej chęci ponoszenia opłat za droższe ekoprzewozy, ale rzeczywistego płacenia za nie.

Niezwykle ważne pod względem implementacji pozostają jeszcze dwie połączone kwestie: z jednej strony, na ile sami przewoźnicy są zainteresowani szybszym wprowadzaniem do eksploatacji proekologicznego taboru – szybszym, niż tego wymaga prawo, samemu sobie w tej sferze wyznaczając ambitne cele prośrodowiskowe, i z drugiej, na ile w tym swoim szczytnym podejściu mają wsparcie ze strony zleceniodawców usług transportowych oraz ich klientów, gotowych płacić więcej za bardziej ekologiczne, wciąż droższe przemieszczanie. Ponieważ zarazem nawet najbardziej ekologicznemu przewoźnikowi musi się zgadzać rachunek ekonomiczny, jeśli takiego realnego, a nie jedynie deklaratywnego, wsparcia nie otrzyma, czyli gdy przewoźnik za bardziej ekologiczny fracht nie dostanie większej zapłaty, nawet najbardziej wzniosłe plany będą skazane na porażkę w starciu z niesprzyjającymi realiami.

Tym samym zawsze będą aktualne dyskusje odnoszące się tylko do wybranych aspektów dotyczących różnych alternatywnych technologii napędowych, takich jak efektywność energetyczna². W rzeczywistości na tym etapie efektywność ener-

² <https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=51879307&ls=L2VuL2luc3RhbmNIL2tvLnhodG1sP29pZD00ODM2MjU4>

tyczna okazuje się wyższa w przypadku napędów akumulatorowych niż wodorowych. Niemniej konieczny jest tu całościowy obraz. Oprócz efektywności energetycznej, dla udanego przejścia na technologie zeroemisyjne decydujące znaczenie mają bowiem dostępność odpowiedniej infrastruktury oraz dostępność wystarczającej ilości zielonej energii. To zapotrzebowanie na energię można zaś szybko i tanio pokryć tylko obiema technologiami. W przyszłości mało który kraj na świecie będzie mianowicie w stanie być samowystarczalny w sferze zielonej energii po konkurencyjnych cenach. W związku z tym państwa będą musiały zaangażować się w globalny handel źródłami energii neutralnymi pod względem emisji CO₂. Kluczową rolę będzie tu odgrywał zielony wodór, niewykluczone że w przyszłości sprzedawany po bardzo atrakcyjnych cenach. Do tego mogą dochodzić korzyści pod względem kosztów i technicznej wykonalności infrastruktury wodorowej oraz większe zasięgi, elastyczność i krótsze czasy tankowania dla klientów. Dlatego warianty na wodór mogą być realną opcją dla użytkowników głównie w trudnych operacjach długodystansowych, a szczególnie pod względem całkowitego kosztu posiadania – nawet jeśli efektywność energetyczna bywa niższa. Co do kwestii najlepszego rozwiązania transportowego, to efektywność energetyczna stanowi ważne, ale dalece niewystarczające kryterium.

Z tego niezbitnie wynika więc, że wdrażanie alternatywnych zespołów napędowych wymaga bardzo elastycznego podejścia. Rozwiązania zaproponowane jednemu odbiorcy mogą zupełnie nie pasować drugiemu, mimo że działają oni w zbliżonym środowisku. Niemniej dopłaty, dostępność określonych paliw na określonych wyspecyfikowanych warunkach, ograniczenia prawne i w ruchu oraz inne składowe mogą powodować, że coś, co sprawdza się w jednym przypadku, w innym może się okazać kompletnie nietrafione. Zwraca się wręcz uwagę na odmienności wynikające nawet nie z rodzaju przewozów i miast, ale dzielnic i klientów. Przykładowo inne mogą być wymogi w stosunku do kompletacji 3-osiowej śmieciarki obsługującej klientów instytucjonalnych, rzadko się zatrzymującej, przeważnie jednorazowo zabierającej cięższe ładunki i jeżdżącej po głównych drogach, a inne w stosunku do takiej śmieciarki odbierającej nieczystości z prywatnych posesji i w związku z tym często się zatrzymującej, doładowywanej stopniowo lżejszymi ładunkami oraz zazwyczaj pokonującej wąskie, osiedlowe uliczki. W odniesieniu do pierwszej wciąż szereg zalet może wykazać tradycyjny układ w pełni spalinowy, w odniesieniu do drugiej należy przemyśleć celowość wdrożenia zespołu hybrydowego lub w pełni elektrycznego.

Oznacza to zatem kompletny tzw. miks paliwowo-energetyczny, wiążący się z potrzebą wdrożenia w tej sferze tzw. pełnej komodalności – strategii/polityki komodalności. Kwestia dotyczy tego, że wszystkie opcje w obszarze paliw i napędów alternatywnych muszą współdziałać i współistnieć, co pozwoli – a przynajmniej w jakimś wymiarze powinno pozwolić – na eliminację części z ich głównych wad przy uwypukleniu najważniejszych zalet. W takim układzie nie powinno się wobec tego „na siłę” promować jednych technologii kosztem drugih, lecz raczej stwarzać

– kreować systemowe warunki, by dalszy rozwój w tej sferze zachodził w sposób maksymalnie naturalny, a ewentualna ingerencja w te procesy co najwyżej przybierała formę koniecznych stymulacji i korekty w zadanych kierunkach, nie zaś nieprzemysłanych działań, podejmowanych, bo wypada coś w tej materii zrobić ewentualnie niezbędne okazuje się przypodobanie określonym grupom interesu bądź wpływu. Dlatego współpraca jest konieczna, żaden pojedynczy uczestnik pracujący samodzielnie nie jest w stanie zidentyfikować i opracować wszystkich rozwiązań, które przyniosą korzyści społeczeństwu, państwu i przedsiębiorstwom.

W takiej sytuacji niezwykle ważne staje się, by samochody ciężarowe neutralne pod względem emisji CO₂ były konkurencyjne. W neutralnym pod względem emisji CO₂ transporcie towarowym przyszłości nacisk jest kładziony na ceny emisji CO₂ – gdyż oprócz odpowiedniej technologii pojazdu oraz niezbędnej infrastruktury ładowania i tankowania, ekonomia stanowi główny czynnik dla użytkowników samochodów ciężarowych. Decydujące narzędzia mają organy regulacyjne.

Samochody ciężarowe neutralne pod względem emisji CO₂ są obecnie (stan na rok 2022) znacznie droższe niż konwencjonalne odpowiedniki. W związku z tym potrzebne są ramy polityczne, aby zapewnić zarówno popyt, jak i gospodarcze wsparcie dla takiej ekologicznej przemiany. Oprócz więc zachęt dla technologii neutralnej pod względem emisji CO₂ konieczny może się okazać system podatkowy oparty na poziomach emisji CO₂. System handlu uprawnieniami do emisji okazuje się mianowicie zasadniczą dźwignią redukcji emisji gazów cieplarnianych. Przy tym gracze gospodarczy potrzebują pewności planowania. Tym samym w ramach swojego systemu handlu uprawnieniami do emisji UE powinna wprowadzić przejrzystą, stabilną ścieżkę cen minimalnych. Ponieważ istnieją silne konstytucyjne sprzeczności wobec opodatkowania CO₂ na poziomie UE, nie ma alternatywy: trzeba zobowiązać się do handlu emisjami, jeśli do 2050 roku chce się być neutralnym dla klimatu. Obecnie (stan na rok 2022) zagadnienie dotyczy stworzenia odpowiednich ram i warunków, aby w pełni elektryczne pojazdy neutralne pod względem emisji CO₂ były konkurencyjne – innymi słowy, stanowiły najlepszy wybór dla klientów.

Warto wskazać, że sami przedstawiciele koncernów podkreślają, że bez elastycznego i skutecznego wsparcia finansowego ze strony władz, głównie na szczeblu krajowym, i wielopłaszczyznowego wsparcia udzielanego przez jednostki rządowe i samorządowe wdrażanie alternatyw w stosunku do tradycyjnych paliw i zespołów napędowych okaże się długotrwałe, niezwykle drogie, uciążliwe oraz obarczone wieloma dodatkowymi ryzykami. Tylko takie konkretne wsparcie może procesy proekologizacji taboru wyraźnie przyspieszyć. Wsparcie to miałyby obejmować przykładowo:

- dopłaty do zakupu pojazdów – refundację części kosztów czy zwolnienie z podatku VAT lub innych analogicznych obciążeń, jak akcyza,
- dopłaty do paliwa, jak np. do kg/m³ gazu lub kWh energii;
- większe dopłaty do paneli słonecznych – instalacji fotowoltaicznych, jeśli będą one służyły do ładowania pojazdów elektrycznych,

- zwolnienie ciekłych paliw alternatywnych – ciekłych zamienników oleju napędowego z wszelkich podatków, a przynajmniej z większej części z nich,
- prawne uznanie pojazdów hybrydowych – mogących poruszać się w trybie w pełni elektrycznym – stosowanych w operacjach dystrybucyjnych i komunalnych za równoważne wariantom w pełni elektrycznym,
- możliwość produkcji energii na własne potrzeby, w tym do ładowania pojazdów elektrycznych, w oparciu o panele słoneczne, wiatraki, biogazownie, minielektronownie na odpady drzewne, z możliwością sprzedaży do sieci energetyki systemowej jedynie występujących nadwyżek.

Poza tym, szczególnie w odniesieniu do elektryfikacji, wydaje się, że opowiadający się za nią całkiem celowo przemilczają pewne niewygodne dla siebie fakty, umyślnie marginalizując negatywne znaczenie (wydźwięk) wielu zagrożeń, deprecjonując konkurencyjne technologie tradycyjne oraz umiejętnie pomijając własne niedostatki. Co gorsza, na niezależną, pozbawioną szkodliwego lobbingu dyskusję w tej materii się raczej szybko nie zanosi. By taka debata się odbywała, wzorem Szwecji, konieczne są bowiem odpowiednie polityka państwa oraz świadomość społeczna. Gdy tych głównych elementów brakuje, zasadniczy przekaz zostaje przejęty przez działania promocyjno-marketingowe poszczególnych dostawców, zainteresowanych jedynie promowaniem swoich rozwiązań i w związku z tym nie zawsze przekazywaniem na ich temat do końca prawdziwych wiadomości, a nie dogłębną analizą i rzeczową wymianą poglądów, a tym bardziej wszechstronną – pogłębiającą i poszerzoną analizą. Tymczasem obecnie elektryczność nie zawsze okazuje się taka dobra, systemy i paliwa tradycyjne zaś nie są aż tak złe, jak się je niekiedy próbuje przedstawiać.

Dlatego też, niekiedy wbrew szumnym hasłom i szczytnym ideom oraz zapowiedziom, rozwój elektryfikacji w towarowym transporcie drogowym przebiega bardzo powoli. Faktycznie obecnie (stan na rok 2022) branża znajduje się na etapie testowania przez klientów w realnych warunkach ruchu drogowego i w normalnej eksploatacji funkcjonalnych prototypów. Poszczególni wytwórcy wskazują przy tej okazji oczywiście, że uruchomili już produkcję seryjną zelektryfikowanego taboru. Realnie jest to jednak produkcja małoseryjna – niszowa, a jej całkowita wielkość odpowiada zaledwie jednemu czy dwóm dużym kontraktom flotowym na warianty tradycyjne. Dlatego elektryfikacja pojazdów użytkowych nie może być dokonywana wyłącznie przez ich wytwórców i użytkowników. Dostosowanie międzybranżowe i wsparcie rządowe będą również istotne dla ustanowienia skutecznych przekształceń w całej logistyce i w łańcuchach dostaw. Aby odnieść sukces w tym poważnym przedsięwzięciu, niezbędne są wspólne działania sektorów publicznego i prywatnego.

W przypadku elektryfikacji bezwzględnie konieczna jest współpraca torująca drogę dla zelektryfikowanego transportu ładunków³. W tym kontekście przyjmuje się, że elektryfikacja transportu samochodowego okazuje się długofalowo niezbęd-

³ <https://closer.lindholmen.se/nyheter/unikt-samarbete-banar-vag-elektrifierade-godstransporter>

na, aby można było zmniejszyć wpływ ciężkiego ruchu drogowego na klimat i zdrowie, oraz stanowi ważny krok w kierunku zrównoważonego społeczeństwa. Wymaga zatem połączenia sił wielu graczy – interesariuszy, by najpierw przetestować zelektryfikowany system transportu towarowego, zanim nastąpi jego wprowadzenie na dużą skalę w danym kraju. Tym bardziej, że ta zmiana będzie bardziej złożona, niż się początkowo wydaje. Podważa bowiem dotąd ugruntowany system o wielkim znaczeniu dla każdego państwa.

Generalnie elektryfikacja – ze względu na towarzyszące jej niemałe koszty i wyzwania – wymaga nowych sposobów pracy i porozumień w systemie transportowym oraz w jego łańcuchach wartości. Wywiera rozległy i bezpośredni wpływ na wielu interesariuszy. Nigdy też jak dotąd, ze względu właśnie na owe koszty i wyzwania bezwzględnie konieczna okazuje się współpraca z państwem i jego instytucjami, w tym wręcz bezpośrednie zaangażowanie państwa w rozwiązywanie poważnych, wielorakich problemów i przewyciężanie licznych barier, w pierwszym rzędzie związanych z koniecznymi niemałymi inwestycjami infrastrukturalnymi. Przy tej okazji pojawiają się pytania o wspólne zasoby, zasady gry, luki instytucjonalne, podział kosztów i ryzyka oraz zmiany w zachowaniu. Kwestie te muszą zostać wysunięte na pierwszy plan i wymagają wyjaśnienia. W związku z tym wszelkie implementowane projekty muszą – a przynajmniej powinny – skupiać przedstawicieli producentów samochodów ciężarowych, przedsiębiorstw zajmujących się siecią elektroenergetyczną, przedsiębiorstw energetycznych, operatorów stacji ładowania, przewoźników, odbiorców usług przewozu ładunków oraz podmiotów publicznych. Wspólnie powinni oni rozwijać w praktyce elektryfikację transportów ciężarowych.

Testy z różnymi graczami są niezbędne, aby odnieść sukces w dokonywaniu prawdziwej zmiany. Przykładowe pytania dotyczą tego, jakie zmiany zachowań są wymagane, jak zmieniają się modele biznesowe oraz jak zarządzanie publiczne najlepiej przyczynia się do zmiany. Powyższe stanowi wyraźny przykład demonstracji systemów, które mogą zarówno zyskać pełną akceptowalność, jak i w znacznym stopniu przyczynić się do zmian. Przy tym dzięki doświadczeniu i danym z jednych testów w rzeczywistym środowisku, rozwiązania z takich projektów mogą być rozszerzone na kolejne regiony. Niemniej, jak wskazano, wszelkie projekty muszą również uwzględniać specyficzne, jednostkowe wymagania wdrożeniowe. Jednak jawią się one jako ważny pierwszy krok w kierunku elektryfikacji na dużą skalę, w której niezbędna jest współpraca między podmiotami biznesowymi a państwem, dodatkowo wzmocniona znaczącymi inwestycjami w infrastrukturę ładowania.

Jednocześnie przed każdym jednostkowym – indywidualnym wprowadzeniem należy się zająć kwestiami dotyczącymi:

- źródeł pozyskania zelektryfikowanego taboru, na tym etapie zdecydowanie droższego niż tabor tradycyjny,
- źródeł finansowania wejścia w eksploatację zelektryfikowanego taboru,

- rozwoju, w tym finansowania, infrastruktury niezbędnej do ładowania, przy założeniu konieczności uwzględnienia już na etapie projektowym wzrostu liczby pojazdów ładowanych w ciągu dnia, by uniknąć kolejek w porach, gdy wiele osób chce naładować swój pojazd w tym samym czasie,
- wykorzystania tego, że zelektryfikowane pojazdy są ciche podczas transportu, załadunku i rozładunku; w rezultacie wiele operacji w większym stopniu może się odbywać w nocy, aby wykorzystać niewielkie wówczas obciążenie infrastruktury drogowej,
- przygotowania nowych modeli funkcjonowania łańcuchów logistycznych – ważna pozostaje kwestia, w jaki sposób zoptymalizować przepływy logistyczne i harmonogramy wykonywania zadań pod kątem kierowców, pojazdów, stacji ładowania i stanowisk załadunkowych, aby zminimalizować przestoje taboru i możliwie najefektywniej w układach czasowym, kosztowym i środowiskowym wykorzystać wszelkie zaangażowane zasoby,
- sposobów publicznego zarządzania i wsparcia, w tym finansowego, mogących skutecznie promować dalszy rozwój ekologicznej transformacji.

Wydaje się, że pierwszy etap wdrażania zaawansowanych elektrycznych prototypów, pochodzących z tzw. małoskalowej produkcji, zajmie jeszcze co najmniej 2-3 lata, przynajmniej do roku 2024. Co więcej, da się odnieść nieodparte wrażenie, że po wcześniejszym, *de facto* krótkim okresie zachłystywania się elektryką, aktualnie (stan na rok 2022) wytwórcy zachowują się w sposób zdecydowanie bardziej zachowawczy, pomijając silną promocję. Zamiast więc elektrycznej rewolucji następuje powoli realizowana drobna i realnie bardzo niszowa ewolucja, wdrażana nie zgodnie z podejściem krok po kroku, ale kroczek po momencie postępu i zastanowienia oraz dogłębnej analizy. Nawet czołowi wytwórcy, o których mowa w pracy, wprowadzają zelektryfikowany – głównie w pełni elektryczny – tabor niezwykle powoli. Pierwsze egzemplarze, nieco na wyrost nazywane produkcyjnymi (małoseryjnymi/przedprodukcyjnymi), pochodzą z tzw. flot badawczych czy flot innowacji. Co więcej, nawet ci, którzy oficjalnie podają, że dostarczają już egzemplarze seryjne, sami wskazują, że serie te liczą niewiele egzemplarzy. Kwestia dotyczy bowiem tego, że na tym etapie wdrażanie wariantów zelektryfikowanych ściśle wiąże się z tym, jak to robić w sposób maksymalnie zoptymalizowany także w układzie ekonomicznym, by osiągnąć tzw. naturalną celowość implementacji. To zaś nierozzerwalnie wiąże się ze stałym uczeniem, eliminowaniem na bieżąco wad oraz poszukiwaniem nowych wdrożeń czy/i nowych sposobów realizacji dotąd istniejących wdrożeń, by zredukować koszty czy/i zwiększać przychody. Oczywiście kryzys energetyczny spowodowany wojną na Ukrainie nieco zdynamizował elektryfikację – przyspieszono pokazywanie premierowych modeli oraz wdrażanie wariantów elektrycznych w kolejnych, dotąd raczej trudno elektryfikowalnych aplikacjach. Niemniej nie zmienia to jednego – takie przyspieszenie, wywołane bardziej czynnikami strategiczno-politycznymi niż ekonomicznymi, musi mieć solidne podstawy technologiczne i niezawodnościowe, tzn. te premierowe auta muszą się sprawdzić

w eksploatacji i wykazać swoją opłacalność użytkową. Gdy ich zabraknie a czynnik polityczny straci na znaczeniu, liczba nowych propozycji może zwyczajnie spaść.

Znamienne jest także, że żaden z liczących się dostawców taboru samochodowego klas tonażowych średniej i ciężkiej dotąd nie przygotował w pełni elektrycznego modelu zaprojektowanego całkowicie od podstaw, a wszystkie dotychczas proponowane odmiany tej kategorii stanowią zelektryfikowane wersje standardowych odmian tradycyjnych – z klasycznym napędem z silnikiem wysokoprężnym. Takie umiarkowane podejście wykazuje pełne uzasadnienie użytkowe i ekonomiczne (kosztowe) – komercjalizacja może się odbywać szybciej i jest obciążona mniejszą liczbą tzw. chorób wieku dziecięcego, a wszelkie ryzyko oraz koszty wdrożenia i późniejszego wykorzystania ulegają znacznej redukcji.

Niemniej docelowo, za co najmniej dwie dekady, większość stawiających na elektryczność liczy, że floty samochodów ciężarowych z napędem elektrycznym w ciasnych środowiskach miejskich zapewniają wydajniejszą dystrybucję ładunków, która jednocześnie oszczędza zasoby. Szczególnie, że auta o napędzie elektrycznym pozwolą na ciche i wolne od spalin dostawy, które mogą być realizowane w nocy. Oznacza to mniej samochodów ciężarowych i więcej miejsca dla mieszkańców w ciągu dnia oraz jednocześnie kompletne przemodelowanie dotychczasowego schematu funkcjonowania zaopatrzenia.

Wykorzystanie paliw alternatywnych oraz alternatywnych zespołów napędowych niezaprzeczalnie przyczynia się do znacznej redukcji emisji substancji szkodliwych oraz zmniejszenia hałaśliwości. W bogatych, dbających o stan przyrody społeczeństwach zachodnich elementy te są na tyle istotne, że znajdują odzwierciedlenie w postaci obowiązywania szeregu nakazów i zakazów, dotyczących przykładowo poruszania się w centrach miast w ogóle czy w określonych godzinach albo możliwości uzyskania dotacji na zakup bardziej proekologicznego taboru i ulg podatkowych w trakcie jego eksploatacji. Mimo tych oczywistych zalet i zachęt – stosownej polityki ze strony władz różnych szczebli, realne zyskiwanie na popularności przez alternatywne paliwa i napędy zależy od kilku istotnych uwarunkowań natury ekonomicznej, eksploatacyjnej, społecznej, technicznej i infrastrukturalnej. By mianowicie nabywca wybrał pojazd użytkowy zasilany zamiennikiem oleju napędowego, bazujący wyłącznie na układzie elektrycznym czy systemie opartym jeszcze na mieszanym układzie z silnikiem wysokoprężnym, musi z tego tytułu widzieć szeroko rozumiane, namacalne korzyści, do tego w całym przewidywanym okresie eksploatacji. Pod względem ekonomicznym proekologiczny tabor musi więc być odpowiednio tańszy w użytkowaniu – tzn. wyższą cenę zakupu i możliwe dodatkowe nakłady na obsługę winny zawiązką rekompensować ewentualne ulgi w podatkach i opłatach oraz mniejsze wydatki na paliwo/energię, w przypadku gazu uwzględniające też mogące wystąpić jego wyższe jednostkowe zużycie, ale przy niższej cenie jednostkowej. W przypadku czynnika eksploatacyjnego ważne pozostaje, by pojazd nie wymagał wielu dodatkowych usług, by uzupełnianie paliwa/energii odbywało się w jak najprostszym sposobie i jak najszybciej, a zamontowane zbiorniki/akumulatory

ry zapewniały zasięg na akceptowalnym poziomie, nie ważyły zbyt wiele oraz nie zajmowały zbyt dużo miejsca. Element społeczny oznacza, że zakupowi bardziej proekologicznych, w szczególności zasilanych gazem aut, nie powinny towarzyszyć wyimaginowane i niemające pokrycia w rzeczywistości uprzedzenia, jak te dotyczące bezpieczeństwa. Uwarunkowanie natury technicznej oznacza, że parametry, w tym głównie osiąganą moc i moment obrotowy, muszą być porównywalne z parametrami, jakimi w danej klasie samochodów charakteryzują się jednostki diesla. Na w pełni porównywalnym poziomie musi również kształtować się zasięg uzyskiwany na jednym tankowaniu bądź ładowaniu. Ostatnia kwestia dotycząca infrastruktury oznacza zaś, że dostęp do paliw alternatywnych musi być taki sam bądź przynajmniej zbliżony do dostępu do paliw tradycyjnych.

W tym kontekście kluczową rolę odgrywa sprawienie, by pomimo tylu wyzwań i przeszkód jak najszybciej samochody ciężarowe neutralne pod względem emisji CO₂ stały się konkurencyjne⁴. Oprócz odpowiedniej technologii pojazdu oraz niezbędnej infrastruktury ładowania i tankowania, ekonomia stanowi bowiem główny czynnik przy dokonywaniu jakichkolwiek inwestycji, w tym przez użytkowników taboru towarowego. Dlatego przede wszystkim w neutralnym pod względem emisji CO₂ transporcie towarowym przyszłości nacisk powinien być kładziony na ceny emisji CO₂, w myśl zasady, że im wyższa jest ta emisja, tym wyższe są koszty dostępu/jazdy/wykonanej pracy przewozowej. Zarazem klienci podejmują racjonalne decyzje zakupowe. Z jednej strony, nie chcą iść na kompromis w kwestii przydatności taboru do codziennego użytku, tonażu i gamy swoich samochodów – lecz z drugiej strony, to samo dotyczy obecnych kosztów (stan na rok 2022), kwestia dotyczy bowiem stworzenia odpowiednich ram i warunków, aby w pełni elektryczne pojazdy neutralne pod względem emisji CO₂ były konkurencyjne – innymi słowy, stanowiły najlepszy wybór dla odbiorców. Decydujące narzędzia do egzekwowania tego mają organy regulacyjne. Szczególnie, że warianty neutralne pod względem emisji CO₂ są obecnie (stan na rok 2022) znacznie droższe niż ich konwencjonalne odpowiedniki.

Tym bardziej na znaczeniu zyskuje rzeczywistość zdolność społeczeństwa do płacenia na pewnym etapie więcej za ekologicznie czystsze/czyste dostawy – czy ma się tu do czynienia jedynie z poziomem deklaratywnym, czy też autentycznie nabywcy są w stanie więcej płacić za wykonywane operacje transportowo-logistyczne, jeśli okazują się one mniej szkodliwe pod względem emisji zanieczyszczeń i hałasu dla przyrody.

⁴ Na podstawie materiałów wewnętrznych Scanii i Daimlera – Mercedesa.

Zasadnicze wnioski badawcze, wskazania, zalecenia, rekomendacje i wytyczne

Analiza zamieszczonych w pracy danych i informacji skłania do przedstawienia następujących zasadniczych wniosków badawczych, wskazań, zaleceń oraz wytycznych.

1. Obecny etap ekologizacji transportu, w tym głównie jego elektryfikacji, nie odbywa się w sposób naturalny, gdyż konieczne tu technologie wciąż nie osiągnęły wystarczającego stopnia do tzw. naturalnej komercjalizacji, lecz zachodzi wskutek decyzji czysto politycznych, w pierwszym rzędzie wynikających z przesłanek ekologicznych i geostrategicznych. Tym samym to przemysł motoryzacyjny wraz z branżami wspierającymi powinien być w stanie przedstawić ekologiczne propozycje – produkty w pełni satysfakcjonujące użytkowników, a nie być do tego przymuszany aktami prawnymi i kreowaniem pewnej mody, szczególnie na elektryczność. Tymczasem wiele składowych i od strony budowy samych pojazdów, i koniecznego rozwoju infrastruktury towarzyszącej, w tym ładowania, wciąż pozostaje niegotowych. Na dopracowanie głównie szeroko pojętych technologii akumulatorowych trzeba tymczasem wielu lat czy nawet dekad, analogicznie jak w odniesieniu do niezbędnej ewolucji i transformacji samej infrastruktury ładowania. Niemniej już się z tym wiążą oraz będą się wiązać wysokie i stale rosnące koszty, które ostatecznie poniosą społeczeństwa. A chęć ponoszenia większych kosztów za ekotransport w biedniejszych społeczeństwach będzie zdecydowanie niższa niż w bogatszych. I naciski polityczne mogą tu niewiele zmienić, a nawet wywołać pewien opór we wdrażaniu, przede wszystkim zaś gdy w tych analizach uwzględni się pełną stronę wydatkową.
2. Coraz silniejsza presja w krajach Europy Zachodniej na wdrażanie systemu zrównoważonego, proekologicznego transportu powoduje, że stale rosnąca rzesza producentów pojazdów użytkowych różnych klas i typów oferuje rozwiązania powstałe z myślą o tzw. ekomobilności. Producentów tych generalnie można podzielić na trzy zasadnicze grupy. Do pierwszej należą podmioty, które zaczęły funkcjonować w sektorze motoryzacyjnym od razu w celu przygotowania wybitnie prośrodowiskowych środków transportu kołowego. Są to podmioty dwóch rodzajów:
 - uprzednio zupełnie niezwiązane z motoryzacją i dopiero potem wchodzące do tego sektora,
 - przedtem w ogóle nieistniejące, a następnie funkcjonujące nierzadko jako start-upy.

Dla tych pierwszych takie przygotowanie oznacza więc dywersyfikację i zróżnicowanie dotychczasowej działalności, dla tych drugich stanowi działalność podstawową – główną. Następne dwie grupy obejmują graczy przedtem

związanych z motoryzacją. Do jednej zalicza się przedsiębiorstwa w przeszłości produkujące odmiany tradycyjne, lecz ze względu na obecny trend w ramach procesu elektryfikacji uzupełniające czy wręcz zastępujące je wersjami hybrydowymi – spalinowo-elektrycznymi lub w pełni elektrycznymi. Natomiast ostatnia grupa zawiera firmy wytwarzające dotąd pewne rodzaje pojazdów, w tym także elektryczne, i potem – na podstawie tych wydań elektrycznych – budujące kolejne takie wydania, ale kompletnie innego rodzaju niż pierwotnie powstające i wobec tego skierowane do całkowicie odmiennej kategorii nabywców. Doskonałym przykładem dostawców taboru zaliczonych do tej czwartej grupy są dotychczasowi wytwórcy autobusów, którzy weszli do sektora ciężarówek. Systemy napędu elektrycznego opracowane z myślą o autobusach miejskich po niewielkich modyfikacjach da się bowiem wprowadzić do klasycznych ciężarówek dystrybucyjnych bądź komunalnych. Takie rozwiązanie już kilka lat temu zaczęli wdrażać wytwórcy oferujący jednocześnie autobusy i ciężarówki. Co więcej, okazało się, że w lżejszych i mniejszych autobusach z powodzeniem można montować systemy napędowe stosowane w cięższych autach osobowych, o czym świadczy wykorzystanie elektrycznego układu napędowego z BMW w minibusie Karsan Jest. Takie oparcie się na tych samych układach bazowych wykazuje oczywiście pełne uzasadnienie techniczne, kompletacyjne, eksploatacyjne i kosztowe – układy te bez większych problemów da się instalować i w samochodach, i w autobusach, z kolei ich bardziej masowa dostępność powoduje, że stają się one tańsze i zdecydowanie bardziej przystępne.

Ze sprzedających autobusy jako pierwszy na wdrożenie swoich systemów napędów elektrycznych w ciężarówkach zdecydował się holenderski VDL. Nie zaproponował on jednak własnej ciężarówki czy ciężarówek, lecz w tym celu nawiązał kooperację z rodzimym, bo też holenderskim i też pochodzącym z Eindhoven, DAF-em. Kooperacja ta polega na montażu przez DAF-a w pojazdach serii CF elektrycznych układów napędowych VDL. O duży krok dalej niż VDL zdecydował się jednak pójsć hiszpański Irizar, do tego momentu kojarzony głównie z autobusami i autokarami, w tym miejskimi autobusami elektrycznymi. Postanowił on mianowicie wejść do segmentu do tej pory dla siebie obcego – miejskiego transportu towarowego. W tym celu skonstruował od podstaw w pełni elektryczną ciężarówkę, oznaczoną jako Ie truck.

3. Tradycyjne, stale udoskonalane silniki i napędy będą jeszcze stosowane przez co najmniej kilkanaście lat – trudno tu oczywiście podać konkretne ramy czasowe, aczkolwiek dzisiaj wskazuje się co najmniej na lata 2040 czy nawet 2050. Z przyczyn wskazanych wyżej napędy tradycyjne najdłużej utrzymają się w przewozach na dalekich dystansach oraz w wielu rodzajach przewozów specjalizowanych i specjalistycznych, aczkolwiek możliwe tu są pewne rozwiązania hybrydowe, jak tzw. hybryda wspomagająca, o czym świadczy chociażby ciekawa propozycja fińskiej firmy Sisu. Poza tym trzeba zauważyć, że warianty z napędami alternatywnymi czy na paliwa alternatywne są zasadniczo przeznaczone

na rynki unijne. Tymczasem wszyscy główni gracze prowadzą także biznes poza Europą, gdzie popyt na takie auta, może oprócz Chin i Ameryki Północnej, praktycznie nie istnieje. I nie będzie istniał z wielu przyczyn jeszcze przez dekady. Biedne państwa w Afryce, Azji czy Ameryce Południowej trapione są bowiem innymi problemami, niż ekologia i związane z nią zanieczyszczenie przyrody. Nie one zresztą za nie odpowiadają, lecz bogaty Zachód. W związku z tym rodzą się ciekawe wyzwania. Z jednej strony potentaci wciąż, zapewne przez kolejne dziesięciolecia, muszą utrzymać produkcję silników spalinowych, by móc dalej dokonywać sprzedaży poza starym kontynentem. To zaś oznacza dalszą konieczność inwestowania w te jednostki, w tym w ich rozwój. Silniki spalinowe nadal więc będą proponowane i zapewne nawet w samej Europie za wiele lat znajdą się chętni, by pomimo możliwych kar czy zakazów użytkować tabor przez nie napędzany. Zarazem to skupienie się świata zachodniego na sobie i rozwoju technologii generalnie dla siebie od dawna doskonale wykorzystują Chińczycy i Rosjanie. Inwestują mianowicie w Azji i Afryce, tam sprzedając swoje samochody, zdecydowanie mniej zaawansowane technicznie, lecz tego właśnie oczekuje tamtejszy klient – prostej konstrukcji, a nie wyrafinowanych rozwiązań. Walka toczy się też o kraje arabskie. Zachodnie koncerny muszą więc wciąż mieć produkty także dedykowane na inne rynki, by z nich nie wypaść, tym samym niejako na własne życzenie ograniczając wielkość produkcji i w rezultacie swoją zdolność konkurencyjną.

4. Szybkość komercjalizacji pojazdów na paliwa alternatywne w pewnym stopniu zależy także od wystąpienia kilku sprzyjających elementów po stronie użytkowników pojazdów oraz ich klientów – zleceniodawców usług przemieszczania. Te elementy ściśle się ze sobą wiążą i oddziałują na siebie oraz dotyczą świadomości prośrodowiskowej, a są nimi:
 - Po stronie przewoźników – stawianie własnych celów głównie w sferze redukcji emisji CO₂. Są to nieraz cele nawet o wiele ambitniejsze co do szybkości tej redukcji, niż wyznaczone w przepisach unijnych. Powyższe może więc przyspieszać przechodzenie na pojazdy nisko- i szczególnie zeroemisyjne – w pełni elektryczne. Tego typu podejście już cechuje wybranych przewoźników zasadniczo w krajach najbogatszych i z bardzo świadomymi ekologicznie społeczeństwami, takich jak w pierwszym rządzie państwa skandynawskie – Norwegia, Szwecja, Finlandia, Dania – oraz Holandia, Szwajcaria czy Austria. Podejście takie okazuje się szczególnie pożądane i zarazem efektywne w przypadku elektryfikacji, gdyż pozwala na ładowanie zelektryfikowanych samochodów zieloną energią elektryczną pochodzącą z własnych paneli fotowoltaicznych czy farm wiatrowych. Poza tym taka strategia sprawdza się w odniesieniu do biogazu – pozyskiwanego lokalnie i na miejscu stosowanego jako paliwo do zasilania gazowego taboru. Inne analogiczne rozwiązanie stanowią biopaliwa wytwarzane i tankowane lokalnie.

- Po stronie zleceniodawców – gotowość/zdolność do płacenia sprawiedliwie i ekwiwalentnie więcej za usługi przewozowe, jeśli są one realizowane bardziej ekologicznym sprzętem. Poza zjawiskiem konkurencyjnych cen gazu w stosunku do cen oleju napędowego generalnie takie bardziej ekologiczne przewozy bywają zwyczajnie droższe. Kluczowa pozostaje zatem świadomość zleceniodawców, że w obecnych realiach przewozy dokonywane za pomocą wariantów głównie zelektryfikowanych są i jeszcze przez następne lata pozostaną droższe niż analogiczne przewozy wykonywane klasycznymi odpowiednikami ze spalinowymi jednostkami napędowymi.

Ważna jawi się w takim razie właściwa świadomość społeczna, że na aktualnym etapie ekologizacja transportu wiąże się niestety z koniecznością ponoszenia wyższych opłat za fracht, wyrównujących przewoźnikom wciąż niezwykle wysokie koszty elektryfikacji transportu drogowego. I albo te wyższe koszty skompensują sami zamawiający, albo państwa poprzez politykę różnorakich ulg czy/i dopłat, co oznacza finansowanie akceleracji transformacji paliwowej/energetycznej z pieniędzy publicznych, czyli podatników.

- Ścisła współpraca zleceniodawców i przewoźników przy wdrażaniu bardziej ekologicznego taboru. Ze swojej strony zleceniodawca może pomóc przewoźnikowi, przykładowo montując przy hali magazynowej ładowarkę, która będzie stosowana do zasilania stojącego pojazdu zelektryfikowanego prądem pozyskiwanym ekologicznie z paneli fotowoltaicznych zlokalizowanych na dachu tego magazynu czy z farmy wiatrowej na terenie danego centrum logistycznego. Podobna sytuacja może wystąpić przy dostawach biogazu bądź biopaliwa, obu pozyskiwanych lokalnie i używanych w pojazdach poruszających się po danym regionie.
5. Podaż paliw alternatywnych w postaci ciekłych „olejowych” zamienników oleju napędowego z naturalnych powodów jest i pozostanie ograniczona. Dlatego zamienniki te od samego początku są traktowane jako uzupełnienie – niszowe paliwa komplementarne, a nie pełnowartościowy substytut oleju napędowego (niszowa komplementarność uzupełniająca, a nie wyraźna substytucja). Analogiczna sytuacja odnosi się w znacznej mierze do etanolu jako paliwa.
 6. Obecnie gaz przez niemal wszystkich producentów OEM jest traktowany jako wyjście czasowe, tzn. wdrażane wobec braku innej alternatywy, równie łatwej do wprowadzenia, sprawdzonej pod względem technologicznym, relatywnie taniej, z dosyć tanim i łatwo dostępnym paliwem oraz od dekad znaną i dość dobrze dopracowaną technologią układu napędowego. W związku z tym przyjmuje się, że rozwiązania gazowe są suboptymalną propozycją na tę dekadę, co najwyżej z opcją przesunięcia – z obecnej perspektywy i przy obecnym stanie wiedzy – maksymalnie do 2035 roku. Dlatego jedni gracze, jak DAF, aktualnie w ogóle nie inwestują w rozwiązania gazowe, inni inwestują w nie na ograniczoną skalę – jak Renault – wyłącznie w autach na krótkie dystanse, jak dystrybucja i służby komunalne, a inni zrezygnowali z oferowania stosownych odmian, jak Mercedes

i MAN. Jedynie Scania, Volvo i IVECO stawiają na systemy gazowe, w tym Scania i IVECO niezwykle mocno – stąd szeroka paleta dostępnych propozycji, łącznie z pewnymi wdrożeniami specjalistycznymi, jak w budownictwie czy w straży pożarnej w przypadku IVECO.

7. Samo użytkowanie odmian gazowych, poza tankowaniem, pozostaje zbieżne z użytkowaniem tradycyjnych odpowiedników – tzn. pomijając kwestię tankowania oba te rodzaje środków transportu da się wykorzystywać *de facto* w analogiczny sposób co do przebiegu samego procesu transportowego w przewozach określonego rodzaju – przy założeniu, że wersje gazowe nadal nie są w stanie w pełni zsubsydiować wersji tradycyjnych przy cięższych pracach czy/i w bardziej wymagającym terenie. Natomiast wdrożenie aktualnie wersji szczególnie w pełni elektrycznych wymaga przede wszystkim kompletnie innego podejścia do samej filozofii eksploatacji, w tym m.in. wprowadzenia nowego systemu planowania przebiegu tras w ścisłej korelacji z miejscami załadunku/rozładunku – zagadnienie dotyczy możliwości organizowania ładowania na trasie, w trakcie załadunku/rozładunku, by przy danej pojemności baterii zwiększyć zasięg bądź przy danym zasięgu ograniczyć liczbę i masę baterii zamontowanych na pokładzie.
8. Niezwykle ciekawą ekologicznie opcję, chociaż w naturalny sposób mocno ograniczoną od strony podażowej, stanowi biogaz. Co ważne, może on być dostępny lokalnie, z wielu potencjalnych źródeł i w sposób wybitnie zdywersyfikowany pod względem rozmieszczenia, a jego stała podaż przez wiele lat pozwala na ekonomiczne i ekologicznie neutralne użycie na skalę relatywnie istotną dla wykonanej pracy przewozowej, szczególnie w obsłudze rolnictwa, przewozach dystrybucyjnych, komunalnych i lokalnych czy lokalnym budownictwie i drogownictwie.
9. Pomimo licznych ograniczeń po stronie podażowej paliwa odnawialne, takie jak np. biometan i biodiesel, w okresie przejściowym mogą odegrać pewną pozytywną rolę w realizacji celów redukcji emisji CO₂ opartych na naukowych podstawach.
10. Elektryczność jest dzisiaj uważana za jedyne wyjście gwarantujące zerową emisję substancji szkodliwych przez same pojazdy oraz ich ograniczoną hałaśliwość. Jednak zarazem obciążona jest wieloma istotnymi wadami implementacyjnymi, które zapewne skutecznie będą jeszcze rozwiązywane przez lata, a może i dziesięciolecia.
11. Elektryczne układy napędowe ostatecznie zastąpią większość innych, alternatywnych rozwiązań w chwili przestawienia się na transport niezależny od paliw kopalnych. Nim jednak sektor będzie dysponować odpowiednim rozwiązaniem w kwestii akumulatorów, ekosystem mobilności w dużej mierze nadal będzie zależny od silników spalinowych, zasilanych paliwami nieodnawialnymi. Jeszcze za wcześnie, aby z nich rezygnować. Nadal w większości zadań zapewniają najlepsze połączenie redukcji emisji i całkowitego kosztu użytkowania w porównaniu z innymi napędami alternatywnymi.

12. Czyste napędowe układy hybrydowe stanowią wyjście tymczasowe – subop-
tymalne, w myśl zasady „zerowa emisja tam, gdzie to konieczne, Euro 6 tam,
gdzie to możliwe”, do czasu, aż systemy w pełni elektryczne osiągną najlepiej
pełną naturalną opłacalność ekonomiczną. Przy czym ciekawe wyjście może sta-
nowić zasilanie hybryd ciekłymi paliwami alternatywnymi. Wówczas takie po-
jazdy, w sytuacji dalszej niedoskonałości i niekonkurencyjności napędów w peł-
ni elektrycznych, jeszcze w latach 30. tego stulecia mogą stanowić interesującą
kosztową i eksploatacyjną alternatywę. Tym bardziej, że wraz z dalszym postę-
pem w rozwoju napędowych technologii klasycznych i w pełni elektrycznych
będą w stanie połączyć jazdę w trybie w pełni elektrycznym – z zasięgiem rzędu
150-200 km, z jazdą na silniku spalinowym, przy zasięgu rzędu 1200-1500 km,
a nawet większym.
13. Tak zwane miękkie, lekkie hybrydy (*mild hybrid*), bez opcji jazdy w trybie
w pełni elektrycznym, sprawdzają się głównie w pojazdach/zestawach wielo-
tonowych, w tym operujących w trudnych warunkach drogowych czy/i często
pokonujących tereny góryste lub górskie. W pierwszym rzędzie z powodze-
niem mogą być one więc wprowadzone w szosowych podwoziach i ciągnikach
siodłowych występujących w zestawach wydłużonych i megawydłużonych,
o podwyższonej dopuszczalnej masie całkowitej – zestawy klasy SEC-MLHV/
MLHZ – HCT/HCV – o długości ponad 24-25,25 m i dopuszczalnej masie cał-
kowitej powyżej 50 000-60 000 kg – oraz w transporcie ponadgabarytowym ma-
sowym, superciężkich zestawach wywozających dłużyce z lasu czy wywrotkach
kopalnianych. Do tego mogą dochodzić pojazdy pożarnicze, gdy wymagane
są znaczne przyspieszenia, jak przykładowo lotniskowe warianty ratowniczo-
gaśnicze. System hybrydowy z akumulatorem o małej pojemności gromadzi tu
energię w trakcie hamowania, wspomagając wówczas tradycyjny układ napędo-
wy. Energia ta jest następnie spożytkowywana podczas większego zapotrzebo-
wania na moc, jak przy ruszaniu, wyprzedzaniu bądź wjeździe na strome, w tym
szczególnie długie, wzniesienia. Taki wspomagający lekki system hybrydowy
należy do relatywnie tanich, a może przyczyniać się nie tylko do ograniczania
zużycia paliwa, ale i do mniejszego zużycia elementów układów napędowego
i hamulcowego oraz wzrostu ogólnego bezpieczeństwa jazdy.
14. Już na tym etapie, dzięki cichobieżności, elektryfikacja pojazdów powoduje, że
w trakcie poruszania się w trybie w pełni elektrycznym pewne zadania mogą one
wykonywać w porach dnia dotychczas niewskazanych do realizacji prac tego
rodzaju. Kwestia dotyczy dystrybucji – dostaw do sklepów czy restauracji oraz
odbioru odpadów w godzinach wieczornych, nocnych bądź wczesnoporannych.
Dotychczasowe próby wykazały, że takie dostawy mogą się odbywać szybciej
i taniej ze względu na mniejsze natężenie ruchu ulicznego o tych porach oraz
– co równie ważne – odciążają nieco ciągi komunikacyjne w godzinach szczy-
tu. Poza tym, ze względu na brak emisji jakichkolwiek spalin w trakcie jazdy,
pojazdy elektryczne mogą wjeżdżać do wnętrza budynków, takich jak magazyny

czy nawet galerie handlowe, co może przyspieszyć i ułatwić takie zaopatrzenie. Tym samym może dojść do ukształtowania się kompletnie nowych modeli biznesowych w sferze dostaw w miastach, w tym w ramach tzw. ciężkiej miejskiej logistyki ostatniej mili.

15. Wielkie nadzieje wiąże się z wodorem. Niemniej na tym etapie nadal towarzyszy temu wiele niewiadomych i wyzwań, jak w sferze produkcji i dystrybucji oraz samych napędów. Dlatego układy bazujące na wodorze, w tym gazowe silniki wodorowe oraz ogniwa paliwowe, zapewne stanowią będą następnym krokiem po klasycznej elektryfikacji, a po 2040 czy 2050 roku klasyczne systemy w pełni elektryczne i systemy wodorowe będą współistnieć.
16. Napędy wodorowe mogą być lepszym rozwiązaniem, szczególnie w przypadku elastycznych i wymagających prac w ważnym segmencie transportu ciężkiego i w obsłudze ruchu długodystansowego. W przypadku stosowanych w nich pojazdów elektrycznych obowiązują jednak te same zasady, w tym ekonomiczne i użytkowe, co w przypadku konwencjonalnych odpowiedników. Przy wyborze aut firmy transportowe generalnie podejmują bowiem racjonalne decyzje zakupowe w oparciu o całkowity koszt posiadania. Zazwyczaj nie chcą iść na kompromis w kwestii przydatności swoich samochodów do codziennego użytku, tonażu i zasięgu. Poza tym grupa przewoźników, która chce nabywać proekologiczny tabor, gdyż sama sobie wyznaczyła niezwykle ambitne cele klimatyczne, wciąż zalicza się do relatywnie niewielkich liczbowo i zarazem ograniczonych głównie do rynków, gdzie zleceniodawcy pierwotni i wtórni nie tylko wymagają używania bardziej ekologicznego taboru, ale i na tym etapie po prostu za to zapłacą.
17. Na obecnym etapie rozwiązania oparte na gazie wyróżniają się już znacznym stopniem uniwersalności – pojazdy gazowe można równie efektywnie eksploatować w ruchu dystrybucyjnym, jak i na średnich i dalekich dystansach oraz nawet w pewnych pracach specjalizowanych i specjalistycznych, jak budownictwo i straż pożarna. Tymczasem na tym stopniu rozwoju technologie zelektryfikowane nadają się głównie do implementacji w miastach – do obsługi klasycznego ruchu dystrybucyjnego czy w służbach komunalnych, a poza nimi trzeba najprawdopodobniej czekać na powszechniejszą komercjalizację koncepcji wodorowej. Wciąż niewiele bowiem wskazuje na to, że nawet za 20-30 lat pod względem swojej masy czy wymiarów oraz w sferze zgromadzonej energii akumulatory będą odpowiadać zbiornikowi oleju napędowego o analogicznych masie wraz z paliwem czy/i wymiarach. Niemniej nawet na tym etapie rozwoju technologii akumulatorowej, pomimo wskazania jej kluczowych wad, trwają prace na elektrycznymi napędami akumulatorowymi w pojazdach specjalizowanych i specjalistycznych, do obsługi takich sektorów jak budownictwo, kopalnictwo odkrywkowe i straż pożarna. Co więcej, takie napędy zamierza się wdrożyć nawet w szosowych i leśnych zestawach klasy EMS-LHV czy wręcz HCT/HCV, chociaż obecnie (stan na rok 2022) wyłącznie w obsłudze ciężkiego ruchu lokalnego, na dystansach do maksymalnie 80-100-120 km.

18. Aktualnie (stan na rok 2022) nie ma jednego pomysłu na stworzenie zrównoważonego systemu transportu. Potrzebne jest raczej holistyczne podejście i holistyczne rozumienie zrównoważonego – podtrzymywalnego rozwoju, uwzględniające specyficzne zadania przewozowe i dojrzałość, w tym komercjalizacyjną, poszczególnych technologii oraz infrastruktury transportowej i logistycznej, jak również samych koncepcji wykorzystania taboru i stosowanych transportowych modeli biznesowych, w tym strategii samych przewoźników i odczuwanej przez nich presji konkurencyjnej czy prawnej, w różnych częściach świata.
19. By w Europie drogowy transport towarowy neutralny pod względem emisji CO₂ mógł odnieść sukces, muszą być jednocześnie spełnione trzy powiązane ze sobą warunki/czynniki, tworzące tzw. proekologiczną triadę implementacyjną dla zrównoważonego transportu⁵ (*pro-ecological implementation triad for sustainable transport*). Tymi czynnikami są:
- dostępna właściwa technologia w pojazdach,
 - dostępna odpowiednia infrastruktura do ładowania/tankowania oraz infrastruktura dla recyklingu/obiegu zamkniętego baterii/ogniw,
 - akceptowalny koszt posiadania (TCO), przy wzięciu pod uwagę wartości kreowanego TOE.
- Wszystkie te czynniki są na tyle silnie ze sobą powiązane, że tworzą swoisty iloczyn implementacyjny/wdrożeniowy – technologia × infrastruktura × TCO. Tym samym, jeśli wartość jednej z tych składowych wynosi zero, całkowity wynik także wynosi zero, bez względu na wartość pozostałych czynników. Oznacza to, że jeżeli wystąpi zbyt mała wartość któregoś z tych czynników, to cały proces wdrażania zrównoważonego drogowego transportu towarowego zostanie znacznie opóźniony, a jeśli wartość ta będzie oscylować zdaniem rynku (odbiorców) koło zera, to może dojść nie tylko do istotnego spowolnienia, ale i zatrzymania tego procesu. Tym samym jedynie wraz z szybkim rozwojem sieci ładowania i udoskonalaniem technologii akumulatorów może dojść do szybkiej ekologicznej transformacji całej branży pojazdów ciężarowych. Dlatego, przy przyjęciu w pełni holistycznego podejścia w tej materii, konieczne staje się również zapewnienie odpowiedniego wyposażenia infrastruktury, utrzymanie niskich kosztów cyklu życia oraz wprowadzenie realnej koncepcji obsługi i konserwacji.
20. Ekologizacja transportu towarowego, dokonywana poprzez jego gazyfikację i szczególnie elektryfikację, zalicza się do zagadnień niezwykle złożonych, głównie w odniesieniu do elektryfikacji. O ile bowiem jeszcze pod względem kosztów i samej koncepcji użycia odmiany gazowe w znacznym stopniu pozostają zbieżne z wersjami z tradycyjną jednostką zasilaną olejem napędem, o tyle elektryfikacja immanentnie wiąże się już z wieloma wyzwaniami. Te wyzwania bazowo da się podzielić na trzy przenikające się silnie i ze sobą współlistniejące grupy:

⁵ <https://www.acea.auto/message-dg/zero-emission-buses-and-trucks-cost-parity-and-infrastructure-are-just-as-important-as-technology/>

- dotyczące samego wdrożenia, w tym sposobu użycia, jak wybór zadań, tras i ładunków, topografia pokonywanego terenu, podstawowe wymogi co do dziennie pokonywanego minimalnego dystansu, notowane koszty i zdolność do generowania przychodów;
 - zaangażowanych graczy – podmiotów, które są i muszą być ściśle włączone w te procesy na zasadzie kooperacji. Podmiotami tymi są władze różnych szczebli – od rządowych i ustawodawczych do lokalnych, a także zarządcy infrastruktury, sami przewoźnicy oraz zlecający fracht i ich klienci;
 - odnoszące się do samej koncepcji – filozofii wdrożenia. Zagadnienie wiąże się z tym, że istnieje silna potrzeba uświadomienia wszelkim interesariuszom, że w pierwszym rzędzie elektryfikacja może się wiązać z koniecznością:
 - przebudowy samych miast, co przekłada się na liczne wyzwania dla ich włodarzy, by umieli tak kierować tymi zmianami, aby udało się połączyć: wysoki poziom/standard życia i zabezpieczenia *de facto* wszelkich potrzeb mieszkańców, przy możliwym wzroście wymagań w tej sferze, oraz poprawę stanu środowiska, ograniczenie ruchu na ulicach, wzrost ilości i dostępności terenów zielonych, ograniczenie emisji substancji szkodliwych i hałasu;
 - dodania nowej koniecznej oraz kosztownej infrastruktury punktowej i liniowej do ładowania. Przy czym już na tym etapie konieczne jest zapobieganie nadmiernemu i niekontrolowanemu, a przez to i podnoszącemu koszty, rozwojowi sieci stacji do ładowania, tak by unikać tzw. ładowarkoży, czyli nadmiernej rozbudowy sieci stacji do ładowania przy niepełnym spożytkowaniu przez poszczególne miejsca/punkty ładowania ich możliwości obsługi klientów. Taki rozwój powinien więc być centralnie koordynowany i nadzorowany co najmniej na poziomie gminy/miasta w ścisłym porozumieniu z dostawcami energii i operatorami systemów elektroenergetycznych, by uniknąć niepotrzebnego dublowania niektórych lokalizacji ładowarek;
 - zmiany sposobów prowadzenia biznesu – zmiany dotychczasowych modeli biznesowych przez samych przewoźników oraz ich zleceniodawców, co może skutkować np. zmianami godzin dostaw czy/i odbioru ładunków, innym poprowadzeniem tras przejazdu, zmianą rodzajów stosowanych środków przewozu (przykładowo zastąpienie wariantów lżejszych cięższymi), inną kolejnością obsługi wyznaczonych punktów załadunku czy rozładunku.
21. Wprowadzanie taboru zelektryfikowanego nie powinno polegać jedynie na samej implementacji pojazdów zasilanych elektrycznie i prostej zamianie przez nie tradycyjnych odpowiedników, ale bezwzględnie oznacza wdrażanie całego złożonego ekosystemu. Ekosystem ten, poza samymi pojazdami, obejmuje w pełni z nim zintegrowane oraz tworzące jeden holistyczny i eklektyczny układ:

- usługi dodatkowe – skojarzone, takie jak doradztwo – e-doradztwo/e-wsparcie przy zakupie, analiza przewidzianych do pokonania tras, optymalizacja kompletacji pojazdów pod kątem zadań przewidzianych przez nie do wykonania, finansowanie wejścia w użytkowanie, w tym pozyskiwanie różnego rodzaju form wsparcia ze źródeł publicznych;
- nierzadko konieczną infrastrukturę skojarzoną, w postaci przykładowo przenośnych lub stacjonarnych stacji ładowania wraz z doprowadzeniem niezbędnego zasilania. Jeszcze przed zakupem auta klient ma zapewnione kompetentne doradztwo⁶ w kwestii instalacji infrastruktury. W ten sposób są mu oferowane nie tylko pojazd lokalnie neutralny pod względem emisji CO₂, ale też dokładnie dopasowane do jego wymagań rozwiązanie w zakresie ładowania tego pojazdu. Przykładowo gdy często zdarzają się przestoje pojazdu, wówczas najlepszym wyjściem okazuje się ładowanie z małą mocą, np. 50 kW. Natomiast gdy na ładowanie akumulatora musi wystarczyć przerwa obiadowa, wtedy korzystniejszą propozycję stanowią raczej stacje ładowania o mocy powyżej 150 kW. Ważny pozostaje także kontakt z miejscowym operatorem sieci energetycznej, by uzyskać odpowiedzi na takie kluczowe pytania, jak: na ile wydajna jest sieć i czy konieczna okaże się rozbudowa infrastruktury na terenie bazy/centrum logistycznego. Do tego warto spojrzeć w przyszłość i odpowiedzieć na pytanie: czy istniejąca infrastruktura będzie wystarczająca, gdy dojdzie do rozbudowy floty pojazdów elektrycznych? W kwestii oprogramowania wymagane będą wówczas inteligentne rozwiązania *smart charging* – osadzone w wydajnym systemie zarządzania energią i właściwie obsługiwane.

Tym samym elektryfikacja dla firmy transportowej oznacza realnie znacznie więcej niż samą zmianę floty pojazdów⁷. Wymaga także nowego podejścia do biznesu, sposobu wykonywania operacji oraz – aby ułatwić to przejście – ścisłej współpracy ogółu włączonych interesariuszy. Powyższe oznacza konieczność przeprowadzenia szeregu analiz operacji i proponowania nawet niestandardowych rozwiązań dla każdego indywidualnego zadania transportowego. Aby przejście na transport zelektryfikowany przebiegało tak płynnie, jak to możliwe, producenci proponują więc szeroki pakiet wsparcia w zakresie e-mobilności, obejmujący elektryczne ciężarówki, sprzęt do ładowania i instalację za pośrednictwem partnerów, finansowanie, usługi połączone, serwis i naprawy.

22. Klienci użytkujący tabor elektryczny nierzadko inwestują w wiele źródeł własnego pozyskiwania energii, by w tym zakresie z jednej strony maksymalnie uniezależnić się od dostawców tradycyjnych i cen dyktowanych przez nich, z drugiej zaś realnie wdrażać zasady obiegu zamkniętego w sferze emisji CO₂.

⁶ Materiały wewnętrzne Mercedes Truck Polska na temat elektryfikacji taboru, 2022.

⁷ DB Schenker banar väg för snabbladdade eltransporter i Dalarna, <https://pulse.dbschenker.com/se/db-schenker-banar-vag-for-snabbladdade-eltransporter-i-dalarna/>

Przykładowo szwajcarska Grupa Serbeco⁸ od dawna polega na energii regeneracyjnej na dużą skalę. Własny system fotowoltaiczny o powierzchni 1100 m² zasilą w energię elektryczną pojazdy i maszyny elektryczne. Pojazdy z silnikami spalinowymi są napełniane biodieslem pochodzącym z recyklingu. Instalacja jest zaś ogrzewana – również odnawialnie – zrębkami drzewnymi.

23. W trakcie realizacji różnych projektów wdrażania zelektryfikowanego taboru pojawia się wiele pytań badawczych. Liczne z nich mogą być bez problemu postawione w Polsce, jeśli analogiczne badania implementacyjne będą u nas prowadzone na równie dużą skalę, co zresztą wydaje się konieczne, by uniknąć wielu błędów poprzedników i niemal od razu stawiać na pewniejsze, bardziej sprawdzone rozwiązania.

24. Tempo przebiegu procesu ekologizacji taboru powinno być różne w różnych krajach, a działania podejmowane w tej sferze – szczególnie przez polityków i aktywistów – powinny uwzględniać wiele czynników ograniczających, indywidualizujących i destymulujących, jak:

- realia każdej gospodarki, w tym jej specyfikę,
- faktycznie osiągnięte dochody,
- tzw. rzeczywistą wrażliwość i świadomość społeczną w kwestii konieczności ochrony przyrody, przejawiającą się naturalną chęcią płacenia więcej za bardziej proekologiczne rozwiązania,
- miks energetyczny w danym kraju oraz jego politykę strategiczną w zakresie źródeł dostaw energii i surowców energetycznych.

Tym samym działania te nie powinny być prowadzone „na siłę”, lecz powinny polegać na decyzjach cieszących się wysoką akceptacją społeczną. Tylko mianowicie wówczas taki proces może przebiegać w sposób niezakłócony i bez zbędnych protestów.

25. Na tym etapie (stan na 2022 rok) wodór może być postrzegany jako paliwo przyszłościowe, ale jednocześnie suboptymalne wdrożeniowo oraz – co może wydawać się mało prawdopodobne – realnie jedynie przejściowe. Ta suboptymalność wdrożeniowa wynika z następujących obecnie występujących czynników o charakterze kosztowo-ekologicznym, czyli:

- bardzo wysokich kosztów pozyskania ekologicznie czystego wodoru – tzw. zielonego zamiast niebieskiego i czarnego,
- relatywnie wysokich kosztów jego przechowywania i dystrybucji w formie skroplonej,
- wciąż niedoskonałej technologii ogniwi paliwowych oraz silników spalinowych przygotowanych do zasilania wodorem.

Dlatego, by wodór mógł zyskać na popularności, zasadnicze wyzwania będą dotyczyć:

- redukcji kosztów wytworzenia, co będzie się wiązać z istotnym przełomem

⁸ <https://www.designwerk.com/post/presse/elektrisches-muellfahrzeug-fuer-genfs-strassen/>

w tej sferze – bez takiego przełomu w przyszłości koszty pozyskania ekologicznego wodoru wciąż będą relatywnie wysokie,

- przełomu w obszarze budowy silników spalinowych na wodór (ICE H2) – po wielu latach taki kluczowy przełom udało się już uzyskać w odniesieniu do silników na gaz/metan, lecz w przypadku wodoru powyższe może się okazać ostatecznie o wiele trudniejsze,
- dalszego doskonalenia technologii ogniw paliwowych.

Przejściowość stanowi zaś pochodną tego, że jeżeli w ciągu najbliższych lat nie nastąpi przełom w technologiach wodorowych – tzn. wciąż nie zapewnią one tych elementów, które są kluczowe dla przewoźników, a którymi są:

- odpowiednie moce silników,
- bezpieczeństwo pracy wodorowych jednostek napędowych, instalacji wodorowych oraz tankowania i obrotu wodorem,
- gęstości energii/pojemności zbiorników pozwalających na uzyskiwanie na jednym tankowaniu większych zasięgów – w pierwszym kroku muszą to być zasięgi przekraczające dziennie 500 km, co zacznie czynić wodór realną alternatywą dla zasięgu uzyskanego na paliwie gazowym CNG; w następnym kroku konieczne jest jednak osiągnięcie zasięgu na jednym tankowaniu na poziomie co najmniej ponad 1500-2000 km, czyli tyle, ile dzisiaj gwarantuje technologia LNG,

to naturalny proces upowszechniania wodoru jako paliwa będzie długi i kosztowny. W związku z tym nieco sceptycznie należy podejść do podawanej przez niektórych graczy daty 2025 roku jako początku (mini)rewolucji wodorowej. Zdaniem autora proces ten nie zacznie się szybciej niż w latach 2028-2030, w dodatku nadal będzie uzależniony od wielu zmiennych.

Tym samym przejściowość wodoru jako paliwa, oznaczająca realny czas jego komercyjnego wykorzystania w transporcie drogowym, w tym towarowym, zależy od:

- dalszego postępu w gazowych układach napędowych na metan, w których kopalny gaz zostanie zastąpiony biogazem – bioCNG i bioLNG. Te technologie są dzisiaj znane i powoli naturalnie opłacalne ekonomicznie, a zastąpienie w nich CNG i LNG bioCNG i bioLNG uczyni z nich także technologie niemal w pełni proekologiczne;
- postępu w konstrukcji w pełni elektrycznych układów napędowych, a w szczególności rozwiązania problemów odnoszących się do akumulatorów, co w powiązaniu z możliwością gromadzenia wodoru na pokładzie pojazdu oznacza możliwość m.in.:
 - potaniaenia – zdecydowanego spadku relatywnej i nominalnej ceny wodorowej kWh oraz kg dostępnego zielonego wodoru;
 - wydłużenia okresu gwarantowanego pierwszego życia do co najmniej 8-10 lat;
 - zbliżania się pod względem gęstości energii do poziomów aktualnie zabezpieczanych przez zbiorniki o określonej pojemności z tradycyj-

nym paliwem. Tym samym na początku trzeciej dekady tego stulecia przykładowo baterie o masie około 1600-1700 kg musiałyby zabezpieczać zasięg bez doładowania na poziomie co najmniej 6000 km, a wraz z dalszym postępowaniem w budowie tradycyjnych układów napędowych, co oznacza spadek zużycia tradycyjnego paliwa na 100 km, w kolejnych latach wartość zasięgu wymaganego powinna dalej rosnąć. W obszarze rozważanych tu przewozów na dalekich trasach ten wzrost na przełomie trzeciej i czwartej dekady tego wieku może dochodzić do przeszło 7000 km;

- wydatnego skrócenia czasu ładowania do czasu zbliżonego do tego, jaki zajmuje tankowanie zbiornika paliwa mającego zabezpieczyć analogiczny – porównywalny zasięg.

Na tej podstawie, analizując tempo postępu, jaki dokonał się na przestrzeni ostatnich dwóch-trzech dziesięcioleci (licząc do 2022 roku) w konstruowaniu układów napędowych na poszczególne rodzaje paliw alternatywnych i układów zelektryfikowanych, da się wskazać następujące zjawiska:

- dane technologie w pewnych warunkach mogą być traktowane jako dobro komplementarne, a w innych jako substytut pozostałych technologii. Przykładowo na dzisiaj (stan na 2022 rok) wodór stanowi czasowe paliwo komplementarne na dłuższych trasach dla technologii zelektryfikowanych, ze względu na wciąż dużą niedoskonałość – zbyt niski zasięg zabezpieczany przez te technologie. Niemniej postęp w elektryfikacji, oznaczający dostępność rozwiązań na jednym ładowaniu pozwalających pokonywać większy zasięg, przy równoczesnym braku istotnego postępu w rozwoju technologii wodorowych, oznaczać będzie, że wodór w stosunku do prądu z technologii komplementarnej stanie się technologią substytucyjną. Zarazem technologie gazowe, a głównie ekologiczne biogazowe, obecnie uzupełniają (są komplementarne) technologie wodorowe i elektryfikacyjne, ze względu na ich nadal liczne niedoskonałości, ale w przyszłości ekologiczny biogaz stanie się w stosunku do tych technologii typowym zamiennikiem – technologią substytucyjną. Szczególnie, jeśli nadal następować będzie rozwój silników gazowych i technologii magazynowania gazu w zbiornikach, tak by przy LNG/bioLNG uzyskać zasięg komercyjny (a nie czysto teoretyczny) rzędu 2200-2500 km, z kolei przy CNG/bioCNG – zasięg komercyjny 750-800 km;
- dłuższe lub krótsze stosowanie jednych technologii ściśle wiąże się z postępowaniem w danych okresach notowanym w odniesieniu do pozostałych technologii (tab. 18). W rezultacie:
 - wodór jako paliwo przejściowe będzie stosowany tym dłużej, im mniejsza będzie dostępność biogazu oraz nie zajdzie realny postęp w technologiach elektryfikacyjnych, w tym co do ich ceny, zabezpieczonego zasięgu oraz recyklingu baterii lub znalezienia dla nich sensownego drugiego i trzeciego życia;

- silny postęp w elektryfikacji w zaznaczonych obszarach może mocno zmarginalizować technologie wodorowe, które są oferowane zasadniczo z powodu zbyt niskiego zasięgu zabezpieczanego przez technologie elektryfikacji, a nie z powodu kosztów pozyskania i łatwości dystrybucji samego wodoru. Sytuację w tej materii może zmienić jedynie – na co już zwracano uwagę – przełom technologiczny w sferze pozyskiwania taniego zielonego wodoru, w powiązaniu z dostępnością mocnych wodorowych silników lub, alternatywnie, potaniem ogniw paliwowych i ich mniejszą czułością na gorszy jakościowo (mniej czysty) wodór.

Tabela 18. Przewidywane okresy komercyjnego wykorzystania poszczególnych rodzajów paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych

| Notowany postęp technologiczny | Gaz – biogaz | Wodór | Elektryfikacja |
|--------------------------------|---|---|---|
| | Czas utrzymania | | |
| Słaby | gaz do 2030 roku, biogaz niszowo do lat 2030-2040 | niszowo od lat 2025-2028 | stopniowo od lat 2025-2030 |
| Średni | gaz do 2030 roku, biogaz niszowo do lat 2030-2040 | niszowo po 2025 roku, na większą skalę po 2030 roku | stopniowo na większą skalę od 2025 roku |
| Duży | gaz do lat 2030-2035, biogaz niszowo po 2035 roku | na większą skalę po latach 2028-2030 | przyspieszenie po latach 2024-2025 |

Źródło: opracowanie własne.

Oczywiście te przewidywania obarczone są dużą niewiadomą oraz warunkowane przez wiele zmiennych. Niemniej można sformułować następujące wnioski:

- Im większy postęp dokona się w technologiach gazowych, tym dłużej utrzymają się one na rynku. Zastosowanie komercyjne technologii gazowych niezaprzeczalnie będzie wydłużone przez stosowanie biogazu. Przy czym w naturalny sposób limitowana jego podaż automatycznie ograniczy możliwość powszechniejszego stosowania go jako paliwa w transporcie. W rezultacie biogaz – jeśli nadal będą proponowane stosowne silniki, może służyć do napędu pojazdów użytkowych nawet po 2040 roku. W zależności od takich czynników, jak: parametry dostępnych silników czy dostępność biogazu w poszczególnych lokalizacjach – regionach, rozmieszczenie stacji tankowania, biogazem mogą być zasilane pojazdy eksploatowane w ruchu lokalnym, regionalnym czy nawet na dłuższych dystansach.
- Wodór będzie stosowany tak długo, jak długo nie zostaną rozwiązane zasadnicze problemy związane z ceną, pojemnością, masą i żywotnością akumulatorów – im szybciej będą one rozwiązywane, tym krótsze będzie komercyjne życie technologii wodorowej.

- Na wydłużenie okresu stosowania wodoru wpłynąć mogą: możliwość szybszego taniego i ekologicznego pozyskiwania go oraz bezpieczeństwo obrotu nim i używania go do napędu pojazdów, w połączeniu ze wzrostem efektywnej pojemności zbiorników na wodór; jeśli notowany będzie szybki postęp równoległy w rozwoju technologii wodorowych i elektryfikacyjnych, wybór padnie jednak na technologie elektryfikacyjne, jako zdecydowanie prostsze do implementacji. Wodór bowiem jako taki jest i pozostanie gazem, którego wysoką gęstość da się zapewnić jedynie poprzez skraplanie i zachowanie niskich temperatur, co zawsze wymagać będzie zbiorników kriogenicznych. Ciekły wodór musi być przechowywany poniżej $-240,18^{\circ}\text{C}$, a jego gęstość energii pozostaje znacznie wyższa niż w przypadku wodoru sprężonego. Niemniej skroplenie i utrzymanie wodoru w stanie ciekłym należy do procesów bardzo energochłonnych i w rezultacie niezwykle kosztownych.
26. Rozsądnie prowadzona ekologizacja taboru powinna być ściśle powiązana z rozwojem paliwowej i lokalizacyjnie rozproszonej – silnie zdezagregowanej rozmieszczeniowo mikroinfrastruktury towarzyszącej. W przypadku:
- gazu – oznacza to rozwój lokalnych biogazowni. Mogą one powstawać na terenach wiejskich i przy małych miastach – przy zakładach przetwórstwa mięsnego, hodowlach, dużych gospodarstwach, oraz przy praktycznie wszystkich wysypiskach śmieci czy oczyszczalniach ścieków. Tym samym biogazownie mogą funkcjonować na terenie całego kraju, od małych wsi po metropolie, a jedynymi czynnikami je ograniczającymi są: limitowana podaż surowców, polityka władz oraz – co głównie dotyczy obszarów wiejskich – chęć współpracy i kooperacji szczególnie ze strony właścicieli mniejszych gospodarstw;
 - elektryfikacji – oznacza to inwestowanie w panele fotowoltaiczne na dachach sklepów albo magazynów, wiatraki przy obiektach, gdzie ich postawienie okazuje się możliwe, oraz w mikroelektrownie wodne albo opalane wiórkami drzewnymi. Te ostatnie można rozmieścić przy dużych tartakach albo innych miejscach przerobu surowca drzewnego, jak duże zakłady meblarskie. Przy tym zwraca się uwagę, że we własne dodatkowe źródła energii w postaci wiatraków czy paneli warto zaopatrywać nawet e-stacje zasilania/ładowania.

Dostępne w ten sposób paliwa/energia są pozyskiwane w sposób zdecentralizowany i lokalizacyjnie rozproszony, w przypadku energii elektrycznej bez konieczności budowy zawsze kłopotliwej i drogiej dedykowanej sieci przesyłowej wysokiego napięcia o bardzo dużej wydajności. Kluczową rolę odgrywają powiązane samoprodukcja i autokonsumpcja, pozwalające na szybszy zwrot inwestycji z instalacji, gdyż mniejsze ilości prądu zostają poddane bilansowaniu. Ewentualnie w grę wchodzi doprowadzenie zewnętrznej sieci energetycznej jedynie jako rezerwowego/wspomagającego źródła zasilania. Taka zdecentralizowana, lokalna sieć, *de facto* paraautonomiczna, gdyż w jak największym stop-

niu funkcjonująca w energetycznym – paliwowym obiegu zamkniętym (*circular fuel distribution/energy distribution chain*), może służyć do zasilania pojazdów od razu na miejscu, co eliminuje wszelkie straty na przesył oraz koszty dystrybucji. Daje też pewność pozyskiwania własnej energii/gazu jako własnego paliwa po konkretnych, we własnym zakresie kontrolowalnych kosztach, co powoduje większą stabilizację w tym obszarze, czyniąc użytkownika pojazdów mniej wrażliwym na zmiany cen paliw/energii pozyskiwanych od dostawców zewnętrznych. Co więcej, przygotowane zgodnie z tym modelem elektryczne/energetyczne stacje ładowania mogą powstawać zarówno jako stacje w bazach/przy magazynach, jak i stacje typowo komercyjne, wznoszone z daleka od dostępnej infrastruktury – sieci o dużych zdolnościach przesyłowych, przykładowo przy MOP-ach, parkingach na autostradach/trasach szybkiego ruchu bądź w mniejszych miejscowościach. Prąd może tu być pozyskiwany z własnych paneli fotowoltaicznych czy/i wiatraków. Dodatkowo na stacjach takich mogą być rozmieszczane kontenerowe magazyny energii, zawierające zużyte akumulatory w trakcie drugiego – posamochodowego cyklu ich życia. Takie magazyny kompensują/balansują – równoważą dostępność energii do ładowania na danej stacji – gromadzą ją, gdy własna produkcja z paneli/wiatraków przekracza ilości ładowane (przykładowo nocą albo przy silnym wietrze), oddają, gdy ilości ładowane przewyższają czasowe możliwości produkcji stacyjnej energii. Przy tym pewną funkcję wsparcia w takiej sytuacji, gdy popyt znacznie przewyższa podaż, może pełnić rezerwowa linia zasilająca od operatora sieci przesyłowej. Niemniej docelowym energetycznym i biznesowym ideałem pozostaje stacja całkowicie samowystarczalna w zakresie pozyskiwania energii – kompletnie energetycznie zbalansowana – działająca w pełnym energetycznym obiegu zamkniętym – sama wytwarzająca energię i tę energię sprzedająca – oraz opłacalna ekonomicznie. Wskazany zamknięty ekosystem doładowaniowy wydaje się być modelem końcowym – docelowym funkcjonowania takich stacji. Dlatego coraz więcej przewoźników i operatorów w krajach zachodnioeuropejskich inwestuje w pierwszym rzędzie we własne farmy paneli fotowoltaicznych, umieszczone na dachach budynków/magazynów. Jeśli miejscowe warunki przestrzenne na to pozwalają, mogą je uzupełniać wiatraki. Wówczas pojazdy mogą być doładowywane własnym prądem w bazie lub w trakcie załadunku/rozładunku. Czyni to rachunek ekonomiczny i taki model biznesowy zdecydowanie bardziej akceptowalnym kosztowo. Do rozwoju takich mikrobiogazowni i mikroelektrowni powinny zachęcać i ten rozwój aktywnie wspomagać finansowo władze państwowe i samorządowe.

27. Czołowi wytwórcy pojazdów elektrycznych, jak Grupa Volvo, Scania czy Daimler Truck, w ramach własnych struktur wytwarzania takich pojazdów dążą do pełnej integracji pionowej jak największej liczby etapów w łańcuchu tworzenia wartości dodanej. Powyższe oznacza także przejęcie/kontrolowanie przez nich wytwarzania krytycznie ważnego elementu w takich autach, jakim są baterie.

Tym samym dochodzi do silnej internalizacji w funkcjonowaniu. To przejście kontroli nad produkcją baterii wykazuje tu jednak silny wymiar strategiczno-kontrolny – pozwala bowiem zarówno na pełny nadzór i monitoring eksploatacji samych pojazdów zelektryfikowanych w ich pierwszym i drugim życiu, jak i na kontrolowanie tego drugiego życia w odniesieniu zarówno do samych pojazdów, jak i do baterii. W rezultacie OEM będą równocześnie bardzo mocno kształtować politykę cenową oraz podaż na rynku pierwotnym i wtórnym – przykładowo gdy sprzedaż na rynku pierwotnym taboru elektrycznego będzie notować jakieś problemy, by nie doprowadzić do zbytnej kanibalizacji, dojdzie do celowego i kontrolowanego ograniczania podaży taboru elektrycznego na rynku wtórnym, by m.in. zbyt nie obniżyć cen na rynku pierwotnym.

28. Nierzadko start-upy dysponują bardziej zaawansowanymi technologiami w sferze kompleksowej elektryfikacji układów napędowych niż czołowi wytwórcy taboru. To zaawansowanie dotyczy nie tylko samych samochodów, w tym reprezentowanych przez nie rozwiązań i technologii oraz liczby dostępnych wykonań docelowych, nieraz niezwykle specyficznych – niszowych, ale i towarzyszącego im koniecznego wsparcia ze sfer *hardware* i *software*. Start-upom brakuje jednak zazwyczaj wystarczających środków na:

- opracowanie własnej pojazdowej bazy, co bywa kosztowne; w tej sytuacji taką bazę – kompletne podwozie, wraz z kabiną, ale bez układu napędowego, nabywają od czołowych dostawców, jak IVECO, Mercedes albo Volvo,
- komercjalizację swoich wyrobów na wielu rynkach i tym samym wyjście z nisz,
- zapewnienie długoterminowej obsługi posprzedażnej, w tym konieczny z czasem rozwój autoryzowanej sieci wsparcia eksploatacyjnego,
- dalsze, coraz bardziej wymagające prace badawczo-rozwojowe.

W takich realiach czołowi gracze na rynku częściowo lub całkowicie przejmują najbardziej obiecujące start-upy. Co więcej, takie przejście – nieraz bez przekazania nabytemu własnej marki – stanowi pewną formę zabezpieczenia i dywersyfikacji ryzyk w przypadku fiaska rozwoju niektórych technologii czy problemów wynikłych w trakcie ich komercjalizacji – wówczas takie niepowodzenia bezpośrednio obciążają bowiem start-up, a nie duży koncern. W sytuacji np. złęgo wizerunku czy kosztów poniesionych na późniejsze naprawy albo wymianę wadliwych komponentów takie koszty obciążają ten start-up. Dla dużych graczy to wygodne i bezpieczniejsze pod względem biznesowym wyjście, gdyż gdyby sami musieli ponosić wszelkie koszty związane z takimi sytuacjami, w tym tzw. koszty wizerunkowe, byłyby one wielokrotnie wyższe.

29. W związku z bardzo silną presją polityczną, w powiązaniu z potężnymi środkami finansowymi przeznaczanymi na badania i rozwój, postęp w dziedzinie opracowywania oraz komercjalizacji technologii paliw i napędów alternatywnych znacznie przyspieszył. Można przyjąć, że obecna faza elektryfikacji zaczęła się, głównie ze względów ekologicznych, pod koniec pierwszej dekady tego stulecia

i wraz z postępowaniem technicznym ulegała dalszej intensyfikacji. Na tę intensyfikację, przejawiającą się proponowaniem coraz lepszych zelektryfikowanych pojazdów, wpłynęły zarówno, ściśle ze sobą powiązane, z jednej strony – dalsza i sukcesywnie rosnąca presja polityczna w sferze dekarbonizacji, z drugiej – relatywnie duże środki przeznaczane na liczne inwestycje w technologii elektryfikacji. Pozwoliło to na:

- wprowadzanie na rynek coraz lepszych wyrobów – przykładowo na przestrzeni ponad dekady zasięg wariantu hybrydowego przy jeździe w trybie w pełni elektrycznym zwiększył się z zaledwie kilku (2) kilometrów do nawet około 60 km, z kolei warianty w pełni elektryczne bez doładowania na trasie uzyskują zasięg nawet rzędu przeszło 400 km,
- rozpoczęcie tzw. małoskalowej produkcji paraseryjnej odmian zelektryfikowanych,
- zaproponowanie pierwszych w pełni elektrycznych pojazdów z zabudowami specjalizowanymi i specjalistycznymi, takimi jak wywrotki, betonomieszarki, systemy załadowcze, żurawie, śmieciarki czy autotransportery.

W takich realiach wybuch wojny na Ukrainie jeszcze bardziej przyspieszył presję polityczną na elektryfikację jako na skuteczne narzędzie w zmniejszaniu uzależnienia Europy od rosyjskich paliw kopalnych. Tym samym posiadanie aut elektrycznych stało się nie tylko wymogiem ekologicznym, ale i politycznym. Jednak trzeba stwierdzić, że ta wciąż rosnąca presja na elektryfikację nastąpiła w momencie, gdy *de facto* żaden z producentów takich wyrobów:

- nie dysponuje odmianami elektrycznymi pod względem własności użytkowych (zasięg, czas ładowania, masa użyteczna – ładowność) i parytetu kosztów w pełni porównywalnymi z wysokoprężnymi odpowiednikami;
- nie jest w stanie przedstawić porównywalnego schematu kosztów dla okresu 4-6-letniego, gdyż sam dopiero zbiera niezbędne dane, pochodzące – co trzeba podkreślić – z pierwszych dziesiątek egzemplarzy kierowanych do zazwyczaj próbnej eksploatacji u wybranych odbiorców. To są więc dopiero początki. W przypadku wersji tradycyjnych analogiczne modele kosztów, by przykładowo być w stanie podać TCO i dobrze oszacować koszty wynajmu, tworzone przez lata na podstawie informacji napływających od dziesiątek tysięcy odmiennych pojazdów znajdujących się w normalnej eksploatacji u tysięcy wyraźnie zróżnicowanych odbiorców (rodzaje tras, w tym ich topografia i towarzyszący im klimat, rodzaje przemieszczanych ładunków, typy nadwozi itd.). To zaś pozwoliło na zebranie dość wiarygodnego materiału badawczego i analitycznego, pomocnego w przyszłości. W przypadku typów elektrycznych, na co wskazano, takich baz jeszcze nie ma, ponieważ (stan na połowę 2022 roku) u przewoźników znajdują się dopiero setki, a nie tysiące, e-ciężarówek;
- nie jest w stanie uruchomić produkcji wielkoseryjnej, gdyż popyt – z różnych względów – wciąż kształtuje się na zbyt niskim poziomie.

Innymi słowy, na tym etapie, nawet jeśli przyjmujemy, że start-upy – mali wytwórcy niszowi są w stanie przedstawić pojazdy zelektryfikowane bardziej zaawansowane technicznie niż te pochodzące od czołowych OEM, to wciąż tabor zelektryfikowany nie będzie tak – pomijając względy środowiskowe – atrakcyjny eksploatacyjnie i konkurencyjny kosztowo jak tabor tradycyjny. Poza tym ta rosnąca presja polityczna grozi wprowadzaniem na rynek rozwiązań nie do końca sprawdzonych, a nawet bezpiecznych, wdrażanych nieco „na siłę”. Postęp realizowany w dłuższym przedziale czasowym, bez takiej presji, zawsze mianowicie okazuje się bardziej zrównoważony i przez to mniej obciążony możliwością pojawiania się różnorodnych problemów. W pierwszym rzędzie dotyczy to tzw. chorób wieku dziecięcego, gdy w realiach silnej walki konkurencyjnej oraz nacisków politycznych są proponowane wyroby nie do końca sprawdzone we wszystkich możliwych warunkach. Do tego może się okazać, że określone rozwiązania, z którymi początkowo wiązano duże nadzieje, w ostatecznym rozrachunku okażą się ślepą uliczką w dalszym rozwoju, tak jak stało się np. z innowacyjnymi akumulatorami półprzewodnikowymi – tzw. akumulatorami drugiej generacji – w autobusach Mercedes-Benz eCitaro i wynikającymi z nich w 2021 roku pożarami taboru w zajezdniach w Düsseldorfie (Rheinbahn), Hanowerze (Üstra) i Stuttgarcie (SBB)⁹. Dlatego specjaliści niemieccy proponują od razu wdrożenie kilku wyjść zaradczych, jak m.in.¹⁰:

- dokładna i rzetelna analiza każdego przypadku, Nigdy bowiem dobra nie okazuje się sytuacja, gdy firmy, zamiast dążyć do szybkiego i bezstronnego wyjaśniania wszelkich zarzutów, unikają odpowiedzialności, chowając się za rzeczoznawcami;
- dokładniej badane i bezpiecznie planowane wszelkie procesy ładowania w bazach i na trasie, również w celu wyciągnięcia wniosków na temat bardzo ciekawej pod względem wdrożenia infrastruktury megawatowej dla ciężarówek. Występowanie pożarów – jako scenariusz zakłócający w spedycji/logistyce lub zagrożenia w miejscu odpoczynku na autostradzie – należy ograniczyć do minimum. Jest jeszcze wystarczająco wcześnie, aby przyjąć holistyczne podejście w tym zakresie;
- należy ponownie rozważyć niemieckie podejście do ładowania w zajezdniach/bazach, szczególnie że na rynku pojawia się coraz więcej pantografów z szybkim ładowaniem. Być może mniejsze baterie są lepsze do sprzedaży niż megabloki o pojemności do 640 kWh, gdyż łatwiej da się je przemieszczać i instalować oraz są one tańsze i wymagają mniejszego wsparcia infrastrukturalnego. Można też proponować pewne niekonwencjonalne rozwiązania gaśnicze, takie jak podłączenie do węża na obudowie akumulatora dla straży pożarnej;

⁹ T. Wagner, *Bus-Blog zum SSB-Brand Rückschlag für die E-Mobilität*, <https://www.eurotransport.de/artikel/bus-blog-zum-ssb-brand-rueckschlag-fuer-die-e-mobilitaet-11192631.html>

¹⁰ Tamże.

- systemy szybkiego ładowania – o mocy powyżej 1 MW, chociaż skracające czas tego procesu, mogą powodować wiele innych problemów, w tym co do bezpieczeństwa pożarowego oraz obsługi. Zasadnicze wyzwanie stanowi tu wprowadzenie wydajnych układów chłodzenia, zarówno samej ładowarki, jak i kabla łącznikowego. Poza tym problem może stanowić znaczny hałas generowany przez te urządzenia w trakcie pracy z dużą mocą;
 - co nie mniej ważne, potrzebne są teraz stałe standardy bezpieczeństwa dla zajezdni, baz i punktów czasowego parkowania e-taboru. Zalecane mogą być specjalne ściany przeciwpożarowe, systemy tryskaczowe, dodatkowe urządzenia gaśnicze oraz specjalne systemy szybkiego powiadamiania służb ratowniczych o pożarach. Do tego sami kierowcy powinni przechodzić specjalne szkolenia przeciwpożarowe, a na parkingach pojazdów wodorowych czy zelektryfikowanych należy wprowadzić dodatkowy monitoring przeciwpożarowy, ze stałą obserwacją z użyciem systemów dedykowanych kamer.
30. Obecnie (stan na 2022 rok), ze względu na wciąż wysokie koszty wdrożenia do eksploatacji samochodowego taboru w pełni elektrycznego, wszelkie działania ukierunkowane na redukcję kosztów jego użytkowania, jak przeniesienie wykonywania operacji na godziny od wieczora do rana, wykorzystanie wspólnej infrastruktury ładowania, własne źródła zasilania w energię, poprawa organizacji samych przewozów i towarzyszących im przepływów towarowych, tylko w niewielkim stopniu są w stanie obniżyć te koszty. W przyszłości, wraz z relatywnym spadkiem ceny/kosztu kWh pojemności akumulatorów, sytuacja w tej sferze może się poprawiać, prowadząc do tzw. naturalnej opłacalności ekonomicznej.
31. Na tym etapie elektryfikacja jest w licznych przypadkach robiona nieco „na siłę” oraz nie zawsze uwzględnia jej realne koszty czy realny miks energetyczny w każdym państwie z osobna. Nie uwzględnia także licznych spraw czysto eksploatacyjnych. Kwestie dyskusyjne odnoszą się szczególnie do następujących pytań i zagadnień:
- jak szybkie ładowanie o bardzo wysokiej mocy – tzw. ładowanie megawatowe – wpłynie na realną żywotność tak ładowanych baterii: czy ją skróci, a jeśli tak, to o ile?
 - jak zabezpieczyć niezakłócone dostawy energii do megaładowarek?
 - jak rozwiązać kwestie dostępu do megaładowarek i co zrobić, gdy pojazd, który miał zabukowany slot ładujący o zadanej porze, spóźni się na to ładowanie z różnych przyczyn, w tym od niego niezależnych, jak korek na autostradzie albo przedłużenie operacji załadunku/rozładunku?
- Ponadto to Europa Zachodnia stawia mocno na elektryfikację, w tym również w sferze przewozów dalekodystansowych, włącznie z międzynarodowymi. Co jednak z pozaunijnymi klasycznymi samochodami z silnikiem spalinowym wjeżdżającymi na terytorium unijne oraz co z unijnymi samochodami elektrycznymi opuszczającymi terytorium unijne? Czy te pierwsze w następnych

dekadach wciąż będą miały możliwość tankowania tradycyjnego paliwa na terytorium unijnym, a te drugie możliwość doładowania poza tym terytorium? Brak takiej możliwości oznacza przecież pewien paraliż dla towarowego ruchu międzynarodowego. Czy też w imię ideologicznej ekologizacji Europa Zachodnia spowoduje, że jej podmioty nie będą prowadzić takiej działalności poza jej terytorium? Czy też dojdzie do sytuacji, że elektryczne samochody unijne będą dowoziły ładunki tylko do zewnętrznych granic unijnych i stamtąd zabierały ładunki powrotne przywiezione spoza Unii? Czy są w ogóle prowadzone przez polityków takie analizy? Same koncerny – producenci taboru – jak na razie skrzętnie próbują omijać tę niewygodną tematykę. A przecież w 2022 roku 1500-litrowy zbiornik paliwa zapewnia zasięg nawet do 6000 km, z kolei najlepsze i najcięższe systemy baterii nie są w stanie zabezpieczyć zasięgu przeszło 700 km. Przewoźnicy jako użytkownicy także dążą przecież do prostych rozwiązań, niemniej trudno za takowe uznać sytuację, gdy jednemu szybkiemu tankowaniu odpowiada 9-10 mimo wszystko relatywnie wolnych doładowań...

32. Szybki rozwój technologii wcale nie okazuje się dobry dla firm transportowych¹¹. Utrudnia bowiem długoterminowe planowanie. Standardowo środek transportu bywa wynajmowany/leasingowany na okres 3-4 lat. Tymczasem postęp techniczny w elektryfikacji powoduje, że wymiana na nowy tabor, o wyraźnie lepszych parametrach, powinna być dokonywana co rok-dwa. Co więcej, przewoźnicy ze swojej strony mogą mieć podpisane umowy długofalowe i wobec tego muszą myśleć także długofalowo, gdyż ich inwestycje mogą trwać 10-12 lat. W takich warunkach zachodzi obawa o zachowanie konkurencyjności np. za 5 lat. Szczególnie, że decyzje podejmowane w danym momencie będą miały wpływ na długi czas. W tym kontekście być może pojawią się nowe, przełomowe technologie, o których użytkownicy jeszcze nie wiedzą. Może to dotyczyć zarówno samych pojazdów, jak i stosowanych w nich nowych paliw. Tym bardziej, że trwają badania, które mogą doprowadzić do powstania nowych technologii, wskutek tego za kilka lat sytuacja w branży może się prezentować zgoła odmiennie. Wymusza to testowanie różnych paliw i technologii oraz nieobstawanie przy konkretnych rozwiązaniach. Dlatego, chociaż elektryfikacja stanowi zdecydowanie główny tor postępu, konieczne jest nadal próbowanie innych paliw/alternatyw, aby zdobyć bazę wiedzy i uniknąć zbyt szybkiego postawienia na propozycję, która ostatecznie nie okaże się w danych warunkach najlepszym wyjściem. To z kolei wymaga wielu milionów do zainwestowania przez długi czas i na tym właśnie polega wielka niepewność co do przyszłego rozwoju wypadków i wobec tego opłacalności teraz realizowanych inwestycji. Niepewne są także ceny energii elektrycznej. Są oczywiście dokonywane obliczenia, ale nie ma gwarancji, że się sprawdzą. To są czynniki tworzące niepewność. Analogicznie jak kwestie

¹¹ *Snabb teknikutveckling utmaning för omställningen*, <https://pulse.dbschenker.com/se/snabb-teknikutveckling-utmaning-for-omstallningen/>

związane z częściami zamiennymi i warsztatami serwisowymi. Zarazem realizowane przez przewoźników inwestycje nie mogą być zbyt kosztowne, ponieważ zakłada się, że klient nie zawsze jest gotowy zapłacić więcej za daną usługę, szczególnie gdy oficjalnie notowane marże są relatywnie niskie.

33. Bardzo ciekawe spostrzeżenia na temat celowości elektryfikacji samochodów ciężarowych klas tonażowych średniej i ciężkiej zawiera badanie przeprowadzone przez naukowców szwajcarskich i fińskich¹². Badanie to wykazało, że pojazdy takie są już opłacalnym rozwiązaniem dla dużego udziału drogowego transportu towarowego, ale odmianami o średniej ładowności. Ulepszenia pojemności akumulatorów i infrastruktury ładowania mogą też sprawić, że elektryczne wersje będą realną opcją dla ciężkich podwozi i ciągników siodłowych. Jednak elektryfikacja ciężkich zestawów naczepowych za pomocą akumulatorów wydaje się mało prawdopodobna, gdyż potencjał w tej sferze pozostaje na niskim poziomie nawet przy dużej pojemności akumulatorów. Stąd aż 71% szwajcarskiego drogowego transportu towarowego może być zelektryfikowane przy użyciu elektrycznych pojazdów akumulatorowych. Tymczasem, dla kontrastu, Finlandia, ze względu na stosowanie w niej długich i ciężkich zestawów z przyczepą/naczepą o podwyższonej dopuszczalnej masie całkowitej (zestawy kategorii HCT/HCV), wykazuje niezwykle ograniczony potencjał korzystania z elektrycznych aut akumulatorowych. Dlatego – przy przewidywalnej technologii rozwoju akumulatorów – elektryfikacja z wykorzystaniem zelektryfikowanych dróg wydaje się właściwym rozwiązaniem w Finlandii lub cele klimatyczne mogą w niej być osiągnięte poprzez zmniejszenie emisji CO₂ wskutek zastąpienia oleju napędowego biopaliwami.

Decydenci mogą wykorzystać wyniki tego badania jako przegląd potencjału łagodzenia emisji gazów cieplarnianych przez elektryczne ciężarówki akumulatorowe. Potencjał elektryfikacji można zwiększyć za pomocą pewnych środków politycznych, takich jak zwolnienie elektrycznych samochodów ciężarowych zasilanych bateriami z ograniczeń dotyczących maksymalnej masy całkowitej pojazdu lub umożliwienie zwiększenia masy całkowitej pojazdu o 5%, co już zapewniłoby zabezpieczenie większości potencjału elektryfikacji. Ponadto rozwój infrastruktury ładowania stanowi warunek wstępny elektryfikacji samochodów ciężarowych. Środki polityki stosowane do promowania ładowania aut osobowych można wykorzystać jako punkt odniesienia w promowaniu ładowania samochodów ciężarowych. Przyszłe badania powinny także obejmować porównanie alternatywnych sposobów elektryfikacji drogowego transportu towarowego, tj. akumulatorów z ładowaniem, akumulatorów z wymianą akumulatorów oraz zelektryfikowanych systemów drogowych. Elektryfikacja ciężarów

¹² H. Liimatainen, O. van Vliet, D. Aplyn, *The potential of electric trucks – An international commodity-level analysis*, Applied Energy, Vol. 236, 15 lutego 2019, s. 804-814, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261918318361?via%3Dihub>

wek będzie miała znaczący wpływ na sieć elektryczną, szczególnie w pobliżu stacji postojowych i centrów logistycznych, ze względu na wysoką wymaganą moc ładowania. Na najbardziej ruchliwych stacjach ładowania mogą się ładować jednocześnie dziesiątki ciężarówek, co wymagałoby mocy ładowania rzędu kilkudziesięciu megawatów. W związku z tym potrzebna byłaby oparta na trasach analiza potencjału elektrycznych ciężarówek, aby zmapować najważniejsze stacje ładowania. W celu dalszego zbadania wpływu na sieć elektroenergetyczną można przeprowadzić analizę przestrzenną poprzez wyznaczanie tras jazdy elektrycznych samochodów poruszających się na danym obszarze. Wyniki takie mogą pomóc menedżerom flot w podejmowaniu świadomych decyzji inwestycyjnych dotyczących rodzajów operacji transportu towarowego najbardziej odpowiednich do elektryfikacji.

Kolejne kluczowe spostrzeżenia są następujące:

- w Szwajcarii elektryczne ciężarówki mogą wykonać 71% pracy przewozowej wyrażonej w tonokilometrach, ale w Finlandii tylko 38%,
- potencjał elektryfikacji różni się znacznie, jeśli kwestia dotyczy przemieszczanych ładunków,
- elektryczne ciężarówki zwiększają roczne zużycie energii elektrycznej tylko o 1-3%,
- ciężarówki elektryczne mają duży wpływ na lokalne sieci w pobliżu stacji ładowania.

Tym samym pewne rozwiązania dotyczące elektryfikacji taboru samochodowego lepiej sprawdzą się, z różnych przyczyn, w jednych krajach, gdy tymczasem w innych, m.in. ze względu na rodzaj używanego taboru, pokonywane trasy, rodzaj przewożonego ładunku, nie będą już stanowiły tak atrakcyjnej opcji/realnego substytutu.

Literatura

- Bal F., Vleugel J., *The impact of hybrid engines on fuel consumption and emissions of heavy-duty trucks*, WIT Transactions on Ecology and the Environment, 224, WIT Press, Southampton, Boston 2017.
- Bal F., Vleugel J.M., *Heavy-duty trucks and new engine technology: Impact on fuel consumption, emissions and trip cost*, International Journal of Energy Production and Management, 2018, No. 3(3).
- Bernhard W., *More efficient, quieter and cleaner: How trucks perform – today and in the future*, VDA konferencja, prezentacja, 25-26 czerwca 2014.
- Brach J., *Dostawy w nocy oszczędzają czas i redukują emisje*, Ciężarówki i Autobusy, 2020, nr 3-4.
- Brach J., *Eklektyczny współczynnik oceny efektywności wprowadzania i eksploatacji akumulatorów do pojazdów elektrycznych*, <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Eklektyczny-wspolczynnik-oceny-efektywnosci-wprowadzania-i-eksploatacji-akumulatorow-do-pojazdow-elektrycznych,43570,1> (pobrano 11.07.2021)
- Brach J., *Ekonomiczne i technologiczne aspekty zastosowania megadługich i ciężkich zestawów drogowych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2021.
- Brach J., *Elektryki nie są ekologiczne*, <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Elektryki-nie-sa-ekologiczne,42005> (pobrano 11.07.2021)
- Brach J., *Obecne zmiany na europejskim rynku pojazdów samochodowych do przewozu ładunków – analiza z perspektywy strony podażowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2019.
- Brach J., *Pojazd koncepcyjny firmy Scania reprezentuje wizję przyszłości*, Ciężarówki i Autobusy, 2019, nr 7-8.
- Brach J., *Projekt Volvo ElectriCity*, Ciężarówki i Autobusy, 2015, nr 9.
- Brach J., *Volvo Vera – pierwsza ciężarówka Poziomu 4.0*, Ciężarówki i Autobusy, 2019, nr 1-2.
- Brach J., *Wyniki testów drogowych „Efficiency Run 2015”*, Ciężarówki i Autobusy, 2015, nr 11-12.
- Brach J., Wojtowski B., *Ekologizacja ostatniej mili od strony taborowej*, Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego w Zielonej Górze, 2021, nr 14.
- Brach J., Wojtowski B. i in. *Wybrane aspekty usprawniania dostaw w logistyce ostatniej mili. Wyzwania dla współczesnych miast*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2021.
- Chojnowski J., Karczewski M., *Analysis of the market structure of long-distance transport vehicles in the context of retrofitting diesel engines with modern dual-fuel systems*, Combustion Engines, 2022, No. 188(1).
- Czermański E. (red.), *E-book on combined transport in the Baltic Sea Region*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk 2021, https://combine.ug.edu.pl/wp-content/uploads/2021/06/E-BOOK-ON-COMBINE-TRANSPORT-IN-THE-BSR_ed_Czermanski.pdf (pobrano 12.05.2022)
- Do gas trucks reduce emissions?* Transport & Environment, wrzesień 2019, https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2019_09_do_gas_trucks_reduce_emissions_paper_EN.pdf, (pobranie danych 21.02.2020)
- Earl T., Mathieu L., Cornelis S., Kenny S., Calvo Ambel C., Nix J., European Federation for Transport and Environment (T&E), *Analysis of long haul battery electric trucks in EU. Market place and technology, economic, environmental, and policy perspectives*, 8th Commercial Vehicle Workshop, Graz, 17-18 maja 2018, https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/20180725_T&E_Battery_Electric_Trucks_EU_FINAL.pdf (pobrano 21.12.2021)
- Freiesleben A., *Debat: El er fascinerende og interessant, men hvor får vi egentlig den største klimagevinst for pengene?*, <https://www.scania.com/dk/da/home/experience-scania/news-and-events.html#/pressreleases/debat-el-er-fascinerende-og-interessant-men-hvor-faar-vi-egentlig-den-stoerste-klimagevinst-for-pengene-3064541> (pobrano 11.12.2021)

- Heckel T., *Innovation in logistics: Trailers for efficient road freight transport*, VDA, prezentacja, 25-26 czerwca 2014.
- Heywood J.B., *Internal Combustion Engine Fundamentals*, Second Edition, McGraw-Hill Education, New York, 2018, <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260116106>
- Hoekstra A., *Electric trucks: Economically and environmentally desirable but misunderstood*, https://www.elaad.nl/uploads/files/Auke_Hoekstra_-_Electric_trucks_economically_and_environmentally_desirable_but_misunderstood.pdf (pobrano 21.12.2021)
- Jaroszek M., Wieszała R., *Wpływ prędkości pojazdu na wielkość emisji spalin na miejskim odcinku drogowym*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Transport 2011, nr 70.
- Kożuch M. (red.), *Ekologizacja gospodarki*, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2015.
- Liimatainen H., Pöllänen M., Nykänen L., *Impacts of increasing maximum truck weight – case Finland*, <https://etr.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s12544-020-00403-z.pdf> (pobrano 11.03.2022)
- Liimatainen H., van Vliet O., Aplyn D., *The potential of electric trucks – An international commodity-level analysis*, Applied Energy, Vol. 236, 15 lutego 2019, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261918318361?via%3DIihub> (pobrano 11.03.2022)
- Löw H.-J., *The paradigm shifts in urban goods and services traffic*, archiv.iaa.de/2016/en/press-room/pws. Forum VDA, Frankfurt nad Menem, 23 czerwca 2016.
- Motowidlak U., *Rozwój zrównoważonego transportu w świetle przepisów dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE oraz 2009/30/WE*, Logistyka, 2014, nr 2.
- Persson Wayne K., Li H., Wiberg A., Sandström L., Parra J., Glebe D., PÅVERKAN PÅ BULLER, Bullerstörning och hälsa bland boende före och efter införande av elektrifierad busstrafik en interventionsstudie i Göteborg, Rapport NR 4:2021 FRÅN AVDELNINGEN SAMHÄLLSMEDICIN OCH FOLKHÄLSA, Utgiven av Avdelningen samhällsmedicin och folkhälsa, Göteborgs universitet, 24 listopada 2021.
- Pikula K., Zakharenko A., Stratidakis A., Razgonova M., Nosyrev A., Mezhuiev Y., Tsatsakis A., Golokhvast K., *The advances and limitations in biodiesel production: Feedstocks, oil extraction methods, production, and environmental life cycle assessment*, Green Chemistry Letters and Reviews, No. 13(4).
- Przybylski R., *Wkrótce limity CO₂ dla ciężarówek*, Przewoźnik, 2015, nr 45.
- Schulze-Isfort G., *Going digital within global trends – vision of a trailer manufacturer*, https://archiv2018.iaa.de/fileadmin/user_upload/2018/pws/12_IAA_2018_Gero_Schulze_Isfort_EN.pdf, Forum VDA, prezentacja, Frankfurt nad Menem, 11 lipca 2018.
- Skowroński A., *Zrównoważony rozwój perspektywą dalszego postępu cywilizacyjnego*, Problemy Ekorozwoju, 2006, nr 2.
- Szpak M., *Elektryfikacja krok po kroku*, Scania Polska „W trasie”, 2021, nr 4.
- Tic W.J., Guziałowska-Tic J., *Aspekty ekologiczne i ekonomiczne stosowania modyfikatorów spalania paliw silnikowych*, Logistyka, 2015, nr 3.
- Uzdowski M., *Ekonomiczne i ekologiczne przesłanki stosowania paliw alternatywnych*, Autobusy – TEST, 2012, nr 4.
- van der Baan J., MD Scania Benelux, *Nú kiezen voor batterij-elektrisch en pas straks voor (groene) waterstof*, <https://www.scania.com/nl/nl/home/about-scania/newsroom/news/2021/janko-van-der-baan-md-scania-benelux-nu-kiezen-voor-batterij-elektrisch-en-pas-straks-voor-groene-waterstof.html>
- Vijayagopal R., Rousseau A., *Electric truck economic feasibility analysis*, World Electr. Veh. J. 2021, nr 12, 75, https://mdpi-res.com/d_attachment/wevj/wevj-12-00075/article_deploy/wevj-12-00075.pdf?version=1620815480 (pobrano 21.12.2021)
- Wagner T., *Bus-Blog zum SSB-Brand Rückschlag für die E-Mobilität*, <https://www.eurotransport.de/artikel/bus-blog-zum-ssb-brand-rueckschlag-fuer-die-e-mobilitaet-11192631.html> (pobrano 12.05.2022)

- Weinrich R., *CO₂-freier Gütertransport Studie: Kombiniertes Verkehr mit E-LKW*, <https://www.eurotransport.de/artikel/co2-freier-guetertransport-studie-kombinierter-verkehr-mit-e-lkw-11207770.html> (pobrano 12.05.2022)
- Wojtowski B., *Zastosowanie samochodów z alternatywnymi systemami napędowymi lub zasilanych alternatywnymi paliwami w zabezpieczeniu potrzeb transportowych szpitala*, Debiuty Studenckie, seria Logistyka i Transport, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2020.
- Xie Y., Rodríguez F., *Zero-emission integration in heavy-duty vehicle regulations: A global review and lessons for China*, 2021 International Council On Clean Transportation, <https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/12/china-hdv-reg-zev-review-sep21.pdf> (pobrano 21.12.2021)
- Żukowska H., *Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska naturalnego (na przykładzie województwa lubelskiego)*, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 1996.

Akty prawne

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/719 z dnia 29 kwietnia 2015 r. zmieniająca dyrektywę Rady 96/53/WE ustanawiającą dla niektórych pojazdów drogowych poruszających się na terytorium Wspólnoty maksymalne dopuszczalne wymiary w ruchu krajowym i międzynarodowym oraz maksymalne dopuszczalne obciążenia w ruchu międzynarodowym (Tekst mający znaczenie dla EOG), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32015L0719>
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 roku w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Tekst mający znaczenie dla EOG), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0028&from=pl>
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1119 z dnia 30 czerwca 2021 roku w sprawie ustanowienia ram na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej i zmiany rozporządzeń (WE) nr 401/2009 i (UE) 2018/1999 (Europejskie prawo o klimacie), Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, 9.7.2021 L 243/1, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119&from=PL>
- Briefing EU Legislation in Progress, EPRS | European Parliamentary Research Service, A. Wilson. *Members' Research Service PE 698.781* – grudzień 2021, Revision of the Renewable Energy Directive: Fit for 55 package, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698781/EPRS_BRI\(2021\)698781_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698781/EPRS_BRI(2021)698781_EN.pdf)
- Ustawa z dnia 6 grudnia 2008 r. o podatku akcyzowym, tekst jedn. Dz.U. 2019, poz. 864
- Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 roku o elektromobilności i paliwach alternatywnych, Dz. U. 2018, poz. 317, <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180000317/U/D20180317Lj.pdf>
- Ustawa z dnia 4 lipca 2019 r. o zmianie ustawy o podatku od towarów i usług oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. 2019, poz. 1520
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 grudnia 2005 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii, Dz.U. Nr 261, poz. 2187, z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 11 grudnia 2017 r. w sprawie rejestracji i oznaczania pojazdów oraz wymagań dla tablic rejestracyjnych, Dziennik Ustaw 2017, poz. 2355

Materiały firm i organizacji

Scania

- Informacja prasowa, *Śmieciarki Scania CNG na wrocławskich Krzykach*, 10 listopada 2019.
- Informacja prasowa, *50 pojazdów Scania LNG dla Maszowski Logistic*, 5 lipca 2021.
- Materiały wewnętrzne na temat mobilności, 2020.
- Materiały wewnętrzne na temat wodoru.
- Nowa hybryda dla miast*, Scania w Polsce, 2015, nr 4.
- Raport roczny 2015, https://www.scania.com/group/en/wp-content/uploads/sites/2/2016/03/Scania_Annual_and_Sustainability_Report_2015.pdf, (pobrano 11.12.2021)
- Raport roczny 2016, <https://www.volkswagenag.com/presence/investorrelation/publications/annual-reports/2017/scania/scania-annual-and-sustainability-report-2016.pdf> (pobrano 11.12.2021)
- Scania Polska, *Paliwa odnawialne redukują emisję CO₂*, informacja prasowa, 19 października 2015.
- Scania Polska, materiały wewnętrzne na temat etanolu, 2005.
- Scania Polska, materiały wewnętrzne na temat paliw alternatywnych, 2019.
- Zrównoważony transport tu i teraz (stan na rok 2022)*, Scania w Polsce, 2015, nr 4.

DAF Trucks

- Materiały prasowe na temat nowych modeli zelektryfikowanych, 2020-2021.
- Prezentacja prasowa, Málaga, sierpień/wrzesień 2021.
- Materiały wewnętrzne DAF Trucks na temat biopaliw, 2019.
- Zestaw materiałów prasowych na targi IAA, 2006.

Daimler – Mercedes

- Daimler, materiały wewnętrzne na temat zastosowania wodoru jako paliwa w sektorze motoryzacyjnym, czerwiec 2018.
- Informacja prasowa Mercedes-Benz Polska, *Ciężarówki dalekobieżne: zintegrowane podejście ogranicza emisję CO₂ nawet o 14%*, 21 października 2015.
- Materiały wewnętrzne Daimler – Mercedes, 2009.
- Materiały wewnętrzne i promocyjne z lat 2005-2010.
- Materiały wewnętrzne, prezentacja hybrydowego Atego, Stuttgart, luty 2009.
- Materiały prasowe na targi IAA, 2008.
- Materiały na temat gazowych Eonic NGT i Actros NGT, 2019-2021.
- Materiały prasowe na temat modelu eActros z lat 2018-2021.
- Materiały prasowe na temat odmian alternatywnych, 2021.
- Materiał prasowy, 16 września 2021.
- Materiały prasowe na temat zakładów produkcyjnych, 2021.
- Materiały wewnętrzne Mercedes Truck Polska na temat elektryfikacji taboru, 2022.

Renault Trucks

- Materiały prasowe dystrybuowane w trakcie spotkania *Energy Efficiency Days*, czerwiec-lipiec 2015.
- Materiały wewnętrzne Renault Trucks Polska na temat strategii paliwowej, 2018-2019.
- Opis modeli gazowych i elektrycznych – materiały promocyjne, 2018-2021.
- Materiały Renault Trucks Polska na temat modelu D ZE Wide, 2021.
- Renault Trucks, materiały wewnętrzne koncernu na temat elektryfikacji, marzec 2022.

Volvo Trucks

Informacja prasowa *Volvo Trucks, jako pierwsze na świecie, zastosuje stal wytwarzaną bez użycia paliw kopalnych w swoich samochodach ciężarowych*, 25 maja 2022.

Materiały prasowe i techniczne na temat modeli gazowych, 2018.

Materiały wewnętrzne Volvo Polska Sp. z o.o. Oddział Samochody Ciężarowe na temat testu, 2020.

Materiały Volvo Trucks Nederland.

IVECO

Informacja prasowa, *150 nowoczesnych niskoemisyjnych ciągników IVECO S-WAY NP pojedzie w firmie Sachs Trans International*,

<https://www.iveco.com/poland/press-room/informacje-prasowe/Pages/150-nowoczesnych-nisko-emisyjnych-ciagnikow-IVECO-S-WAY-NP-pojedzie-w-firmie-Sachs-Trans-International.aspx>
(pobrano 11.11.2021)

Materiały prasowe na temat gazu z lat 2016-2020.

Zestaw materiałów prasowych na targi IAA Nutzfahrzeuge, 2010.

Zestaw materiałów prasowych na targi IAA Nutzfahrzeuge, 2016.

Zestaw materiałów prasowych, Bauma 2019.

Zestaw materiałów prasowych, Magirus, Ulm, wrzesień 2019.

Zestaw materiałów promocyjnych na temat modelu Stralis NP400, Madryt, czerwiec 2016.

Materiały wewnętrzne IVECO Poland na temat testu gazowych ciężarówek. 2016

MAN

Materiały – konferencja preIAA 2018, Berlin, 1-2 lipca 2018.

Zestaw materiałów prasowych na targi IAA, 2010.

Zestaw materiałów prasowych na targi IAA, 2014.

Kaiser

Kaiser – karta danych technicznych modeli AquaStar, 2022.

Krone

Materiały prasowe na temat naczep Cool Liner z układem THT New Cool, Werlte, 2019.

Schmitz Cargobull

Wewnętrzne materiały na temat strategii InnoVision, 2017.

Wewnętrzne materiały na temat projektu TransFormers, 2017.

Solaris

Materiały wewnętrzne

VDA

Climate protection policy for heavy commercial vehicles, VDA, Annual Report 2014.

Electricity

Cooperation for sustainable and attractive public transport, STATUS REPORT, lipiec 2016, https://www.goteborgelectricity.se/sites/default/files/content/u2318/electricity_-_cooperation_for_sustainable_and_attractive_public_transport.pdf

Cooperation on the electrified transport solutions of the future, PROGRESS REPORT 2020, marzec 2020, https://www.electricitygoteborg.se/sites/default/files/content/bilder/statusrapport_2019_en_webb.pdf (pobrano 07.08.2021)

PZPM

Materiały wewnętrzne na temat rejestracji nowych ciężarówek w latach 2020-2021.

PSPA

PSPA Raport, *Analiza całkowitych kosztów posiadania (TCO) dostawczego pojazdu elektrycznego oraz jego konwencjonalnego odpowiednika*, Warszawa 2019.

DB Schenker

Materiały wewnętrzne

Strony internetowe

<https://www.acea.auto/message-dg/zero-emission-buses-and-trucks-cost-parity-and-infrastructure-are-just-as-important-as-technology/> (pobrano 11.12.2021)

<https://www.acea.auto/figure/trucks-eu-fuel-type/> (pobrano 04.05.2022)

<https://www.acea.auto/fuel-cv/fuel-types-of-new-trucks-diesel-95-8-electric-0-5-alternative-fuels-3-6-share-full-year-2021/> (pobrano 04.05.2022)

<https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Ciezarowka-Scania-na-gaz-plynnny-z-hybydowym-systemem-kontroli-temperatury-ogranicza-emisje,43110,1> (pobrano 07.08.2021)

<https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/DAF-nowe-technologie-Cz-1,33563,1> (pobrano 11.12.2021)

<https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Heyer-Blomstergrossisten-stawia-na-ekologiczne-i-wydajne-3-osiove-podwozie-Volvo-FH-LNG-tworzace-zestaw-klasy-LHV-LZV,43782,1> (pobrano 22.11.2021)

<https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Volvo-Vera-pierwsza-kompletna-ciezarowka-Poziomu-4-0-dla-dzialania-w-Srodowisku-4-0-Cz-2,35688,1> cz. 1-8 (pobrano 25.12.2021)

<https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Volvo-FH-LNG-w-niderlandzkich-zestawach-LZV-ecocombi-Cz-1,41093,1>

<https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Volvo-FH-LNG-w-niderlandzkich-zestawach-LZV-ecocombi-Cz-2,41094,1>

<https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/DHL-Freight-i-Volvo-Trucks-lacza-sily-w-celu-przyspieszenia-procesu-przechodzenia-na-dlugodystansowy-transport-drogowy-wolny-od-paliw-kopalnych,43327,1> (pobrano 12.12.2021)

<https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-1,39062,1> (pobrano 11.07.2021)

<https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-2,39064,1> (pobrano 11.07.2021)

<https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-3,39066,1> (pobrano 11.07.2021)

- <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-4,39068,1> (pobrano 11.07.2021)
- <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-5,39129,1> (pobrano 11.07.2021)
- <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-6,39131,1> (pobrano 11.07.2021)
- <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-7,39133,1> (pobrano 11.07.2021)
- <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-8,39135,1> (pobrano 11.07.2021)
- <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-9,39334,1> (pobrano 11.07.2021)
- <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/T-Pod-kolejna-prototypowa-ciezarowka-Poziomu-4-0-Cz-10,39357,1> (pobrano 11.07.2021)
- <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Stal-pod-wzglem-produkcyjnym-wolnoda-paliw-kopalnych-to-krok-w-dekarbonizacji-Scanii,43391,1> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Daimler-Truck-AG-i-TotalEnergies-wspolnierozwijaja-ekosystem-wodoru-dla-transportu-w-Europie,45795,1> (pobrano 25.12.2021)
- <https://blog.locus.sh/microhubs-for-sustainable-urban-freight-logistics/> (pobrano 11.12.2021)
- <https://bioenergyinternational.com/storage-logistics/lantmannen-agroetanol-and-scania-inaugurate-the-worlds-first-ed95-truck-for-heavier-transport> (pobrano 11.12.2021)
- <https://closer.lindholmen.se/en/news/importance-consolidation-efforts-dense-cities> (pobrano 25.12.2021)
- <https://closer.lindholmen.se/en/news/join-and-develop-lindholm-delivery> (pobrano 11.12.2021)
- <https://closer.lindholmen.se/projekt/hits-2024> (pobrano 04.01.2022)
- <https://closer.lindholmen.se/nyheter/logistik-inte-bara-transporter> (pobrano 04.01.2022)
- <https://closer.lindholmen.se/nyheter/unikt-samarbete-banar-vag-elektrifierade-godstransporter> (pobrano 04.01.2022)
- <https://closer.lindholmen.se/projekt/reel> (pobrano 04.01.2022)
- <https://closer.lindholmen.se/nyheter/stor-utrullning-av-elektrifierade-tunga-vagtransporter> (pobrano 04.01.2022)
- https://www.cryogas.pl/pliki_do_pobrania/artykuly/Cryogas_IVECO_Report_Polish_road_tests_.pdf (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.consilium.europa.eu/pl/press/press-releases/2019/06/13/cutting-emissions-council-adopts-co2-standards-for-trucks/> (pobrano 20.04.2022)
- <https://www.consilium.europa.eu/pl/press/press-releases/2019/01/16/co2-emission-standards-for-cars-and-vans-council-confirms-agreement-on-stricter-limits/> (pobrano 22.04.2022)
- <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/clean-and-sustainable-mobility/> (pobrano 20.04.2022)
- <https://www.daf.com/en/about-daf/sustainability/intelligent-logistics> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.daf.co.uk/en-gb/trucks/alternative-fuels-and-drivelines/hydrogen> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.daf.com/en/news-and-media/news-articles/global/2018/q3/30-08-2018-daf-trucks-at-iaa-hanover-2018> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.daf.com/en/news-and-media/news-articles/global/2018/q4/18-12-2018-jumbo-takes-delivery-of-first-daf-cf-electric> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.daf.com/en/news-and-media/news-articles/global/2019/q1/05-02-2019-daf-cf-electric-for-tinie-manders-transport> (pobrano 05.01.2022)
- <https://www.daf.com/en/news-and-media/daf-stories/daf-in-action-magazine/daf-in-action-magazine-01-2020#scrollytelling-slide-contargo> (pobrano 05.01.2022)
- <https://www.daf.com/en/news-and-media/news-articles/global/2021/q1/27-01-2021-daf-1f-electric-for-zero-emission-urban-distribution> (pobrano 14.12.2021)

- <https://www.dbschenker.com/se-sv/om-oss/presscenter/nyheter-fr%C3%A5n-db-schenker/nu-ullar-den-sjaelvkoerande-lastbilen-p%C3%A5-allmaen-vaeg-594348> (pobrano 22.06.2021)
- <https://www.dbschenker.com/se-en/about-us/press-center/news-about-db-schenker/groent-ljus-foer-sjaelvkoerande-transporter-p%C3%A5-allmaen-vaeg-i-v%C3%A5r-585128> (pobrano 22.06.2021)
- <https://dencity.se/transportlosningar/emissionsfria-tunga-transporter> (pobrano 22.06.2021)
- <https://www.dhl.com/se-sv/home/press/pressarkiv/2021/dhl-freight-och-volvo-lastvagnar-satsar-gemensamt-pa-fossilfri-vaegtransport-foer-laengre-straeckor.html> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.dhl.com/se-sv/home/press/pressarkiv/2022/unik-el-lastbil-levererar-skidor-till-vasalopp-et-t-steg-pa-dhl-s-vag-mot-fossilfria-transporter.html> (pobrano 12.12.2021)
- https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/european-climate-law_pl (pobrano 21.04.2022)
- <https://www.einride.tech/press/db-schenker-and-einride-launch-first-commercial-installation-of-an-einride-pod> (pobrano 22.06.2021)
- <https://www.einride.tech/press/michelin-group-to-implement-sustainable-transport-system-from-einride> (pobrano 22.06.2021)
- <https://www.electricitygoteborg.se/en/news/public-swapping-bookshelf-inaugurated-sven-hultins-plats> (pobrano 09.12.2021)
- <https://www.electricitygoteborg.se/nyheter/studie-elbussar-bidrar-till-battre-halsa-boend> (pobrano 30.04.2022)
- <https://emobilitycentre.se/> (pobrano 09.12.2021)
- https://www.everythingforthatmoment.com/de/produktneuheiten/gw-l-volvo-fl-electric/?utm_source=press&utm_medium=group&utm_campaign=neuprodukte2020, file:///C:/Users/User/AppData/Local/Temp/GW-L_Volvo_FL_Electric_de.pdf (pobrano 14.12.2021)
- <http://www.goteborgelectricity.se/en/research> (pobrano 14.11.2021)
- <http://www.goteborgelectricity.se/en/demonstration-arena> (pobrano 09.12.2021)
- <https://www.gu.se/en/news/better-residents-health-after-switch-to-electric-buses> (pobrano 30.04.2022)
- <https://innovation.rosenbauer.com/de/concept-fire-truck/> (pobrano 09.12.2021)
- <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/Air-Liquide-and-IVECO-collaborate-to-accelerate-the-development-of-hydrogen-heavy-duty-mobility-in-Europe.aspx> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/CNH-Industrial-brands-IVECO-and-FPT-together-with-Nikola-Motor-Company.aspx> (pobrano 20.12.2021)
- <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/GLS-updates-its-fleet-with-120-IVECO-S-WAY-LNG-and-Bio-LNG-powered-vehicles.aspx> (pobrano 20.12.2021)
- <https://www.iveco.com/en-us/press-room/kit/Pages/Iveco-s-commitment-in-the-field-of-sustainable-mobility-the-New-Daily-CNG-and-Stralis-LNG.aspx> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-and-Nikola-inaugurate-joint-venture.aspx> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-and-Nikola-sign-MoU-with-Hamburg-Port-Authority.aspx> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-celebrates-75th-anniversary-of-heritage-brand-Pegaso.aspx> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-FPT-Industrial-and-Nikola-Corporation-launch-their-partnership-to-achieve-zero-emissions-transport.aspx> (pobrano 20.12.2021)
- <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-joins-27-European-companies-in-discussions-of-biomethane-scale-up-with-EU-Energy-Commissioner.aspx> (pobrano 08.12.2021)
- <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-supplies-65-IVECO-S-WAY-LNG-trucks-to-Lithuanian-transport-operator-Vlantana.aspx> (pobrano 20.12.2021)
- <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/IVECO-to-supply-1064-gas-powered-S-WAY-trucks-to-Amazon-to-support-European-operations.aspx> (pobrano 20.12.2021)
- <https://www.iveco.com/en-us/press-room/release/Pages/BioLNG-strategic-for-transport-decarbonisation.aspx> (pobrano 25.12.2021)

- <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Daimler-Truck-AG-and-CATL-expand-global-partnership-joint-development-of-sophisticated-truck-focused-batteries-and-supply-agreed-beyond-2030.xhtml?oid=50009915&ls=L2VuL2luc3RhbmNIL2tvLnhodG1sP29pZD00ODM2MjU4JnJlElkPTYwODI5JmZyb21PaWQ9NDgzNjI1OCZyZXN1bHRJbWZvVHlwZUIkPTQwNjI2JnZpZXdUeXBIPXRodW1icyZzb3J0RGVmaW5pdGlvbj1QVUJMSVNIRURfQVQtMiZhamF4UmVxdWVzdHNNYWRIPTEmdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTEemcm93Q291bnRzSW5kZXg9NSZmcm9tSW5mb1R5cGVJZD00MTAxMg!!&rs=48>, (pobrano 07.11.2021)
- <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/E-Mobility-Mercedes-Benz-Trucks-establishes-a-strategic-charging-infrastructure-partnership-with-Siemens-Smart-Infrastructure-ENGIE-and-EVBox-Group.xhtml?oid=50018175&ls=L2VuL2luc3RhbmNIL2tvLnhodG1sP29pZD00ODM2MjU4JnJlElkPTYwODI5JmZyb21PaWQ9NDgzNjI1OCZyZXN1bHRJbWZvVHlwZUIkPTQwNjI2JnZpZXdUeXBIPXRodW1icyZzb3J0RGVmaW5pdGlvbj1QVUJMSVNIRURfQVQtMiZhamF4UmVxdWVzdHNNYWRIPTEmdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTEemcm93Q291bnRzSW5kZXg9NSZmcm9tSW5mb1R5cGVJZD00MTAxMg!!&rs=42> (pobrano 07.11.2021)
- https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=49138301&ls=L3NIYXJjaHJlc3VsdC9zZWZyY2hyZXN1bHQeGh0bWw_c2VhcmNoU3RyaW5nPXZvbHlZvJnNlYXJjaElkPTAmc2VhcmNoVHlwZT1kZXRhaWxlZCZyZXN1bHRJbWZvVHlwZUIkPTQwNjI2JnZpZXdUeXBIPWxc3Qmc29ydERlZmluaXRpb249UFVCTEITSEVEXOFULTImdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTEemcm93Q291bnRzSW5kZXg9NQ!!&rs=2 (pobrano 11.10.2021)
- https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=49834035&ls=L3NIYXJjaHJlc3VsdC9zZWZyY2hyZXN1bHQeGh0bWw_c2VhcmNoU3RyaW5nPXZvbHlZvJnNlYXJjaElkPTAmc2VhcmNoVHlwZT1kZXRhaWxlZCZyZXN1bHRJbWZvVHlwZUIkPTQwNjI2JnZpZXdUeXBIPWxc3Qmc29ydERlZmluaXRpb249UFVCTEITSEVEXOFULTImdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTEemcm93Q291bnRzSW5kZXg9NQ!!&rs=1 (pobrano 11.10.2021)
- https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=51853937&ls=L3NIYXJjaHJlc3VsdC9zZWZyY2hyZXN1bHQeGh0bWw_c2VhcmNoVHlwZT1mbGV4JnNlYXJjaFN0cmZz1OTVNFmRmxleFNlYXJjaF90ZXdzT25seUNvbXBhbWZvVHlwZUluZGV4PTEemcm93Q291bnRzSW5kZXg9NQ!!&rs=0 (pobrano 11.03.2021)
- <https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=51879307&ls=L2VuL2luc3RhbmNIL2tvLnhodG1sP29pZD00ODM2MjU4> (pobrano 25.12.2021)
- https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=51928607&ls=L3NIYXJjaHJlc3VsdC9zZWZyY2hyZXN1bHQeGh0bWw_c2VhcmNoVHlwZT1mbGV4JnNlYXJjaFN0cmZz1OTVNFmRmxleFNlYXJjaF90ZXdzT25seUNvbXBhbWZvVHlwZUluZGV4PTEemcm93Q291bnRzSW5kZXg9NQ!!&rs=0, (pobrano 04.05.2021)
- <https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=51943722&ls=L2VuL2luc3RhbmNIL2tvLnhodG1sP29pZD00ODM2MjU4> (pobrano 24.05.2022)
- <https://www.media.daimler.pl/daimler-trucks-prezentuje-techniczna-strategie-elektryfikacji--swiatowa-premiera-koncepcyjnej-ciezarowki-mercedes-benz-z-napedem-na-ogniwa-paliwowe/> (pobrano 11.10.2021)
- https://www.mercedes-benz-trucks.com/pl_PL/brand/presspage (pobrano 25.10.2021)
- <https://mobilitysweden.se/aktuellt/press> (pobrano 11.02.2021)
- <https://www.peterappeltransport.nl/nieuws/eerste-100-elektrische-trekker-voor-peter-appel-transport/> (pobrano 05.01.2022)
- <https://press.mantruckandbus.com/corporate/en/food-distribution-with-electric-trucks---man-participates-in-study-in-berlin/> (pobrano 11.10.2021)
- <https://press.mantruckandbus.com/corporate/en/winter-suitability-verified-man-etgm-proves-itself-as-a-gritting-vehicle-for-the-first-time/> (pobrano 11.10.2021)
- <https://press.mantruckandbus.com/corporate/man-electrifies-inner-city-logistics/> (pobrano 11.10.2021)
- <https://press.mantruckandbus.com/weve-done-our-homework/> (pobrano 11.12.2021)

- <https://press.mantruckandbus.com/corporate/man-etgm-schwarz-logistik-commits-to-fully-electric-distribution-truck/> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.renault-trucks.com/en/newsroom/press-releases/electric-mobility-renault-trucks-d-wide-ze-fitted-solar-panels> (pobrano 14.12.2021)
- <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/florence-la-collecte-des-dechets-seffectue-en-renault-trucks-100-electrique> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/la-collecte-des-dechets-menagers-neuilly-sur-seine-92-confiee-suez-soperera> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/premiere-en-europe-le-brasseur-feldschlossen-recoit-les-cles-de-20> (pobrano 25.12.2021)
- <https://press.mantruckandbus.com/man-presents-zero-emission-roadmap/> (pobrano 25.12.2021)
- <https://press.mantruckandbus.com/corporate/en/weve-done-our-homework/> (pobrano 25.12.2021)
- <https://press.mantruckandbus.com/corporate/man-accelerates-change-to-zero-emission-drive-systems/> (pobrano 25.02.2022)
- <https://pspa.com.pl/2021/raport/projekt-eko-log-elektryczne-ciezarowki-realna-alternatywa-w-logistyce-miejskiej/> (pobrano 05.12.2021)
- <https://www.renault-trucks.com/en/newsroom/press-releases/renault-trucks-broadens-its-all-electric-range> (pobrano 14.12.2021)
- <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/efficacite-energetique-optifuel-lab-3-affiche-une-consommation-reduite-de> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/jusqua-10-deconomies-de-carburant-avec-la-nouvelle-generation-de-moteurs> (pobrano 22,09.2021)
- <https://www.renault-trucks.fr/l/ce-renault-trucks-t-origine-france-garantie-roule-au-b100-100-colza-francais> (pobrano 22.09.2021)
- <https://www.renault.se/hvo-100.html> (pobrano 22.09.2021)
- <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/des-poids-lourds-electriques-renault-trucks-t-et-c-dans-la-gamme-e-tech> (pobrano 15.03.2022)
- <https://www.renault-trucks.com/fr/newsroom/press-releases/renault-trucks-et-geodis-sassocient-pour-developper-un-nouveau-camion> (pobrano 15.03.2022)
- <https://repository.tno.nl/islandora/object/uid:1a455afb-ac09-477e-a851-112904eb3384> (pobrano 12.07.2021)
- <https://www.rosenbauer.com/de/int/group/presse/wirtschaftspresse/wirtschaftspresse-detail/nd/rosenbauer-startet-den-internationalen-verkauf-seiner-rt-modellreihe-mit-hybridem-antrieb> (pobrano 14.12.2021)
- <https://www.rosenbauer.com/de/int/presse/fachpresse/nd/elektromobile-weltpremiere> (pobrano 14.12.2021)
- <https://www.rosenbauer.com/de/int/presse/fachpresse/nd/vorhang-auf-fuer-den-rt> (pobrano 14.12.2021)
- <https://www.rosenbauer.com/de/at/presse/fachpresse/nd/erste-e-drehleiter-1> (pobrano 14.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/investors/annual-review/ceo-statement.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4113310-scania-introduces-new-powertrain-and-major-updates> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/how-nxt-communicates-with-passengers-and-those-around-it> (pobrano 14.08.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/taking-urban-transport-to-the-nxt-level-a-new-concept-from-scania-2> (pobrano 14.08.2021)
- <https://www.scania.com/dk/da/home/about-scania/newsroom.html#/news/stigende-interesse-for-bio-gaslastbiler-396100> (pobrano 12.08.2021)
- <https://www.scania.com/dk/da/home/about-scania/newsroom.html###news/10-gasdrevne-renovations-lastbiler-til-urbaser-og-projectzero-416089> (pobrano 07.12.2021)

- <https://www.scania.com/group/en/home/about-scania/innovation/technology/electrification.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/first-scania-bioethanol-truck-hits-the-road.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/scania-launches-initiative-to-boost-europes-bioeconomy.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/towards-a-zero-impact-ehighway.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/scania-and-electrification-a-multi-faceted-approach.html> (pobrano 14.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/first-scania-bioethanol-truck-hits-the-road.html> (pobrano 11.07.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2019/how-to-make-an-alternative-fuels-strategy-become-a-success.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2019/biofuels-key-to-driving-the-shift.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2019/night-time-deliveries-save-time-and-slash-emissions.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/a-scania-r-410-drives-recyclable-containers-on-biogas.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/biogas-gives-finnish-operator-an-edge> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/Dairy-giant-switches-to-biogas.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/first-german-e-road-trial-now-fully-operational.html> (pobrano 14.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/how-electric-vehicles-fit-into-scanias-sustainability-journey.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/norwegian-wholesaler-asko-puts-hydrogen-powered-fuel-cell-electric-scania-trucks-on-the-road.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/prague-deploys-scania-biogas-truck-for-sewer-cleaning.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/scania-makes-further-investment-in-northvolt.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/scania-P-220-with-split-temperature-body-keeps-goods-fresh.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/scania-researches-better-batteries.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/sustainable-deliveries-to-mcdonalds-in-finland.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/scania-researches-better-batteries.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scanias-commitment-to-battery-electric-vehicles.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/truck-trailers-with-solar-panels-can-save-fuel.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/Unleashing-the-bioeconomy-potential.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/All-electric-deliveries-for-Swedens-leading-food-retailer.html> (pobrano 07.12.2021)

- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/An-absolutely-great-decision-for-cleaner,-quieter-transport.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/As-a-part-of-the-cross-industry-CEO-Alliance-Scania-backs-EU-plan-to-cut-carbon-emissions-by-55-by-2030.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Biogas-transport-operations-the-self-evident-choice.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/biomethane-certificates-to-speed-up-the-shift-to-sustainable-transport.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Commercial-vehicle-giants-invest-in-European-charging-network-for-electric-trucks.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/fossil-free-steel-a-giant-step-in-scantias-decarbonisation.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/german-company-bona-gets-countrys-first-scania-battery-electric-truck1.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/HAVI-to-use-new-plug-in-hybrid-truck-from-Scania-in-research.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/lidl-italia-gets-its-first-electric-truck.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/next-step-in-joint-venture-agreement-for-european-charging-network-for-electric-trucks.html> (pobrano 25.10.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/posten-norge-is-testing-an-all-electric-truck-from-oslo-to-tromso.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scantias-commitment-to-battery-electric-vehicles.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/scania-invests-further-in-northvolt-expansion-and-battery-recycling.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scania-liquefied-gas-truck-with-hybrid-temperature-control-system-cuts-emissions.html> (pobrano 07.08.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scania-and-Westport-Fuel-System-will-cooperate-in-hydrogen-research-project.html> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scantias-commitment-to-battery-electric-vehicles.html> (pobrano 07.12.2021)
- https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scantias_commitment_to_electrification_our_initiatives_so_far.html (pobrano 14.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scantias-electrification-roadmap.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/swedens-first-ever-hydrogen-powered-refuse-collection-truck.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scania-participates-in-pioneering-UK-e-road-feasibility-study.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Seven-more-Scania-trucks-to-be-delivered-as-German-e-road-expands.html> (pobrano 14.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/39-99115-scania-publishes-life-cycle-assessment-of-battery-electric-vehicles> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/410-1348-scania-builds-extremely-heavy-and-extra-long-electrified-truck-for-jula-logistics> (pobrano 07.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/413-7101-scania-introduces-world-class--versatile-hybrid-trucks> (pobrano 27.12.2021)

- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4139928-scania-64-tonne-electric-truck-on-the-road-with-wibax> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4111621-scania-and-sca-develop-first-80-tonne-electric-timber-truck> (pobrano 22.11.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4215203-scania-puts-electric-trucks-in-lkab-mine-in-northern-sweden> (pobrano 11.10.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/sustainability/sustainable-transport/electrified-solutions.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/nl/nl/home/experience-scania/news-and-events/News/archive/2021/06/van-der-linden-rust-nieuwe-scania-uit-met-zonnepanelen.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4174375-scania-to-supply-5-battery-electric-vehicles-and-1-6-mw-of-charging-equipment-to-swedish-haulier-for> (pobrano 21.03.2022)
- <https://www.scania.com/group/en/its-a-liquefied-gas/>
- <https://www.scania.com/pathways-study.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.scania.com/dk/da/home/about-scania/newsroom.html#/news/med-baeredygtig-biodiesel-i-tankene-442147> (pobrano 11.03.2022)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4255474-scania-enables-completely-electrified-64-tonne-chilled-foods-transport-for-dagab> (pobrano 04.05.2022)
- <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4263628-scania-meets-growing-biogas-interest-with-expanded-offer> (pobrano 12.05.2022)
- <https://sisuauto.com/sisu-auton-strategiset-tavoitteet-vientitoiminnassa/> (pobrano 25.12.2020)
- <https://sisuauto.com/en/sisu-polar-hybrid-deliveries-commence> (pobrano 25.12.2020)
- <https://sisuauto.com/sisu-polar-hybrid-mallisto-vie-kuorma-autojen-huipputehot-uuteen-luokkaan/>
- <https://www.solarisbus.com/pl/biuro-prasowe-solaris-bus-coach-sp-z-o-o/europejskie-konsorcjum-opracuje-normy-dla-modulow-ogniw-paliwowych-do-zastosowan-typu-heavy-duty-misja-stashh-1463> (pobrano 25.12.2020)
- <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518253.2020.1829099> (pobrano 30.04.2022)
- <https://thtnewcool.eu/en/#new-cool> (pobrano 25.12.2021)
- <https://thtnewcool.eu/en/100-tht-new-cool-reefers-on-the-road/> (pobrano 25.12.2021)
- https://www.toll-collect.de/pl/toll_collect/rund_um_die_maut/meldungen/detailsseite_news_8768.html (pobrano 25.12.2021)
- https://www.toll-collect.de/pl/toll_collect/rund_um_die_maut/mautfreiung/mautfreiung.html (pobrano 11.12.2021)
- <https://totalenergies.com/media/news/press-releases/TotalEnergies-daimler-truck-hydrogen-H2-Transportation>
- <https://www.transportenvironment.org/press/ci%C4%99%C5%BCar%C3%B3wki-na-gaz-w-testach-drogowych-nawet-5-razy-gorsze-od-diesli> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.vanecktrailers.com/en/van-eck-delivers-b-double-lhv-to-dekker-chrysenten/> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.vda.de/en/topics/environment-and-climate/co2-regulation-heavy-commercial-vehicles/climate-protection-policy-for-heavy-commercial-vehicles.html> (pobrano 05.12.2019)
- <https://www.vdlgroep.com/en/news/vdl-presents-first-electric-vehicles-for-waste-collection> (pobrano 05.01.2022)
- <https://www.volvotrucks.com/en-en/about-us/automation/vera.html> (pobrano 25.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2020/oct/volvo-trucks-launches-customer-tests-of-fully-electric-trucks.html> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2021/feb/dhl-freight-and-volvo-trucks-join-forces-to-speed-up-transition.html> (pobrano 12.12.2021)

- <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2022/jan/volvos-heavy-duty-electric-truck-is-put-to-the-test-excels-in-both-range-and-energy-efficiency.html> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2019/jun/nu-ook-lng-en-lzv-combinatie-voor-dekker-chrysenten.html> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2019/apr/volvo-fh-lng-ecocombi-voor-de-winter-logistics.html> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2020/nov/eerste-in-serie-geproduceerde-zware-elektrische-truck-rijdt-in-amsterdam-voor-renewi.html> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/magazine-online/2020/april/lng-levert-een-bijdrage-aan-de-verduurzaming-van-ons-wagenpark.html> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/magazine-online/2020/april/peter-appel-over-lng-trucks-betrouwbaarheid-lng-trucks-stukken-verbeterd.html> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2020/nov/volvo-trucks-launches-a-complete-range-of-electric-trucks-starting-in-europe-in-2021.html> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/magazine-online/2020/sep/van-de-kamp-over-de-volvo-fh-lng.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/januari/aandeel-lng-in-jaar-tijd-meer-dan-verdrievoudigd.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/oktober/van-gelder-zet-vier-elektrische-volvo-trucks-in.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/november/volvo-fe-electric-voor-kws.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/november/fossiel-vrij-vervoer-bloemen-en-planten-met-volvo-fh-electric-lzv-voor-bernhard-transport.html> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/december/drie-volvo-fl-electric-voor-dhl-parcel.html> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2019/jun/tno-rapport-toont-aan-tot-23-procent-co2-besparing-met-volvo-lng-trucks.html> (pobrano 12.07.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/trucks/trucks/volvo-fh/volvo-fh-lng/business-case-aanvragen-lng-truck.html> (pobrano 11.07.2021)
- <https://www.volvotrucks.pl/pl-pl/news/press-releases/2019/jun/pressrelease-190613.html> (pobrano 14.08.2021)
- <https://www.volvotrucks.pl/pl-pl/news/press-releases/2020/sep/pr-200922.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.pl/pl-pl/news/press-releases/2021/feb/dhl-freight-and-volvo-trucks-join-forces-to-speed-up-transition.html> (pobrano 12.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/april/heyer-blomstergrossisten-gaat-voor-extra-duurzaam-en-efficient-met-volvo-fh-lng-en-lzv.html> (pobrano 22.11.2021)
- <https://www.volvotrucks.pl/pl-pl/news/press-releases/2021/jun/volvo-trucks-and-dfds-cooperate-to-run-electric-supply-chain-transport.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.pl/pl-pl/trucks/trucks/volvo-fe/volvo-fe-cng.html> (pobrano 11.12.2021)
- <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2022/may/Important-steps-towards-putting-more-emissions-free-electric-trucks-in-urban-zones.html> (pobrano 06.05.2022)
- [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health), www.quantron.net/en/q-news/pr-berichte/ (pobrano 25.12.2021)

Spis rysunków

| | |
|---|-----|
| 1. Emisja NOx przez samochody ciężarowe z silnikiem Diesla i silnikiem zasilanym LNG... | 487 |
| 2. Emisja cząstek stałych..... | 487 |

Spis tabel

| | |
|---|-----|
| 1. Potencjał redukcji emisji CO ₂ dla różnych rodzajów pojazdów | 43 |
| 2. Wzrost efektywności paliwowej oraz zdolności przewozowych przez zestaw najczęściej wykorzystywany w ruchu dalekodystansowym | 155 |
| 3. Spadek zużycia paliwa w latach 2005-2017 przez ciągniki DAF XF eksploatowane w ramach 40-tonowych zestawów | 162 |
| 4. Rejestracje zelektryfikowanych samochodów ciężarowych klasy tonażowej ciężkiej w krajach Europy Zachodniej i Centralnej w 2021 roku..... | 405 |
| 5. Etapy komercjalizacji technologii wodorowej w Europie według H2Accelerate..... | 422 |
| 6. Ceny i koszty odmian CNG/LNG w zależności od rodzaju paliwa | 461 |
| 7. Wyniki testów Scanii..... | 462 |
| 8. Volvo – wyniki testu 1 | 464 |
| 9. Volvo – wyniki testu 2..... | 464 |
| 10. Volvo – wyniki testu 3..... | 465 |
| 11. Volvo – wyniki testu 4..... | 465 |
| 12. Volvo – wyniki testu 5..... | 466 |
| 13. Volvo – wyniki testu 6..... | 466 |
| 14. Volvo – wyniki testu 7..... | 467 |
| 15. Dostawy gazowych samochodów ciężarowych Volvo w latach 2018-2020 | 470 |
| 16. Rejestracje odmian gazowych w Polsce w latach 2020-2021 według PZPM..... | 470 |
| 17. Polski rynek w 2021 roku według rodzaju napędu – segment ciężki – statystyki DAF-a.... | 471 |
| 18. Przewidywane okresy komercyjnego wykorzystania poszczególnych rodzajów paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych | 582 |

Application in Western European Conditions of Alternative Fuels and Alternative Drive Units in Trucks of Medium and Heavy Tonnage Classes. Challenges and Limitations – Practical Aspects

Abstract

The Western European road freight haulage sector is on the verge of a major transformation. It results from the necessity of its greening and pro-ecolization and becoming one of the most important initiatives aimed at reducing emissions. Especially that in Europe, transport is responsible for almost a quarter of greenhouse gas emissions, and sustainable development has been talked about for a long time. Nevertheless, now the market demand for sustainable solutions has taken a real shape, the more so as it has been somehow forced by the policy of the EU authorities, which is increasingly focused on the elimination of fuels based on fossil fuels. For its part, the automotive industry has been working on gasification and electrification technologies for decades, but the progress in implementing such solutions has been relatively slow for a long time. The still systematically improved traditional drive system with an internal combustion engine showed a number of operational advantages and retained a high potential for further development in the future, including an increase in the efficiency of engines and drive-line systems themselves what translates into a decrease in fuel consumption and CO₂ emissions. The current, slowly legally enforced, wave of greening road freight began in the middle of the second decade of this century. As a result, gas vehicles suitable for heavier, long-distance applications appeared on the market, and significant progress was recorded in the field of the electrification of propulsion systems.

The subject of this monograph is the implementation in Western European conditions of alternative fuels and electrified drive-lines in trucks of medium and heavy tonnage classes, i.e. with a permissible total weight of over 6000-7500 kg. This implementation takes place in several stages. Truck manufacturers are proposing better and better versions, which is particularly visible in the field of electrification. Electric propulsion systems are successively introduced in an increasing number of applications, including even those that a few years ago seemed impossible to being electrified, such as vehicles used in construction, fire brigades or LHV class combinations. However, despite this progress, the electric versions still have a much shorter range and higher weight and price compared to their traditional counterparts. These disadvantages are mainly due to the disadvantages of the batteries used. Added to this are the challenges of building the necessary charging infrastructure. Because although electricity has been known for longer than petroleum-based fuels, humanity has so far failed to cope with wireless energy transfer and its efficient – no

waste storage. Meanwhile, such problems do not apply to crude oil and its products, primarily liquids.

This monograph presents the state of knowledge on this subject for the middle of 2022. As there is quite a lot of progress in this area, as indicated, some rough studies, innovative at the beginning of the third decade of this century, may very quickly become obsolete. Nevertheless, the above does not change one thing – it is a book that extensively presents the state of knowledge and development in this area at the time of its publication, and therefore could constitute a very good basis for further, in-depth research in this area.



WIELKIE POSTĘPY. CORAZ MNIEJSZE ŚLADY Z ŻABKA POLSKA!



Elektryczna Scania w pełni sprawdziła się w codziennej pracy w dystrybucji firmy Żabka. Przeprowadzone testy pokazują, że elektromobilność to przyszłość. Będziemy rozwijać naszą flotę w tym kierunku, zależy nam na tym, aby być przyjaznym partnerem dla lokalnych społeczności

– mówi Mariusz Tront, dyrektor transportu Żabka Polska



Samochód jest cichy, co zapewnia duży komfort pracy. Ładowanie pojazdu jest bezproblemowe, wystarczy go podłączyć, jak telefon do gniazdka, a baterie wystarczają na cały dzień pracy przy dostawach

– dodaje Tomasz Serafin, kierowca Żabka Polska.

NOWA GENERACJA DAF

XD



XD



Przyszłość dystrybucji

Dzisiejsze zielone i przestronne miasta stawiają duże wymagania przed pojazdami dystrybucyjnymi. Muszą one być cichsze, czystsze i zapewnić bezpieczeństwo nieochronionym użytkownikom dróg. Przyjazna dla miast Nowa Generacja XD wprowadza innowacje, które pomagają chronić mieszkańców, zmniejszają wpływ na środowisko i zwiększają czujność kierowcy na ruchliwych miejskich drogach.

WWW.STARTTHEFUTURE.COM

A PACCAR COMPANY DRIVEN BY QUALITY

DAF