

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

Nr 409

Polityka ekologiczna a rozwój gospodarczy

Redaktorzy naukowi
Andrzej Graczyk
Agnieszka Ciechelska



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2015

Redakcja wydawnicza: Barbara Majewska
Redakcja techniczna i korekta: Barbara Łopusiewicz
Łamanie: Małgorzata Czupryńska
Projekt okładki: Beata Dębska

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania
znajdują się na stronach internetowych
www.pracnaukowe.ue.wroc.pl
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Publikacja udostępniona na licencji Creative Commons
Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 3.0 Polska
(CC BY-NC-ND 3.0 PL)



© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2015

ISSN 1899-3192
e-ISSN 2392-0041

ISBN 978-83-7695-552-0

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Zamówienia na opublikowane prace należy składać na adres:
Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
ul. Komandorska 118-120, 53-345 Wrocław
tel./fax 71 36 80 602; e-mail: econbook@ue.wroc.pl
www.ksiegarnia.ue.wroc.pl

Druk i oprawa: TOTEM

Spis treści

Wstęp.....	9
------------	---

Część 1. Ekonomiczne podstawy polityki ochrony środowiska

Tomasz Żylicz: Ekonomia w polskiej ochronie środowiska.....	13
Dariusz Kielczewski: Problem koordynacji polityki ekologicznej i polityki społecznej w kontekście zrównoważonego rozwoju	29
Agnieszka Lorek: Ocena polskiej polityki ekologicznej w warunkach wdrażania zrównoważonego rozwoju.....	38
Zbigniew Szkop: Badanie <i>willingness to pay</i> turystów odwiedzających Śląski Park Krajobrazowy.....	48

Część 2. Informacyjne podstawy polityki ekologicznej

Agnieszka Becla: Wybrane kosztowo-zasobowe bariery wykorzystania informacji w realizacji lokalnej strategii zrównoważonego i trwałego rozwoju (na przykładzie niektórych gmin Dolnego Śląska).....	63
Stanisław Czaja: Teoriopoznawcze oraz metodyczno-metodologiczne problemy gromadzenia i wykorzystania informacji w realizacji lokalnej strategii zrównoważonego i trwałego rozwoju (na przykładzie wybranych gmin Dolnego Śląska, Ziemi Lubuskiej i Wielkopolski).....	84
Piotr P. Małecki: Podstawy metodologiczne tworzenia statystyki kosztów środowiskowych według nowych wymogów Eurostatu – wyzwania dla Polski	102
Ksymbena Rosiek: Istota i zakres definiowania kosztów środowiskowych	112

Część 3. Instrumenty polityki ekologicznej

Bogusław Fiedor, Andrzej Graczyk: Instrumenty ekonomiczne II Polityki ekologicznej państwa.....	127
Agnieszka Ciechelska: Przegląd i ocena wybranych instrumentów gospodarki odpadami komunalnymi w II Polityce ekologicznej państwa	140
Bartosz Bartniczak: Możliwość wykorzystania instrumentów zwrotnych w projektach dotyczących rozwoju zrównoważonej multimodalnej mobilności miejskiej	155

Część 4. Polityka ekologiczna a problemy rolnictwa

Karol Kociszewski: Ekonomiczne instrumenty ochrony środowiska w polskim rolnictwie	167
Anna Kuczuk, Stefan Waclaw: Działalność prośrodowiskowa gospodarstw rolnych w aspekcie realizacji Programu rolnośrodowiskowego	177
Anetta Zielińska: Rozwój rolnictwa ekologicznego na obszarach przyrodniczo cennych	195

Część 5. Polityka ekologiczna a problemy energetyki

Alicja Małgorzata Graczyk: Analiza i ocena zgodności instrumentów polityki ekologicznej dotyczących odnawialnych źródeł energii z zasadami zrównoważonego rozwoju	207
Artur Ulrich: Transformacja energetyczna w Niemczech – studium projektu „Efektywność Plus”	218
Waldemar Kozłowski: Ocena potencjału inwestycyjnego energetyki wiatrowej przez pryzmat uwarunkowań środowiskowych na przykładzie województwa warmińsko-mazurskiego	228
Michał Ptak: Ograniczanie emisji fluorowanych gazów cieplarnianych	239

Część 6. Zrównoważony rozwój w krajach rozwijających się

Maciej Chrzanowski, Sylwia Dzedzic, Leszek Woźniak: Ekoinnowacje w strategiach firm klastra „Dolina Lotnicza”	253
Sylwia Dzedzic: Ekologiczne miasta przyszłości. Masdar City – studium przypadku	264
Tomasz Poskrobko, Anetta Zielińska: Innowacje w krajach rozwijających się a zrównoważony rozwój.....	277

Summaries

Part 1. Economic bases of environmental policy

Tomasz Żylicz: Economics in environmental protection in Poland	13
Dariusz Kielczewski: Problem of coordination of ecological policy and social policy in the context of sustainable development	29
Agnieszka Lorek: Assessment of Polish environmental policy in terms of implementation of sustainable development	38
Zbigniew Szkop: Study of <i>Willingness to Pay</i> of tourists visiting Ślęza Landscape Park	48

Part 2. Information bases of ecological policy

Agnieszka Becla: Chosen costs and resources barriers of using information in the realization of local sustainable development strategy (on the example of some Lower Silesian communes)	63
Stanisław Czaja: Theoretical, cognitive and methodological problems of accumulation and utilization of information in the realization of local sustainable development strategy (on the example of chosen of Lower Silesia, Lubuska Province and Wielkopolska communities)	84
Piotr P. Małecki: Methodological base for environmental costs statistics according to the new Eurostat requirements and resulting challenges for Poland	102
Ksymbena Rosiek: The nature and scope of environmental costs defining	112

Part 3. Ecological policy tools

Bogusław Fiedor, Andrzej Graczyk: Economic instruments of II State Ecological Policy	127
Agnieszka Ciechelska: Review and evaluation of chosen municipal waste management tools	140
Bartosz Bartniczak: The ability to use financial instruments in projects relating to sustainable multi-model urban mobility	155

Part 4. Ecological policy vs. agriculture problems

Karol Kociszewski: Economic instruments of environment protection in Polish agriculture	167
--	-----

Anna Kuczuk, Stefan Waclaw: The environmentally-friendly activity of farms in the aspect of Agri-environmental Programme realization.....	177
Anetta Zielińska: The development of ecological farming in natural valuable areas	195

Part 5. Ecological policy vs. power industry problems

Alicja Małgorzata Graczyk: Analysis and assessment of ecological policy instruments of RES in accordance with sustainable development principles.....	207
Artur Ulrich: Energy transition in Germany – study of Efficiency Plus project.....	218
Waldemar Kozłowski: Assessment of investment potential of wind power industry through the prism of environmental conditions on the example of Warmian-Masurian Voivodeship	228
Michał Ptak: Reducing the emissions of fluorinated greenhouse gases.....	239

Part 6. Sustainable development in developing countries

Maciej Chrzanowski, Sylwia Dzedzic, Leszek Woźniak: Eco-innovations in the strategies of enterprises from “Aviation Valley” cluster.....	253
Sylwia Dzedzic: Ecological future cities. Masdar City – a case study.....	264
Tomasz Poskrobko, Anetta Zielińska: Innovations in developing countries vs. sustainable development	277

Artur Ulrich

Firma Viessmann
e-mail: artur.ulrich@interia.pl

TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA W NIEMCZECH – STUDIUM PROJEKTU „EFEKTYWNOŚĆ PLUS”

ENERGY TRANSITION IN GERMANY – STUDY OF EFFICIENCY PLUS PROJECT

DOI: 10.15611/pn.2015.409.16

Streszczenie: Artykuł poświęcony jest transformacji energetycznej. Przedstawiono w nim projekt transformacji energetycznej w RFN. Zwrócono szczególną uwagę na zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Na przykładzie przedsięwzięć przeprowadzonych w zakładzie firmy Viessmann przedstawiono dostępne technologie, które tę transformację już dzisiaj umożliwiają. Oceniono efekty i efektywność tych przedsięwzięć.

Słowa kluczowe: transformacja energetyczna, odnawialne źródła energii, efektywność.

Summary: The article is devoted to the energy transition. It presents the project of energy transition in the Federal Republic of Germany. Special attention is paid to the increase of use of renewable energy sources. By showing the completed projects in Viessmann, available technologies, which make the transition possible today, have been presented.

Keywords: energy transition, renewable energy sources, efficiency.

1. Wstęp

Artykuł ma na celu przedstawienie przedsięwzięć podejmowanych przez firmę Viessmann w jej siedzibie w Allendorf jako sposobu realizacji ambitnego projektu transformacji energetycznej w RFN. W artykule przedstawiono długoterminowe działania podjęte przez Niemcy w zakresie transformacji energetycznej. Uwzględniają one nie tylko aspekty wynikające z konieczności ochrony środowiska, przyrostu miejsc pracy, ale także gwarantują zrównoważony rozwój różnych technologii oraz bezpieczeństwo energetyczne.

Przedstawiono studium przedsięwzięć zrealizowanych przez przedsiębiorstwo, które było już wcześniej postrzegane jako lider innowacyjnych rozwiązań w zakresie efektywności energetycznej. Przedsiębiorstwo to podjęło dodatkowe działania, których efekty zdają się potwierdzać realność transformacji energetycznej.

2. Projekt transformacji energetycznej (*Energiewende*) w Niemczech

W połowie lat 70. XX wieku przeciwnicy energetyki atomowej używali terminu *Energiewende*, aby pokazać, że możliwe jest czerpanie energii ze źródeł alternatywnych. Określenie *Energiewende* (które tłumaczymy jako „transformacja energetyczna”) zostało po raz pierwszy użyte w analizie z 1980 roku wydanej przez niemiecki Instytut Ekologii Stosowanej. W tej przełomowej publikacji prawdopodobnie po raz pierwszy postawiono tezę, że wzrost gospodarczy nie musi iść w parze ze wzrostem konsumpcji energii [Morris, Pehnt 2014]. W kolejnych latach dyskusję zdominowała kwestia malejących zasobów energii konwencjonalnej oraz konsekwencji uzależnienia niemieckiej gospodarki od importu surowców z zagranicy.

Główne założenia projektu *Energiewende* z ekonomicznego punktu widzenia to:

1. ograniczenie w stosunku do 1990 roku emisji szkodliwych dla klimatu gazów cieplarnianych o 60% do 2020 roku i o 80% do 2050 roku,

2. obniżenie pierwotnego zużycia energii o 20% do 2020 roku i 50% do 2050 roku, wzrost efektywności energetycznej o 2,1% rocznie w stosunku do końcowego zużycia energii; ograniczenie w stosunku do 2008 roku zużycia prądu o 10% do 2020 roku i o 25% do 2050 roku,

3. ograniczenie zapotrzebowania na ciepło w budynkach o 20% do 2020 roku i zapotrzebowania na energię o 80% do 2050 roku,

4. wzrost udziału energii odnawialnych w zużyciu energii końcowej: 38% do 2020 roku, 50% do 2030 roku, 65% do 2040 roku i 80% do 2050 roku,

5. całkowite odejście od energetyki atomowej do 2022 roku.

Celem niemieckiej polityki będzie zbudowanie jak najszerszej koalicji państw skłonnych do przeprowadzenia transformacji energetycznej również u siebie. Swoimi działaniami będą udowadniać, że *Energiewende*, która weszła w życie w 2000 r. jest szansą dla gospodarki oraz że wzrost gospodarczy i ochrona klimatu to dwie strony tego samego medalu, a nie wykluczające się cele.

Polityka transformacji energetycznej może przynieść także wzrost niezależności energetycznej i bezpieczeństwa energetycznego. Potwierdzeniem tej tezy są badania oparte na danych rynkowych EHPA (European Heat Pump Association) [Kwiatkowska-Drożdż i in. 2012], które pokazują, że zainstalowanie dodatkowych 54 mln pomp ciepła może oznaczać bezpośredni koniec popytu na rosyjski gaz w Europie do celów ogrzewania. Dążenie do osiągnięcia tego celu w ciągu najbliższych 15 lat nie tylko znacząco zmniejszy zależność Europy od importu gazu, ale także będzie kluczowym elementem spełnienia przez Europę ambitnych celów energetycznych na rok 2030. Według szacunków EHPA konieczny byłby wzrost rynku pomp ciepła w całej Europie o 17% w skali roku. Ta wizja jest realistyczna, ponieważ wiele rynków pomp ciepła jest już rozwiniętych i posiada odpowiednią infrastrukturę oraz wiedzę pozwalającą na osiągnięcie dwucyfrowego wzrostu.

Celom strategicznym towarzyszą założenia mające znaczenie zarówno dla gospodarki kraju, jak i społeczeństwa. Dotyczą one utrzymanie wysokiej pozycji Niemiec w międzynarodowym handlu, ochrony klimatu oraz partycypacji społeczeństwa w produkcji energii. Na przykład działających w Europie 60 mln pomp ciepła zapewniłoby 60 Mtoe1 energii odnawialnej, co zmniejszyłoby zapotrzebowanie na energię o 37 Mtoe oraz zmniejszyłoby emisję gazów cieplarnianych o 181 Mt. Oznaczałoby to także utworzenie 333 700 nowych miejsc pracy [Jung 2014; Kwiatkowska-Drożdż i in. 2012].

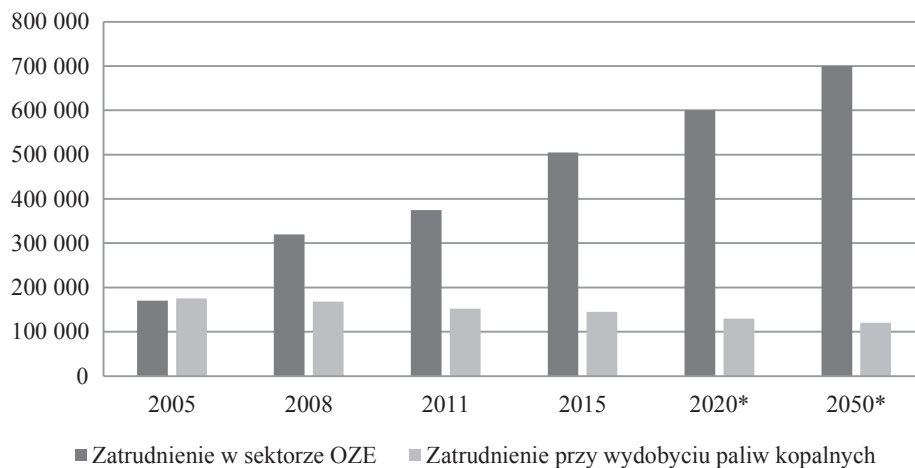
Obecnie, mimo dość skomplikowanej sytuacji gospodarczej na świecie, w tym spadków cen ropy, kryzysów gospodarczych, wojen na Bliskim Wschodzie oraz sytuacji migracyjnej, projekt *Energiewende* jest w trakcie realizacji i będzie nadal konsekwentnie kontynuowany. Według szacunków ekspertów osiągnięcie redukcji emisji CO₂ o 20% będzie bardzo trudne. Dzisiejsze prognozy przewidują redukcję o 18%.

3. Problemy zwiększania produkcji energii odnawialnej

Bardzo ważnym obszarem przyszłych działań będzie zwiększanie produkcji energii w źródłach odnawialnych (OZE). Branża energii odnawialnej, według danych Federalnego Ministerstwa Środowiska, zapewniała w 2011 roku w Niemczech 382 tys. miejsc pracy, co oznacza, że w ciągu ostatnich ośmiu lat liczba miejsc pracy wzrosła w nim o 129%. Porównanie zatrudnienia w energetyce z innymi gałęziami pozwala zaklasyfikować ją do grupy 10 największych branż w Niemczech. Ministerstwo Środowiska szacuje, że zatrudnienie w tej branży wzrośnie do 500-600 tys. w 2030 roku. Wzrost zatrudnienia w tej branży przewyższałby spadek zatrudnienia w tradycyjnym przemyśle wydobywczym (zob. rys. 1).

Technologie wytwarzania energii z odnawialnych źródeł stanowią jedną z najszybciej rozwijających się branż eksportowych. W 2007 roku eksport z Niemiec instalacji wytwarzających prąd z odnawialnych źródeł przyniósł dochód prawie 9 mld euro. Na sprzedaż komponentów do elektrowni wiatrowych przypadło 85% obrotów. RFN liczy, że szczególnie eksport tej technologii może stać się domeną niemieckich producentów ze względu na ich tradycyjnie wysoką konkurencyjność w produkcji maszyn. Spośród wyeksportowanych towarów 45% znalazło zbyt w Europie. Według Niemieckiego Instytutu Gospodarki w 2010 roku eksport zielonych technologii stanowił 1,9% eksportu niemieckich wyrobów przemysłowych.

28 września 2010 roku rząd niemiecki przyjął strategię zwiększenia udziału energii odnawialnych w bilansie energetycznym Niemiec [Morris, Pehnt 2012-2014]. Jednym z głównych motywów wdrożenia strategii było ograniczenie zależności od importu surowców energetycznych oraz zmienności ich cen. Centralnym punktem strategii stała się rozbudowa potencjału wytwórczego energii wiatrowej. Od roku 2050 ma on zaspokajać 50% zapotrzebowania na prąd. Kluczowe znaczenie będzie mieć przyspieszenie prac nad rozbudową sieci przesyłania energii elektrycznej.



Rys. 1. Liczba miejsc pracy w sektorze OZE w Niemczech

Źródło: dla lat 2005-2015 [Morris, Pehnt 2012-2014]; dla okresu 2020-2050 – przewidywania autora w oparciu o liniowy trend. Liniowy trend uzasadniono na podstawie [EHPA 2014; Photovoltaics Report 2015] w odniesieniu do rynku niemieckiego oraz wdrożeniem rozporządzeń: nr 811/2013 – dotyczy oznakowania energetycznego (klasy energetyczne) urządzeń grzewczych do c.o. zasilanych paliwami gazowymi, olejowymi lub energią elektryczną o mocy do 70 kW, nr 813/2013 o wymogach ekoprojektu (*ecodesign*), które zawiera m.in. szczegółowe wymagania ekologiczne i dotyczące efektywności energetycznej urządzeń c.o. o mocy do 400 kW zasilanych paliwami gazowymi, olejowymi lub energią elektryczną [Dziennik... 2013].

Uprzemysłowiona, południowa część Niemiec jest najbardziej zagrożona ograniczeniami dostaw energii w wyniku wycofania się z użytkowania energii jądrowej, natomiast największe projekty elektrowni wiatrowych, zdolne zaspokoić potrzeby tych industrialnych regionów, zostały zlokalizowane na północy kraju. Z tego względu priorytetem stał się rozwój sieci do przesyłania energii elektrycznej, a także prowadzenie badań nad nowymi sposobami jej magazynowania.

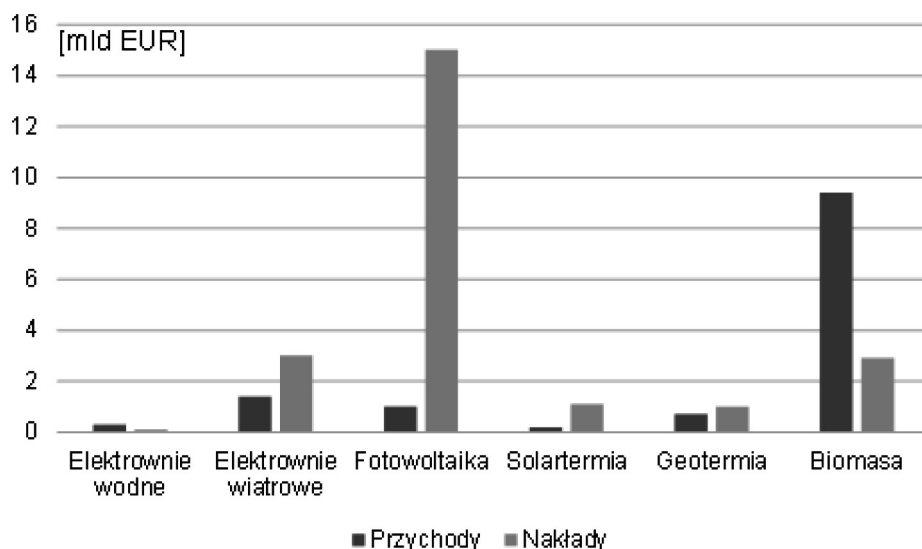
Drugim najważniejszym odnawialnym źródłem energii jest biomasa, z której wytwarza się 30,3% (36,9 mld kWh rocznie) prądu z OZE, co stanowi 67,1% „zielonej energii” w RFN. W 2011 roku odnotowano spadek jej zużycia o 3% w ogólnym bilansie energii, jednak produkcja prądu z biomasy wzrosła o 8%. Duże znaczenie biomasy wynika głównie z jej ważnej roli w produkcji ciepła. W 2011 roku wyprodukowano z niej 126,5 mld kWh ciepła. Jako jedyne ze źródeł odnawialnych jest ona także ważnym składnikiem do produkcji biopaliw. W 2011 roku wyprodukowano w tej formie 34,3 mld kWh energii.

W 2011 roku w Niemczech 18,4% zużywanego prądu z energii odnawialnych było generowane przez instalacje solarne. Stanowiło to tym samym 6,5% „zielonej energii”. Rynek ten jest obecnie najszybciej rozwijającym się rynkiem w RFN, o czym świadczy wzrost mocy instalacji fotowoltaicznych o 62,4% w ciągu roku.

Łączna moc tych urządzeń wynosiła 24,8 GW. Utrzymanie takiego poziomu wzrostu może pozwolić na osiągnięcie w krótkim czasie większych ilości produkowanej energii niż z elektrowni wiatrowych.

Kolejnym ważnym źródłem prądu są elektrownie wodne, produkujące 14,6% energii odnawialnej zużywanej w Niemczech, które ze względu na mniejsze opady atmosferyczne wyprodukowały w 2011 roku o 8% mniej energii niż rok wcześniej. Stało się tak pomimo zwiększenia mocy dostępnych elektrowni ze względu na rozbudowę elektrowni na Renie. Elektrownie geotermalne głównie dzięki produkcji ciepła generowały natomiast 2,1% energii odnawialnej zużywanej w Niemczech.

Zwiększenie produkcji energii ze źródeł odnawialnych wiąże się z powiększeniem potencjału wytwórczego. Skala niezbędnych inwestycji wymaga dużych nakładów inwestycyjnych. Obecnie tylko niektóre z sektorów OZE wydają się do tego przygotowane. Wskazuje na to porównanie inwestycji i przychodów w sektorach energii odnawialnej (zob. rys. 2). W 2011 roku jedynie w sektorze produkcji energii z biomasy oraz sektorze elektrowni wodnych przychody przewyższyły roczne nakłady na inwestycje. Sektory te zostały silniej doinwestowane jeszcze przed transformacją energetyczną, a poza tym charakteryzują się wyższą rentownością od pozostałych OZE.



Rys. 2. Zestawienie przychodów i inwestycji w poszczególnych sektorach energii odnawialnej w 2011 roku

Źródło: [Kwiatkowska-Drożdż 2012, s. 43].

Inne sektory, w tym zwłaszcza fotowoltaika oraz elektrownie wiatrowe, cechowała bardzo duża przewaga rocznych nakładów inwestycyjnych nad przychodami.

Wynika to z olbrzymiej skali inwestycji przeznaczanych na te sektory. Ponadto w przypadku fotowoltaiki znaczenie może mieć fakt, że wiele tego typu instalacji znajduje zastosowanie w gospodarstwach domowych, które zużywają produkowaną energię na własne potrzeby.

4. Transformacja energetyczna w przemyśle na przykładzie – studium projektu „Efektywność Plus” firmy Viessmann

Projekt „Efektywność Plus” w sposób kompleksowy traktuje poprawę efektywności wytwarzania oraz zużycia ciepła i energii elektrycznej, reorganizację produkcji i substytucję tradycyjnych kopalnych paliw przez odnawialne źródła energii. Firma Viessmann zadbała o wzrost efektywności nie tylko w zakresie wytwarzania i zużycia ciepła, ale również w procesach produkcyjnych i wykorzystaniu materiałów. W tym celu procesy produkcji zostały zoptymalizowane pod względem ich przebiegu, transportu, magazynowania itp., tak aby nakłady energii na wytworzenie produktu były jak najniższe.

Na projekt składa się szereg przedsięwzięć. Najogólniej można wyróżnić:

1. poprawę efektywności wykorzystania energii po stronie użytkownika,
2. poprawę efektywności po stronie wytwarzania ciepła i energii elektrycznej,
3. zastosowanie odnawialnych źródeł energii.

W odniesieniu do każdego z przedsięwzięć przedstawiono krótkie ich charakterystyki oraz najważniejsze efekty. Dane źródłowe pochodzą z zasobów autora pozyskanych bezpośrednio od firmy Viessmann za lata 2008-2013 oraz z literatury [Viessmann 2013].

4.1. Poprawa efektywności po stronie użytkownika

Reorganizacja procesów produkcji

Nowe linie produkcyjne wykorzystują w wyższym stopniu moce przerobowe maszyn, które dodatkowo wyposażone w wydajne źródła napędu, zużywają mniejszą ilość energii. Czas biegu jałowego maszyn produkcyjnych został skrócony do minimum. Także oświetlenie hal produkcyjnych zostało dostosowane w pełni do trybów produkcji, a zmniejszenie zużycia energii osiągnięto dzięki redukcji powierzchni produkcyjnej ze 109 000 m² do 78 000 m² (przy wzroście liczby produkowanych urządzeń). W efekcie oszczędność energii wyniosła 6300 MWh/rok oraz redukcja emisji CO₂ – 1995 Mg/rok.

Optymalizacja układów hydraulicznych

Do zmian procesów produkcyjnych dostosowano budowę i działanie układów hydraulicznych dla całego zakładu produkcyjnego w Allendorfie. W szczególności zastosowano płynną regulację prędkości obrotowej dla pomp obiegowych systemu grzewczego oraz napędów kompresorów sprężonego powietrza. W efekcie oszczędność energii wyniosła 345 MWh/rok, a redukcja emisji CO₂ – 134 Mg/rok.

Centralne wykorzystanie ciepła odpadowego

Ciepło generowane m.in. przez kompresory powietrza sprężonego, układ klimatyzacji centrum obliczeniowego, a także przez stanowiska prób pracy urządzeń grzewczych było wcześniej tracone lub wykorzystane jedynie w niewielkim stopniu. Projekt „Efektywność Plus” wprowadził centralne wykorzystanie wspólnego – pozyskanego z różnych źródeł – ciepła odpadowego. Ciepło odpadowe stanowi doskonale dolne źródło ciepła dla sprężarkowej pompy ciepła, wytwarzającej ciepło użytkowe na potrzeby zakładu produkcyjnego. Dzięki temu uzyskano oszczędność energii wynoszącą 9582 MWh/rok oraz redukcję emisji CO₂ 3000 Mg/rok.

Modernizacja układu grzewczego i wentylacyjnego

Poprzez poprawę dostosowania sterowania nagrzewnicami powietrza do potrzeb hal produkcyjnych, a także poprzez zastosowanie skutecznej izolacji cieplnej przewodów systemu grzewczego uzyskano dalsze zmniejszenie zużycia ciepła. Ciepłe powietrze z lakierni proszkowej poprzez wymiennik obrotowy podgrzewa świeże powietrze na potrzeby wentylacji mechanicznej. Dalsze korzyści osiąga się w tym punkcie projektu „Efektywność Plus” w nowej centrali grzewczej. Efektami tych przedsięwzięć były oszczędność energii o 3221 MWh/rok oraz redukcja emisji CO₂ o 481 Mg/rok.

Termomodernizacja obiektów produkcyjnych

Przy tak dużych obiektach przemysłowych, jak zakłady produkcyjne firmy Viessmann w Allendorfie, wykorzystuje się kilkadziesiąt bram wjazdowych, które mają istotny wkład w straty ciepła. Dlatego zastosowano nowe napędy szybko zamykające bramy w halach produkcyjnych, a także kurtyny powietrzne odcinające dopływ powietrza zewnętrznego do wnętrza przy otwarciu bramy. Nowa izolacja cieplna przegród hal produkcyjnych oraz wymiana przeszklenia na nowe dodatkowo zmniejszyły potrzeby cieplne obiektu. Dzięki temu oszczędność energii wyniosła 1663 MWh/rok, a redukcja emisji CO₂ – 248 Mg/rok.

4.2. Efektywność po stronie wytwarzania ciepła i energii elektrycznej

Wytwarzanie ciepła i energii elektrycznie w oparciu o moduły kogeneracyjne

Nowo zabudowane wysokosprawne moduły kogeneracyjne w oparciu o paliwo gazowe oraz biogaz wytwarzają na potrzeby zakładu zarówno energię elektryczną, jak i ciepło. Dzięki temu oszczędność energii elektrycznej sięga 3200 MWh/rok, a redukcja emisji CO₂ – 1970 Mg/rok.

Wykorzystanie ciepła kondensacji

W źródle wytwarzania ciepła (kotłowni centralnej) na szeroką skalę wykorzystano kotły kondensacyjne ze stali nierdzewnej. Dzięki wzrostowi sprawności do 98% uzyskano następujące rezultaty energetyczne i ekologiczne: oszczędność gazu ziemnego – 1108 MWh/rok oraz redukcja emisji CO₂ – 165 Mg/rok.

4.3. Substytucja przez odnawialne źródła energii

ORC (*Organic Rankine Cycle*) do uzyskiwania prądu i ciepła

Wysokowydajny kocioł na zrębki drewniane został zespolony z turbiną parową ORC. Moc cieplna zespołu wynosi 1105 kW, natomiast moc elektryczna – 191 kW. Dzięki temu również przy zasilaniu zakładu w energię elektryczną wykorzystuje się energię odnawialną. Efekty to:

1. redukcja zużycia gazu ziemnego: 7800 MWh/rok,
2. uniknięcie zakupu energii elektrycznej: 980 MWh/rok,
3. redukcja emisji CO₂: 1840 Mg/rok.

Energia słoneczna do ogrzewania i klimatyzacji

Instalacja solarna składa się z 70 rurowych, termicznych kolektorów słonecznych oraz płaskich. Podłączona chłodziarka absorpcyjna o wydajności chłodniczej 49 kW przy 1000 godzin pełnego użytkowania rocznie daje oszczędność energii elektrycznej rzędu 14 MWh. Dzięki zastosowaniu nowoczesnej wentylacji sorpcyjnej oszczędza się dodatkowo 55 MWh energii elektrycznej rocznie. Efekty to uniknięcie zakupu energii elektrycznej w ilości 69 MWh/rok oraz redukcja emisji CO₂ o 43 Mg/rok.

Wytwarzanie energii elektrycznej z energii słonecznej

Energia słoneczna wykorzystywana jest również do wytwarzania energii elektrycznej. Moc 492 modułów fotowoltaicznych z ogniwami polikrystalicznymi wynosi 55,4 kWp. Dzięki temu można uniknąć zakupu energii elektrycznej w ilości 50 MWh/rok oraz zredukować emisję CO₂ o 31 Mg/rok.

Wykorzystanie ciepła z gruntu

Do wykorzystania ciepła z natury w zakładzie zastosowano również pompy ciepła typu grunt-woda oraz powietrze-woda o łącznej mocy grzewczej 1260 kW.

1. redukcja zużycia gazu ziemnego: 509 MWh/rok,
2. redukcja emisji CO₂: 102 Mg/rok.

4.4. Efekty i efektywność ekonomiczna przedsięwzięć projektu

Zestawienie rocznych efektów rzeczowych przedsięwzięć projektu „Efektywność Plus” przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Efekty roczne przedsięwzięć projektu „Efektywność Plus”

Efekt	Jednostki	Wielkość efektu
Oszczędność energii	MWh/rok	34 827
Redukcja emisji	Mg/rok	10 008
Uniknięcie zakupu energii elektrycznej	MWh/rok	10 940
Redukcja zakupów gazu ziemnego	MWh/rok	23 880

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów firmy Viessmann.

Wykonane przedsięwzięcia rozpatrzono również w kontekście opłacalności ekonomicznej. Dane do przeprowadzenia obliczeń oraz wyniki podano w tabeli 2. Do oceny wykorzystano tzw. prosty okres zwrotu (SPBT) oraz metodę zdyskontowanej wartości netto (NPV). W przypadku SPBT jesteśmy zainteresowani uzyskaniem jak najmniejszej jej wielkości (czyli jak najkrótszego okresu zwrotu). Przy wykorzystaniu parametru NPV inwestycję uznaje się za opłacalną, gdy jej wartość po założonym okresie eksploatacji i przyjętej stopie dyskontowej (i) spełniony jest warunek $NVP > 0$.

Tabela. 2. Ocena efektywności ekonomicznej przedsięwzięć projektu „Efektywność plus”

Dane wejściowe	Oznaczenie	Jednostki	Wielkości	Uwagi
Stopa dyskontowa (i)	i	%	4,5	
Analizowany okres użytkowania	t	lata	15	
Coroczny wzrost kosztów eksploatacyjnych	r_{ke}	%	0	
Nakłady inwestycyjne	R_{K0}	EUR	-39 000 000 ^{*)}	
Różnica kosztów eksploatacyjnych	R_{KE}	EUR/rok	4 633 000	odniesiona do kosztów przed modernizacją budynków i źródeł ciepła
Wyniki analizy – parametry podlegające ocenie				
Prosty okres zwrotu różnicy kosztów inwestycyjnych	SPBT	lata	8,5	
Zdyskontowana wartość netto	NPV	EUR	12 065 000	po 15 latach eksploatacji

^{*)} Znak „-” oznacza, że są to wydatki w odróżnieniu od przychodów, które są ze znakiem dodatnim.

^{**)} Dane dotyczące kotłowni olejowej zamieszczono do celów informacyjnych.

Źródło: opracowanie własne.

Powyższa analiza (zarówno prosty okres zwrotu SPBT, jak i zdyskontowana wartość netto NPV) potwierdzają również korzyści ekonomiczne wynikające z zastosowania wszystkich wymienionych przedsięwzięć modernizacyjnych.

5. Uwagi końcowe

Oprócz konsekwentnego zmniejszania zapotrzebowania na ciepło, w ramach projektu „Efektywność Plus” nastąpiła w znacznym stopniu substytucja (zastąpienie) tradycyjnych kopalnych paliw, jak gaz ziemny i olej opałowy, odnawialnymi źródłami energii (OZE). Przy tym efektywność wykorzystania nadal zużywanych, ale już w mniejszej ilości, paliw kopalnych znacząco wzrosła dzięki zastosowaniu nowych technologii, w tym skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej. Szczególnie użycie biomasy oraz pomp ciepła niesie ze sobą możliwość wykorzystania

ogromnego potencjału oszczędności w zużyciu tradycyjnych paliw i redukcji emisji CO₂. Za tę część projektu firma Viessmann została wyróżniona nagrodą „Energy Efficiency Award” przez niemiecką agencję energetyczną DENA.

Projekt „Efektywność Plus” na przykładzie firmy Viessmann wskazuje jednoznacznie, że zakładane cele ochrony klimatu można realizować już dzisiaj, wykorzystując nowoczesne technologie grzewcze i przedsięwzięcia termomodernizacyjne z korzyścią dla użytkownika zmodernizowanych obiektów.

Bardzo ważnym wzmocnieniem transformacji energetycznej jest wdrożenie rozporządzenia nr 811/2013 – dotyczącego oznakowania energetycznego urządzeń grzewczych do c.o. oraz rozporządzenia nr 813/2013 o wymogach ekoprojektu, zawierającego m.in. szczegółowe wymagania ekologiczne i dotyczące efektywności energetycznej urządzeń c.o. o mocy do 400 kW. Według nich pompy ciepła (zarówno gazowe, jak i z napędem elektrycznym) będą mogły osiągać najwyższe klasy energetyczne. Na tej podstawie autor artykułu przewiduje, że wkrótce te urządzenia grzewcze w połączeniu z lokalnymi źródłami energii elektrycznej pochodzącymi ze źródeł OZE odgrywać będą coraz większą rolę w transformacji energetycznej w Niemczech, w tym we wzroście zatrudnienia, o którym jest mowa w punkcie 3. Potwierdza to także statystyka sprzedaży pomp ciepła w Niemczech za okres 1993-2013.

Literatura

- Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej nr L 239 t. 56 z dnia 6 września 2013 r.
EHPA, 2014, *European Heat Pump Market and Statistics Report*, <http://www.ehpa.org>.
European Environment Agency, *Air quality in Europe, 2013 report*, no 9, Copenhagen.
GUS, 2010, *Efektywność wykorzystania energii w latach 1998-2008*.
GUS, 2014, *Efektywność wykorzystania energii w latach 2002-2012*.
Jung O., 2014, *Winter is coming...*, European Heat Pump Association.
Kwiatkowska-Drożdż A., Zawilska-Florczuk M., Popławski K., Buras P., 2012, *Niemiecka transformacja energetyczna – trudne początki*, Ośrodek Studiów Wschodnich im. Marka Karpia, Warszawa.
Materiały prezentacyjne PORTPC, 2012 (Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła), Kraków.
Mirowski A., 2015, *Podręcznik dobrych praktyk w zakresie doboru i wykorzystania odnawialnych źródeł energii*, ARL Mirowski, Kraków.
Morris C., Pehnt M., 2014, *Inicjatywa Fundacji im. Heinricha Bölla: Niemiecka transformacja energetyczna. Przyszłość oparta na odnawialnych źródłach energii*, wydanie 28.11. 2012, aktualizacja: styczeń 2014, www.energytransition.de (10.03.2015).
Morris C., Pehnt M., 2012-2014, *Nemiecka transformacja energetyczna*, Berlin.
Photovoltaics Report 2015, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE.
Viessmann, *Effizienz Plus 02-2013*.