

# PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

# RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

Nr 383

## **Ekonomiczne, społeczne i środowiskowe uwarunkowania logistyki**

Redaktorzy naukow  
Jarosław Witkowski  
Agnieszka Skowrońska



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2015

Redaktor Wydawnictwa: Elżbieta Kożuchowska

Redakcja techniczna: Barbara Łopusiewicz

Korekta: Barbara Cibis

Łamanie: Adam Dębski

Projekt okładki: Beata Dębska

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania  
znajdują się na stronie internetowej Wydawnictwa  
[www.pracnaukowe.ue.wroc.pl](http://www.pracnaukowe.ue.wroc.pl)  
[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie  
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
Wrocław 2015

**ISSN 1899-3192**

**e-ISSN 2392-0041**

**ISBN 978-83-7695-487-5**

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Zamówienia na opublikowane prace należy składać na adres:  
Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
tel./fax 71 36 80 602; e-mail:[econbook@ue.wroc.pl](mailto:econbook@ue.wroc.pl)  
[www.ksiegarnia.ue.wroc.pl](http://www.ksiegarnia.ue.wroc.pl)

Druk i oprawa: EXPOL

## Spis treści

Wstęp.....	9
------------	---

---

### Część 1. Logistyka miejska i usługi logistyczne w sektorze usług publicznych w warunkach ograniczeń budżetowych

---

<b>Grażyna Chaberek-Karwacka:</b> Teoretyczne kryteria kształtowania logistyki ostatniej mili i realne możliwości ich wykorzystania na obszarze największych aglomeracji w Polsce .....	13
<b>Marzenna Cichosz:</b> Innowacje w logistyce miejskiej – zrównoważony transport publiczny .....	26
<b>Stanisław Iwan:</b> Zarządzanie miejskim transportem towarowym w kontekście budowania konsensusu pomiędzy zróżnicowanymi oczekiwaniami jego interesariuszy .....	40
<b>Sabina Kauf:</b> Zarządzanie łańcuchem dostaw w sektorze publicznym.....	50
<b>Maja Kiba-Janiak:</b> Projekty logistyki miejskiej w warunkach ograniczeń budżetowych.....	60
<b>Tomasz Kołakowski:</b> Skuteczne i efektywne wdrażanie rozwiązań projektowych w zakresie logistyki miejskiej – wybrane zagadnienia .....	74
<b>Kinga Kijewska:</b> Rola menedżera logistyki miejskiej w usprawnianiu organizacji przewozów towarowych w miastach .....	87
<b>Krzysztof Lewandowski:</b> Propozycja redukcji kosztów w realizacji dostaw w centrum miasta na przykładzie Jeleniej Góry .....	95
<b>Katarzyna Nowicka:</b> Innowacje w logistyce miejskiej – ITS jako usługa.....	108
<b>Barbara Ocicka:</b> Perspektywy rozwoju potencjału logistycznego regionu łódzkiego .....	121
<b>Bohdan Pac:</b> Istota zarządzania zabezpieczeniem logistycznym w sytuacjach kryzysowych i stanach nadzwyczajnych.....	132
<b>Aneta Pluta-Zaremba:</b> Innowacje w logistyce miejskiej – zrównoważony transport towarów .....	154
<b>Jacek Szoltysek, Rafał Otręba:</b> Wieloaspektowa analiza czynników kształtujących poczucie jakości życia w mieście – jako przesłanka tworzenia polityki logistycznej miasta.....	166
<b>Jacek Szoltysek, Sebastian Twaróg:</b> Outsourcing obsługi logistycznej szpitali w warunkach kryzysu .....	187
<b>Rajmund Żuryński:</b> Perspektywa zarządzania projektami logistycznymi w organizacji masowych imprez sportowych w sytuacjach kryzysowych .....	200

---

## Część 2. Zrównoważone łańcuchy dostaw i zielona logistyka w sytuacjach kryzysowych

---

<b>Monika Bąk-Sokołowska:</b> Znaczenie zrównoważonej logistyki w redukcji kosztów i poprawie jakości obsługi na przykładzie wybranych firm.....	217
<b>Anna Baraniecka:</b> Rozwój ekologicznych łańcuchów dostaw jako skutek kryzysów: ekonomicznego i środowiskowego .....	235
<b>Sławomir Drożdziejki:</b> Działania Unii Europejskiej zmierzające do implementacji dyrektywy antysiarkowej II w portach morskich.....	249
<b>Agata Mesjasz-Lech:</b> Kryteria optymalizacji przepływów zwrotnych w zielonych łańcuchach dostaw.....	266
<b>Adam Sadowski, Katarzyna Michniewska:</b> Logistyka w usługach publicznych. Analiza wartości rynku surowców wtórnych.....	280
<b>Blanka Tundys:</b> Zielony łańcuch dostaw w gospodarce o okrężnym obiegu – założenia, relacje, implikacje.....	288
<b>Krzysztof Witkowski:</b> Aspekt logistyki zwrotów i recyklingu tworzyw sztucznych .....	302

## Summaries

---

### Part 1. City logistics and logistic services in the public service sector in the conditions of budgetary constraints

---

<b>Grażyna Chaberek-Karwacka:</b> Theoretical criteria for shaping the last mile logistics and real possibilities of their use in the area of the largest Polish agglomerations.....	25
<b>Marzenna Cichosz:</b> Innovations in urban logistics – sustainable public transport.....	39
<b>Stanisław Iwan:</b> Urban freight transport management in the context of consensus building between different stakeholders expectations .....	49
<b>Sabina Kauf:</b> Supply chain management in the public sector .....	59
<b>Maja Kiba-Janiak:</b> City logistics projects under budget restrictions.....	73
<b>Tomasz Kołakowski:</b> Effective and efficient implementation of project solutions in the field of city logistics – selected issues.....	86
<b>Kinga Kijewska:</b> The role of City Logistics Manager in the improvement of freight transport organization in cities .....	94
<b>Krzysztof Lewandowski:</b> The proposition of mutual reduction of delivery cost in the city center on the example of Jelenia Góra .....	107
<b>Katarzyna Nowicka:</b> Innovations in city logistics – ITS as a service.....	120

<b>Barbara Ocicka:</b> The development perspectives for logistics potential of Łódź region.....	131
<b>Bohdan Pac:</b> The role of logistic support management in the crisis and extreme situations.....	153
<b>Aneta Pluta-Zaremba:</b> Innovations in the city logistics focused on sustainable transport of goods.....	165
<b>Jacek Szoltysek, Rafał Otręba:</b> Multi-aspect analysis of factors that affect a sense of quality of life in a city – as a premise for elaborating a city logistic policy .....	186
<b>Jacek Szoltysek, Sebastian Twaróg:</b> Outsourcing of logistics services in hospitals in the conditions of crisis.....	198
<b>Rajmund Żuryński:</b> Logistics projects management – mass, sporting events in crisis situations .....	214

---

## **Part 2. Sustainable supply chains and the green logistics in crisis situations**

---

<b>Monika Bąk-Sokolowska:</b> The importance of sustainable logistics in the reduction of costs and in the improvement of quality of service based on selected companies .....	234
<b>Anna Baraniecka:</b> The development of eco-logistic supply chains as the result of economic and environmental crises .....	248
<b>Sławomir Drożdziejki:</b> European Union political activity aimed at the implementation of anti sulphur directive II in sea ports .....	265
<b>Agata Mesjasz-Lech:</b> Reverse flows optimization criteria for green supply chains.....	279
<b>Adam Sadowski, Katarzyna Michniewska:</b> Logistics in public services. Secondary raw material market value analysis .....	287
<b>Blanka Tundys:</b> Green supply chain in circular economy – assumptions, relations, implications.....	301
<b>Krzysztof Witkowski:</b> The aspect of reverse logistics and recycling of plastics .....	317

**Krzysztof Witkowski**

Uniwersytet Zielonogórski  
e-mail: k.witkowski@wez.uz.zgora.pl

---

## ASPEKT LOGISTYKI ZWROTÓW I RECYKLINGU TWORZYW SZTUCZNYCH

---

**Streszczenie:** Założenia zrównoważonego rozwoju jednoznacznie wskazują, aby za priorytetowe dla wszystkich sektorów gospodarczych i usługowych uznać poszukiwanie nowych rozwiązań technicznych, technologicznych i logistycznych optymalizujących gospodarkę surowcami, energią oraz odpadami. Wdrożenie logistyki odzysku w procesach gospodarczych może skutecznie pomóc w przezwyciężeniu skutków globalnego kryzysu ekonomicznego. Celem artykułu jest krytyczna analiza literatury w zakresie logistyki odzysku i recyklingu tworzyw sztucznych oraz zbadanie wpływu logistyki odzysku na kreowanie wartości dodanej u producentów tworzyw sztucznych. Przesłanką wyboru tworzyw sztucznych jest fakt ich wszechstronnego zastosowania, np. w opakowalnictwie, budownictwie, przemyśle motoryzacyjnym. Ważną kwestią jest także to, że produkcja tworzyw wywiera znaczący wpływ na środowisko, przyczyniając się m.in. do zużycia tak cennego zasobu, jakim jest ropa naftowa.

**Słowa kluczowe:** zrównoważony rozwój, logistyka zwrotów, recykling, odpady, tworzywa sztuczne.

DOI: 10.15611/pn.2015.383.22

### 1. Wstęp

Implementacja koncepcji zrównoważonego rozwoju do praktyki gospodarczej i konieczność sprostania wyzwaniom XXI w., u podstaw których legła powszechna świadomość głębokiego kryzysu ekologicznego o wymiarze globalnym, powodują, że obecnie szczególną wagę przykładają się do działań związanych z ochroną środowiska i efektywnym zarządzaniem jego zasobami.

Potrzebę tych działań uznano na skalę międzynarodową podczas II Światowego Szczytu Zrównoważonego Rozwoju (World Summit Sustainable Development – WSSD) w Johannesburgu w 2002 r., na którym założono, „że ochrona i zarządzanie zasobami naturalnymi stanowiącymi podstawę rozwoju gospodarczego i społecznego stanowią nadrzędne cele zrównoważonego rozwoju i zarazem zasadnicze stawiane mu wymagania”.

Powyższe założenie stało się inspiracją do zainicjowania badań nad korzystaniem z zasobów środowiska w sposób zrównoważony, oznaczający nie tylko zapewnienie długotrwałej ich dostępności, ale także uwzględnienie ekonomiczno-społecznych i ekologicznych skutków ich wykorzystania. Przy czym skutki te ocenia się w pełnym cyklu przetwarzania zasobów (na wszystkich etapach tworzenia łańcucha wartości dodanej) – począwszy od wydobycia i zastosowania surowców jako czynnika produkcji, poprzez procesy transformacji w produkcji, aż do konsumpcji i następującego po niej logistycznego procesu odzysku zużytych dóbr i powtórnego wprowadzenia do obiegu w ujęciu ekonomicznym i/lub ekologicznym.

Upowszechnienie zrównoważonego wykorzystania zasobów środowiskowych w praktyce gospodarczej wymaga, aby za priorytetowe dla wszystkich sektorów przemysłowych i usługowych uznać poszukiwanie nowych rozwiązań technicznych, technologicznych i logistycznych racjonalizujących gospodarkę surowcami, energią oraz odpadami. Należy podkreślić, że w świetle definicji zawartej w art. 3 ustawy z dnia 14 grudnia 2012 o odpadach – „przez odpady rozumie się każdą substancję lub przedmiot, których posiadacz pozbywa się, zamierza pozbyć się lub do ich pozbycia się jest zobowiązany”.

W gospodarowaniu odpadami należy jednak uwzględnić, że „substancja”, która dla jednego posiadacza jest odpadem, dla innego lub nawet tego samego podmiotu gospodarczego w innym miejscu i innym czasie może być przydatnym surowcem lub półproduktem, a to oznacza, że odpady powinny być odzyskiwane i efektywnie wykorzystywane zgodnie z filozofią zawartą zarówno w polskim ustawodawstwie, jak i w nowej ramowej dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów.

## **2. Istota i definicje logistyki odzysku jako koncepcji zarządzania przepływami odpadów**

Tradycyjne systemy logistyczne zajmują się wspieraniem działań realizowanych w ramach klasycznego przepływu materiałów i informacji – od wytwórcy do finalnego odbiorcy. Są one definiowane jako proces planowania, realizowania i kontrolowania sprawnego i efektywnego ekonomicznie przepływu surowców, materiałów, wyrobów gotowych oraz odpowiedniej informacji, z punktu pochodzenia do punktu konsumpcji w celu zaspokojenia wymagań klientów [Coyle, Bardi, Langley 2002].

W ostatnich latach zauważa się wyraźny wzrost zainteresowania optymalizacją procesów logistycznych wspierających różne rodzaje procesów odzysku wartości z wyrobów będących w fazie użytkowej, m.in. poprzez ponowne użycie, regenerację, recykling, przetworzenie. W ślad za tym pojawiły się nowe obszary funkcjonowania logistyki: logistyka odzysku i/lub logistyka recyklingu (logistyka zwrotu).

Zdefiniowanie tych nowych obszarów wymaga odwołania się do klasyfikacji rodzajów procesu odzysku przyporządkowanych do poszczególnych etapów zintegrowanego łańcucha dostaw, którą przedstawili Thierry i in. [1995].

W klasyfikacji tej na etapie zarządzania produktem wyróżniono pięć poziomów odzysku:

- bezpośrednie ponowne wykorzystanie (direct reuse/resale);
- naprawa (repair);
- regeneracja/odnowienie (regeneration/refurbish);
- kanibalizacja (cannibalization);
- recykling (recycling).

Natomiast na etapie zagospodarowania odpadów jako jedyny rodzaj odzysku sklasyfikowano spalanie odpadów w celu odzysku energii, albowiem trudno uznać za odzysk proces składowania odpadów. Jest to niezgodne z zasadami zagospodarowania odpadów i obowiązującymi regulacjami prawnymi w tym względzie. Znaczne rozszerzenie metod odzysku w kontekście zagospodarowania odpadów można znaleźć w unijnym i polskim ustawodawstwie. Zasady odzysku wartości z odpadów na podstawie nowej dyrektywy ramowej o odpadach z 19 listopada 2008 r. przedstawiono w [Witkowski 2012].

Ustawa z 14 grudnia 2012 r. o odpadach definiuje odzysk w art. 3. ustęp 1 pkt 14 jako „jakikolwiek proces, którego głównym wynikiem jest to, aby odpady służyły użytecznemu zastosowaniu przez zastąpienie innych materiałów, które w przeciwnym przypadku zostałyby użyte do spełnienia danej funkcji, lub w wyniku którego odpady są przygotowywane do spełnienia takiej funkcji w danym zakładzie lub ogólnie w gospodarce”. Natomiast ustawowa definicja recyklingu brzmi: „odzysk, w ramach którego odpady są ponownie przetwarzane na produkty, materiały lub substancje wykorzystywane w pierwotnym celu lub innych celach; obejmuje to ponowne przetwarzanie materiału organicznego (recykling organiczny), ale nie obejmuje odzysku energii i ponownego przetwarzania na materiały, które mają być wykorzystane jako paliwa lub do celów wypełniania wyrobisk” (art. 3 ustęp 1 pkt 23).

W świetle powyższych definicji można przyjąć, że logistyka zagospodarowania odpadów zawiera w sobie także różne rodzaje odzysku. Są one szczegółowo określone w zał. 1 do ustawy o odpadach, a ich sedno stanowi recykling umożliwiający powtórne przetworzenie substancji i materiałów wyselekcjonowanych z ogólnego strumienia odpadów.

Należy wyraźnie podkreślić, że samo pojęcie – logistyka odzysku – ciągle nie jest jednoznacznie zdefiniowane i w piśmiennictwie można spotkać bardzo wiele równoznacznych lub bliskoznacznych określeń. Dodatkowo występują dowolne tłumaczenia na język polski obcojęzycznych odpowiedników tego pojęcia i dlatego w polskiej literaturze przedmiotu używane są zamiennie takie określenia, jak: ekologiczna logistyka, logistyka zwrotna, logistyka utylizacji, logistyka odpadów, logistyka odwrotna, logistyka odzysku, logistyka recyklingu oraz logistyka powtórnego zagospodarowania.



W literaturze anglojęzycznej na określenie procesów logistyki odzysku i recyklingu używa się w zasadzie jednego pojęcia „reverse logistics”, które w tłumaczeniu na język polski ma już kilka określeń, np. „logistyka odwrotna”, „odwrócona logistyka”, „logistyka zwrotna”.

Jedną z pierwszych definicji „reverse logistic” w literaturze anglojęzycznej była definicja sformułowana przez Council of Logistics Management w 1993 r., która brzmi: „logistyka odwrotna jest szerokim terminem odnoszącym się do logistycznego zarządzania umiejętnościami i działaniami zaangażowanymi do recyklingu, zarządzania i dysponowania odpadami produktowymi i opakowaniowymi (zarówno niebezpiecznymi, jak i bezpiecznymi). Zawiera w sobie dystrybucję odwrotną, która powoduje przepływy dóbr i informacji w kierunku przeciwnym do normalnych działań logistycznych” [Witkowski 2012].

Pod koniec lat 90. Rogers i Tibben-Lembke zdefiniowali pojęcie „reverse logistic” jako „proces obejmujący planowanie oraz kontrolę przepływu materiałów, zapasów w toku, dóbr finalnych oraz powiązanych z nimi informacji z miejsca ich konsumpcji do miejsca ich powstania, w celu odzyskania wartości lub właściwego sposobu ich unieszkodliwienia” [Rogers, Tibben-Lembke 1999].

Powyższa definicja została rozwinięta przez europejską grupę naukowców (RevLog) i przedstawiona jako „[...] proces obejmujący planowanie oraz kontrolę przepływu materiałów, zapasów w toku, dóbr finalnych oraz powiązanych z nimi informacji z miejsca ich wytworzenia, dystrybucji lub konsumpcji do miejsca, w którym następuje odzyskanie wartości lub właściwy sposób ich unieszkodliwienia” [Dekker i in. 2004].

Według Stevena z Ruhr University Bochum (Niemcy): „Logistyka odwrotna składa się ze wszystkich działań włączonych w zarządzanie, przetwarzanie, redukcowanie, przechowywanie szkodliwych i nieszkodliwych odpadów produkcyjnych, opakowań i zużytych produktów, włączając procesy dystrybucji odwrotnej” [Steven 2004].

Reverse Logistics Association z Kalifornii definiuje logistykę zwrotną jako „wszystkie działania związane z produktem/usługą, jakie następują po momencie sprzedaży, głównie w celu optymalizacji lub usprawnienia działań potransakcyjnych, a w rezultacie – zmniejszania kosztów”. Autorzy tej definicji traktują jako synonimy logistyki zwrotnej „reverse logistics” określenia: logistyka posprzedazowa (*aftermarket logistics*), logistyka wsteczna (*retrologistics*) lub posprzedazowy łańcuch dostaw (*aftermarket supply chain*).

Carter i Ellram w kontekście logistyki zwrotu mówią o „ograniczaniu ilości materiałów poprzez działania prowadzone w łańcuchu podaży w kierunku przeciwnym jego biegowi, w celu szerszego wykorzystania materiałów z odzysku i ich recyklingu oraz ograniczania całkowitej ilości zużywanych materiałów” [Carter, Ellram 2002].

Hawks z firmy consultingowej Navesink Logistics, Inc. (Middletown NJ, USA, 1998) proponuje, aby stosując podejście koncepcyjno-funkcjonalne, definiować lo-

gistykę zwrótną na podstawie ogólnej definicji logistyki sformułowanej przez The Council of Logistics Management. W tym celu trzeba dokonać w niej stosownych zmian dostosowawczych, uwzględniających przeciwny do wytwórczego kierunek przepływów materiałów i informacji właściwy dla logistyki zwrótniej. W takim ujęciu logistyka zwrótna to „proces planowania, wdrażania i kontrolowania sprawnych, efektywnych ekonomicznie przepływów surowców, półproduktów i wyrobów gotowych oraz związanych z nimi informacji od miejsca konsumpcji do miejsca ich pochodzenia w celu odzyskania ich wartości lub właściwego ich usunięcia. Precyzując, logistyka zwrótna jest procesem przepływu dóbr od typowych miejsc ich finalnego przeznaczenia w celu odzyskania wartości lub właściwego usunięcia. Przetworzenie i konserwacja mogą być również włączone do definicji logistyki zwrótniej” [Hawks 2005].

Schary i Skjøtt-Larsen w książce *Zarządzanie globalnym łańcuchem podaży* przedstawiają kilka definicji tzw. logistyki odwróconej, które wpisują się w kontekst jej rozpatrywania przez pryzmat stawianych zadań lub celów. Powołując się na Rogersa i Tibben-Lembkego, definiują ją jako „proces wycofywania wyrobów z ich zwykłego miejsca »ostatecznego« przeznaczenia w celu przywrócenia im wartości albo pozbycia się ich we właściwy sposób” [Rogers, Tibben-Lembke 2002].

Krajowa literatura dotycząca logistyki odzysku nie jest obszerna, szczególnie w kontekście porządkowania pojęć, metodologii czy teoretycznych podstaw koncepcyjnych.

Na polskim rynku wydawniczym jedną z pierwszych pozycji zwartych poświęconych logistyce odzysku, chociaż występującej pod nazwą ekologicznej, była monografia Korzenia, który przyjął, że procesy odzysku [Korzeń 2001]:

- opierają się na koncepcji zarządzania recykulacyjnymi przepływami strumieni materiałów odpadowych w gospodarce oraz przepływami sprzężonych z nimi informacji,
- zapewniają gotowość i zdolność efektywnego gromadzenia, segregacji, przetwarzania oraz ponownego wykorzystania odpadów według przyjętych zasad technicznych i procesowych, spełniających wymogi normowe i prawne ochrony środowiska,
- umożliwiają podejmowanie technicznych i organizacyjnych decyzji w kierunku zmniejszania (minimalizacji) tych negatywnych skutków oddziaływania na środowisko, które towarzyszą realizacji procesów zaopatrzeniowych, przetwórczych, produkcyjnych, dystrybucyjnych i serwisowych w logistycznych łańcuchach dostaw.

Celem tak rozumianych procesów odzysku powinno być poszukiwanie optymalnych rozwiązań organizacyjnych usuwania i utylizacji odpadów z wykorzystaniem nowoczesnych metod ich zagospodarowywania jako surowców wtórnych lub źródła energii.

W kolejnych publikacjach można znaleźć podejście koncepcyjno-funkcjonalne, zgodnie z którym logistikę odzysku można rozumieć jako pewną koncepcję zarzą-

dzania przepływami dóbr i informacji w znaczeniu zbioru metod i funkcji planowania, sterowania, organizowania i kontroli, opartych na zintegrowanym i systemowym ujmowaniu tych przepływów. Reprezentantami tego nurtu są Bendkowski i Wengierek, którzy logistykę odzysku (powtórnego zagospodarowania) definiują jako „zastosowanie koncepcji logistyki w odniesieniu do pozostałości, aby w ten sposób spowodować ekonomicznie i ekologicznie skuteczny ich przepływ, przy jednoczesnej transformacji przestrzenno-czasowej, włącznie ze zmianą ilości i gatunku” [Bendkowski, Wengierek 2002].

Według Szumiło pojęcie „logistyka zwrotna” oznacza „proces planowania, implementowania i kontrolowania przepływu surowców, zapasów, zużytych produktów oraz powiązanych z tymi strumieniami informacji z miejsca konsumpcji do punktu pochodzenia dobra, w celu odzyskania jego wartości lub przynajmniej części zainwestowanych uprzednio aktywów bądź właściwej utylizacji produktu” [Szumiło 2007].

Szeroko zagadnienia związane z nowym obszarem funkcjonalnym logistyki opisał Szoltysek w książce *Logistyka zwrotna – Reverse logistics*. Definiuje on logistykę zwrotną jako: „ogół procesów zarządzania przepływami odpadów (w tym produktów uszkodzonych) i informacji (związanych z tymi przepływami), od miejsc ich powstawania (pojawiania się) do miejsca ich przeznaczenia w celu odzyskania wartości (poprzez naprawę, recykling lub przetworzenie) lub właściwego ich unieszkodliwienia i długoterminowego składowania w taki sposób, by przepływy te były efektywne ekonomicznie i minimalizowały negatywny wpływ odpadów na środowisko naturalne człowieka” [Szoltysek 2009].

Konkludując, w polskim piśmiennictwie pojęcie „reverse logistics” tłumaczone jest jako logistyka: zwrotna, odwrotna, utylizacji, recykulacji, powtórnego zagospodarowania czy po prostu strefa zwrotu. Żadne z tych pojęć nie oddaje jednak istoty systemu zagospodarowania odpadów tak trafnie jak logistyka odzysku. Uzasadnia to w swoich publikacjach Michniewska [2006].

Zarówno pojęcie „logistyka zwrotna”, jak i „strefa zwrotu” nie wskazują jednoznacznie, iż ich celem jest „odzyskanie” wartości tkwiącej w zużytych produkcie bądź opakowaniu.

Z kolei pojęcie „logistyka utylizacji” sugeruje, iż produkty i/lub opakowania będące w fazie użytkowej zostaną unicestwione, zgodnie ze znaczeniem słowa „utylizacja” i zasadami funkcjonowania zakładów utylizacji.

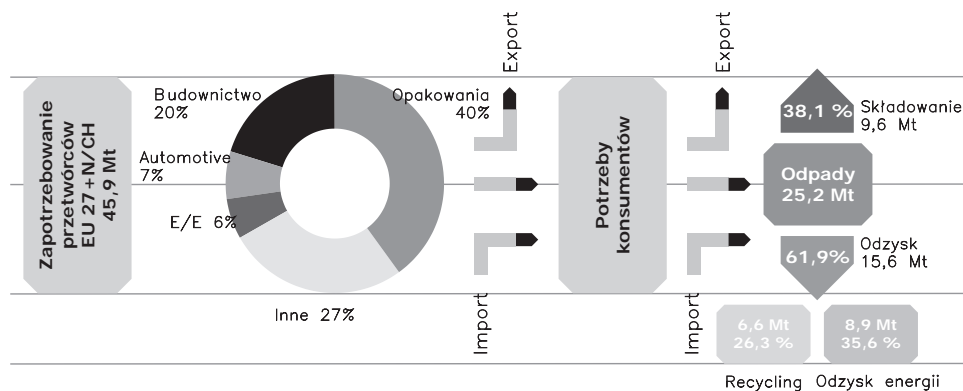
Logistyka recykulacji sugeruje, że określony produkt bądź opakowanie krąży wielokrotnie w ramach zamkniętej pętli łańcucha dostaw.

W kontekście przedstawionych definicji autor uważa, że najwłaściwszym terminem w odniesieniu do logistycznie zintegrowanego systemu gospodarki odpadami jest termin – logistyka odzysku.

### 3. Łańcuch wartości w sektorze tworzyw sztucznych

Sektor tworzyw sztucznych rozwija się bardzo dynamicznie od ponad 50 lat. Z racji specyfiki produkcji oparty jest na innowacjach i wysokich technologiach, których szybkie wdrożenie zapewnia udziały w rynku i stanowi o osiąganych zyskach. Sektor ten chłonny jest na osiągnięcia nauki oraz teorii i praktyki gospodarowania, w tym zarządzania logistycznego. Na rys. 1 przedstawiono łańcuch logistyczny obejmujący cały cykl życia tworzyw sztucznych – od popytu przetwórców po odzysk i utylizację.

Zaprezentowane dane wskazują, że przy zapotrzebowaniu przetwórców wynoszącym prawie 46 mln ton jedynie nieco ponad połowa tej ilości (25,2 mln ton) staje się co roku odpadem. Rok 2009 był pierwszym, w którym poziom odpadów wytwarzanych z tworzyw sztucznych uległ obniżeniu w porównaniu z rokiem poprzednim. Spadek ten był mniejszy niż zmniejszenie zapotrzebowania na tworzywa sztuczne, które wyniosło 2%. Dla porównania, w roku 2005 47% odpadów użytkowych zostało poddanych odzyskowi, a 53% powędrowało na składowiska odpadów. Z 10,4 mln ton (47%) 4 mln ton (18%) poddano recyklingowi (mechanicznemu lub surowcowemu), a 6,4 mln ton (29%) poddano odzyskowi energii.



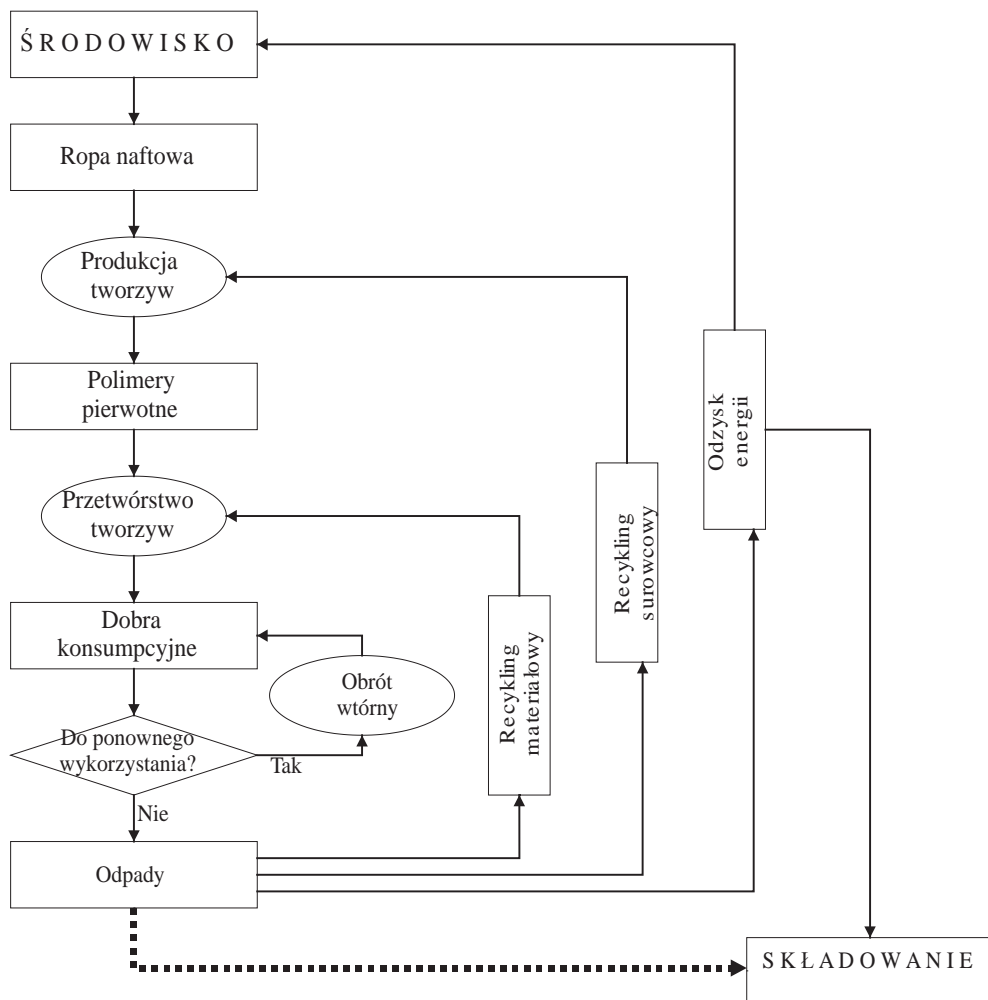
Rys. 1. Łańcuch logistyczny dla tworzyw sztucznych

Źródło: PlasticsEurope Market Research Group.

Zaprezentowany na rys. 1 obieg tworzyw polimerowych przedstawia sytuację z roku 2012. Na podstawie danych prezentowanych w raportach PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) można stwierdzić, że w krajach tzw. Starej Unii bilans cyklu życia jest niemal domknięty.

Opracowanie wiarygodnych bilansów ekologicznych oraz prognoz średnio- i długoterminowych dostępności surowcowej tworzyw sztucznych do procesów recyklingu i odzysku wymaga analizy zależności w całym łańcuchu logistycznym:

pozyskanie surowców – produkcja – dystrybucja – konsumpcja – koniec eksploatacji – utylizacja odpadów. Łańcuch logistyczny obejmuje cały „cykl życia” poszczególnych tworzyw polimerowych w gospodarce. Na rys. 2 pokazano przepływy surowców i materiałów w łańcuchu logistycznym polimerów. Zgodnie z zalecaną przez UE hierarchią postępowania z odpadami należy unikać składowania odpadów. Strumień ten należy ograniczyć do niezbędnego minimum, np. składowanie popiołów pochodzących z odzysku energii.



Rys. 2. Przepływy surowców i materiałów w łańcuchu logistycznym polimerów

Źródło: opracowanie własne.

Struktura zużycia polimerów w gospodarce nie jest jednolita. Poszczególne polimery wykazują znaczne różnice zastosowań, choć istnieje dość duży margines ich zastąpienia, zwłaszcza w poszczególnych ich rodzajach (polimery masowego stosowania, polimery inżynieryjne i konstrukcyjne, polimery specjalnego zastosowania). Oprócz różnic segmentacji indywidualnej – dotyczącej poszczególnych polimerów, występują również różnice związane z charakterem rynku regionalnego i lokalnego. Różnice te mają oczywiście wpływ na strukturę jakościową strumieni polimerów zużytych, kierowanych do procesów recyklingu i przetwórstwa odpadów. Wzorec konsumpcji w Polsce, ze względu na reprezentatywne zastosowania polimerów w gospodarce, w miarę rozwoju cywilizacyjnego zbliża się do charakterystycznego dla gospodarek rozwiniętych [Kijęński, Rejewski 2011]. W europejskim wzorcu konsumpcji dominują sektory: opakowań, budowlany i motoryzacyjny – około 2/3 zużycia krajowego/regionalnego.

Z uwagi na znaczne rozproszenie rynku odbiorców tworzyw sztucznych i brak uregulowań prawnych w większości obszarów zastosowań (jedynie rynek opakowań został uregulowany) łańcuch logistyczny tworzyw sztucznych jest lepiej opisany w obszarze produkcji i wstępnego przetwarzania polimerów pierwotnych niż w obszarze produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych i ich gospodarczego wykorzystania.

Na podstawie analiz przeprowadzonych i opisanych w [Kijęński, Rejewski 2011] można stwierdzić, że najistotniejszych udziałów strumieni odpadowych polimerów należy poszukiwać przede wszystkim w obszarze polimerów masowego zastosowania – polietylen (PE), polipropylen i kopolimery (PP), poli(chlorek winylu) (PVC), polistyren (PS) i poli(tereftalan etylenu) (PET). Oprócz PVC i EPS (w zastosowaniach jako materiał do izolacji cieplnej w budownictwie), większość tych polimerów charakteryzuje się krótkim cyklem życia w gospodarce, rzędu 1–2 lat w większości zastosowań, w sektorze opakowań (dominujący segment zastosowań PET – ponad 90%, PE-LD/PE-LLD – ponad 75%, PE-HD – ponad 53%, PP i PS – około 50%) nawet poniżej 1 roku. Z rozważań bilansowych należy wyeliminować PET w zastosowaniach włókienniczych [Kijęński, Rejewski 2011].

Według danych organizacji PlasticsEurope ok. 40% tworzyw sztucznych jest wykorzystywane w zastosowaniach krótkookresowych – rzędu 1–2 lat, ok. 60% – w zastosowaniach średnio- i długookresowych – rzędu 3–5 lat. Przeciętny cykl życia polimeru w gospodarce (dla ogółu tworzyw sztucznych) wynosi, w zależności od regionu geograficznego, 10–15 lat.

Najważniejsze polimery tworzące strumień odpadów z tworzyw sztucznych to poliolefiny (głównie polietylen i polipropylen) i poliestry (głównie poli(tereftalan etylenu) – butelki PET). Duży udział w produkcji tworzyw polimerowych, ale mały w ilości wytwarzanych odpadów, stanowi poli(chlorek winylu) (duża zawartość chloru), który powinien być utylizowany (spalany) w specjalnych instalacjach, gdy jego udział w odpadach przekracza 10%. Poza recyklingiem mechanicznym odpadowe poliestry, w szczególności PET, mogą być i są z powodzeniem wykorzystywane do odzyskiwania w procesach chemicznych monomerów (surowców) do pro-

dukcji oryginalnych poliestrów. Od wielu lat podejmowane są próby wykorzystania odpadowych poliolefin jako surowca do produkcji frakcji ropy naftowej, głównie w procesach krakingu i hydrokrakingu [Panda, Singh, Mishra 2010]. Otrzymywane produkty, gazowe i ciekłe frakcje węglowodorowe oraz stała pozostałość koksowa są potencjalnymi materiałami do produkcji paliw. Jest to zatem zarówno materiałowy, jak i energetyczny kierunek przetwarzania poliolefin. Materiałowy, ponieważ w wyniku jego realizacji otrzymuje się nowe produkty rafineryjne i energetyczne, a otrzymywane produkty w efekcie końcowym mogą być stosowane do produkcji paliw silnikowych lub kotłowych. Specyficzne właściwości olejowych frakcji węglowodorowych otrzymywanych w wyniku procesu pirolizy (krakingu) polipropylenu lub polietylenu umożliwiają ich potencjalne zastosowanie jako surowców do wytwarzania wysokiej jakości olejów parafinowych o niskiej temperaturze krzepnięcia (frakcja olejowa z krakingu polipropylenu) lub stałych parafin o wysokiej temperaturze krzepnięcia (frakcja olejowa z krakingu polietylenu).

#### 4. Odzysk i recykling tworzyw sztucznych

Prowadzone w wielu krajach działania w zakresie zminimalizowania ilości deponowanych odpadów wykazały, że podstawowym warunkiem osiągnięcia tego celu jest prawidłowo działający system sortowania odpadów, ponieważ materiały wysortowane z odpadów mogą być poddawane procesom przetwórczym prowadzącym np. do wytworzenia nowych materiałów lub wyrobów. Proces ten nazywany jest recyklingiem [Monitor 2014].

Recykling jest procesem wieloetapowym, który obejmuje:

- zbiórkę i składowanie odpadów,
- identyfikację odpadów, rozdział i sortowanie,
- rozdrabnianie,
- mycie i suszenie,
- przetwórstwo.

Tworzywa sztuczne uważane są za drugi (po stali) z materiałów podstawowych gospodarki. Zagospodarowanie odpadów z tworzyw sztucznych to jednak problem jeszcze nie do końca rozwiązany. Stal ze światową produkcją na poziomie 1,3 mld t rocznie jest najważniejszym materiałem, który może być poddany całkowitemu recyklingowi po zakończeniu cyklu życiowego produktu.

Zasadnicze znaczenie ma właściwe zagospodarowanie odpadów z tworzyw sztucznych – w 100% powstających z ropy naftowej – zwłaszcza w zastosowaniach przemysłowych, właśnie po to aby uzyskać surowiec lub korzyści energetyczne, unikając jednocześnie deponowania odpadów na składowisku. Można wyróżnić kilka sposobów zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych: recykling materiałowy, zwany mechanicznym, recykling surowcowy – inaczej chemiczny, czy w końcu odzysk energetyczny, ponieważ tworzywa sztuczne mogą mieć wartość grzewczą co najmniej taką jak ropa naftowa. Ostatni rodzaj recyklingu powinien



być stosowany po wykorzystaniu innych możliwości recyklingu tworzyw sztucznych.

Ocena przydatności tworzyw sztucznych do recyklingu obejmuje wszystkie fazy cyklu życia produktu: od fazy projektowania, poprzez proces produkcji, użytkowanie, zbiorę i sortowanie po zużyciu, aż do etapu odzysku poprzez recykling.

Wszystkie tworzywa sztuczne można poddać recyklingowi. Rodzaj recyklingu zależy od czynników ekonomicznych i typowo logistycznych. Tworzywa sztuczne produkowane są z ropy naftowej – zasobu o dużej wartości, ale nieodnawialnego; powinny być wytwarzane z myślą ich przetworzenia w procesie recyklingu i ponownego użycia jako produkt, który będzie mógł być poddany dalszemu recyklingowi.

Podobnie jak w przypadku wszystkich innych materiałów, posortowane i gotowe do recyklingu tworzywa sztuczne stają się dostępne na rynku recyklingu. Rynek ten, jak w przypadku innych surowców z odzysku, stał się już rynkiem globalnym.

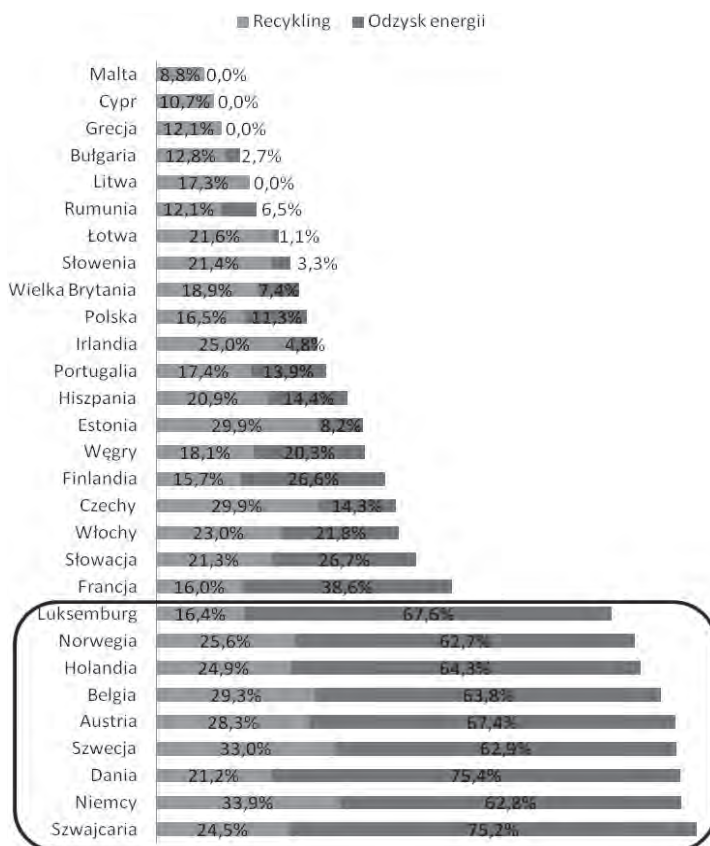
Znaczna część surowców wtórnych jest poddawana recyklingowi w obrębie Europy. Wynika to z dobrze rozwiniętej branży recyklingu oraz z tego, że wiele materiałów pochodzących z recyklingu jest wykorzystywanych do wytwarzania nowych produktów. Dobrym przykładem jest butelka plastikowa. Automatyzacja procesów związanych z sortowaniem i recyklingiem butelek oraz wysokie zapotrzebowanie na materiał z recyklingu do ich produkcji sprawiają, że większość butelek w Europie jest poddawana recyklingowi na tym kontynencie.

Recykling w Europie zapobiega wywozowi cennych surowców wtórnych i stymuluje rozwój lokalnego przemysłu recyklingowego. Kiedy jednak recykling wiąże się z pracochłonnymi procesami, duże ilości tworzyw sprzedaje się firmom recyklingowym z Azji, zwłaszcza z Chin. Popyt na tworzywa sztuczne jest wysoki, a w roku 2008 Chiny sprowadziły 7,07 mln ton zużytych tworzyw sztucznych z całego świata.

Przedstawiciele branży tworzyw sztucznych są w pełni świadomi środowiskowej, ekonomicznej i społecznej odpowiedzialności związanej z recyklingiem tworzyw sztucznych zarówno w Europie, jak i za granicą. Wszyscy partnerzy z branży recyklingowej spoza UE muszą spełniać wymagania norm jakościowych, aby zapewnić warunki recyklingu „zasadniczo odpowiadające” warunkom obowiązującym w Europie.

Trudno jest wskazać jeden właściwy sposób na odzyskanie pełnej wartości tworzyw sztucznych. Ważnym elementem jest społeczna akceptacja zasady, że zasoby należy wykorzystywać efektywnie, a cenne materiały nie powinny trafiać na składowiska. Nieprzypadkowo zatem dziewięć krajów europejskich (rys. 3) mających najlepsze wyniki ma także rygorystyczne ograniczenia związane ze składowaniem odpadów. Wprowadzono tam całkowity lub częściowy zakaz składowania odpadów z tworzyw sztucznych. Ograniczenia takie ukierunkowują działania na rzecz zarówno recyklingu, jak i odzysku energii. Dzięki temu całkowity wskaźnik odzysku przewyższył 80%. Strategia taka skutkuje zwiększeniem poziomów recyklingu oraz odzysku energii.





**Rys. 3.** Stopień odzysku i recyklingu wg krajów (dotyczy pokonsumenckich odpadów z tworzyw sztucznych)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Borkowski 2011].

Dokładne dane dotyczące stopnia recyklingu i odzysku energii oraz całkowitego recyklingu pokazano w tab. 1. Kraje, w których przed składowiskiem udaje się uchronić duże ilości cennych odpadów pokonsumenckich, mogą się pochwalić wysokimi wskaźnikami recyklingu i odzysku energii. Dlatego też można z całą pewnością stwierdzić, że strategia uwzględniająca odzyskiwanie energii nie wyklucza dobrych wyników w zakresie recyklingu. Pokonsumenckie odpady z tworzyw sztucznych nadają się do wykorzystania jako paliwo alternatywne w specjalnych elektrowniach lub piecach cementowych, a także w tradycyjnych zakładach wytwarzających energię ze spalania stałych odpadów komunalnych.

**Tabela 1.** Całkowity stopień odzysku i recyklingu wg krajów UE (plus Norwegia i Szwajcaria)

Kraje	Recykling	Odzysk energii	Całkowity odzysk
<b>Szwajcaria</b>	<b>24,5%</b>	<b>75,2%</b>	<b>99,7%</b>
<b>Niemcy</b>	<b>33,9%</b>	<b>62,8%</b>	<b>96,7%</b>
<b>Dania</b>	<b>21,2%</b>	<b>75,4%</b>	<b>96,6%</b>
<b>Szwecja</b>	<b>33,0%</b>	<b>62,9%</b>	<b>95,9%</b>
<b>Austria</b>	<b>28,3%</b>	<b>67,4%</b>	<b>95,7%</b>
<b>Belgia</b>	<b>29,3%</b>	<b>63,8%</b>	<b>93,1%</b>
<b>Holandia</b>	<b>24,9%</b>	<b>64,3%</b>	<b>89,2%</b>
<b>Norwegia</b>	<b>25,6%</b>	<b>62,7%</b>	<b>88,3%</b>
<b>Luksemburg</b>	<b>16,4%</b>	<b>67,6%</b>	<b>84,0%</b>
Francja	16,0%	38,6%	54,6%
Słowacja	21,3%	26,7%	48,0%
Włochy	23,0%	21,8%	44,8%
Czechy	29,9%	14,3%	44,2%
Finlandia	15,7%	26,6%	42,3%
Węgry	18,1%	20,3%	38,4%
Estonia	29,9%	8,2%	38,1%
Hiszpania	20,9%	14,4%	35,3%
Portugalia	17,4%	13,9%	31,3%
Irlandia	25,0%	4,8%	29,8%
Polska	16,5%	11,3%	27,8%
Wielka Brytania	18,9%	7,4%	26,3%
Słowenia	21,4%	3,3%	24,7%
Łotwa	21,6%	1,1%	22,7%
Rumunia	12,1%	6,5%	18,6%
Litwa	17,3%	0,0%	17,3%
Bułgaria	12,8%	2,7%	15,5%
Grecja	12,1%	0,0%	12,1%
Cypr	10,7%	0,0%	10,7%
Malta	8,8%	0,0%	8,8%

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Borkowski 2011].

Z wykresu i tabeli wynika także, że choć w większości krajów recykling utrzymuje się w zakresie 15–30%, wykorzystanie energii z odzysku waha się w przedziale od 0 do 75%. Państwa, które obecnie składują cenne materiały wycofane z eksploatacji, mogą zmniejszyć negatywne oddziaływanie na klimat, zmniejszyć deficyt energii i bardziej efektywnie wykorzystywać zasoby, rozwijając szybko sieć pozyskiwania energii z odpadów.

Postęp w dziedzinie odzyskiwania wartości z odpadów z tworzyw sztucznych jest stosunkowo powolny. Wskaźnik odzysku wzrasta o około 2 punkty procentowe rocznie. Wiele państw członkowskich UE musi podjąć większe starania, aby uzyskać poziom odzysku 80% lub wyższy do roku 2020.

Trzy kraje członkowskie UE: Belgia, Niemcy i Szwecja, osiągnęły wysoki poziom recyklingu opakowań z tworzyw sztucznych, mimo różnych systemów. Występują w nich jednak pewne cechy wspólne [Raport *PlasticsEurope* 2010]:

- kraje te zainwestowały więcej niż inne w działania informacyjne, motywujące i stymulujące rozwój recyklingu;
- działania w tym zakresie rozpoczęły wcześniej i wprowadziły jednolite krajowe systemy zbiórki opakowań z tworzyw sztucznych (np. „niebieskie worki” w Belgii);
- krajowe ustawodawstwo promuje recykling i odzyskiwanie energii – a zniechęca do składowania odpadów.

W 2012 r. w Polsce powstało ok. 1,48 mln ton odpadów, z czego ok. 24% poddano recyklingowi mechanicznemu, ok. 17% odzyskowi energii, a pozostałe 59% trafiło na składowiska odpadów. W porównaniu ze średnią europejską (recykling 26%, odzysk energetyczny – 36%, składowanie – 38%) Polska ma jeszcze dużo do nadrobienia w tej dziedzinie. Wdrażana obecnie w Polsce nowa polityka zagospodarowania odpadów daje nadzieję, że nastąpi przyspieszenie w efektywnym odchodzeniu od składowania odpadów tworzyw sztucznych. Największą grupę odpadów stanowią odpady opakowaniowe (55%). Stopień odzysku tej grupy odpadów jest największy i wyniósł 64,2% (dane 2012), z czego 39,2% stanowił recykling mechaniczny. Znacznie mniej odzyskuje się odpadów z budownictwa (ok. 17%) i ze zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (ok. 15%). Najmniej, bo jedynie 4% odpadów tworzyw sztucznych odzyskiwanych jest z samochodów i pojazdów wycofanych z eksploatacji.

## 5. Zakończenie

Jednym z głównych założeń systemu logistyki odzysku jest racjonalna gospodarka surowcami naturalnymi i ich zrównoważone wykorzystanie wsparte rozwijaniem łańcuchów zwrotów umożliwiających zagospodarowania odpadów. Należy podkreślić, że dla wielu uczestników, w tradycyjnie rozumianej logistyce, łańcuch odpadów pozostaje poza obszarem zainteresowań, a przecież z łańcucha zwrotu odpadów wypływają ważne konsekwencje dla całego łańcucha dostaw, weryfikujące go pod kątem tworzenia wartości dodanej poprzez zastosowanie procesów logistyki odzysku zgodnie z zasadą 5R [Skowrońska 2006]:

1. *recognize and report* (rozpoznanie i rejestrowanie wszystkich przepływów fizycznych, informacyjnych i finansowych z uwzględnieniem łańcuchów zwrotu);

2. *recover and return* (odzyskanie i zwrócenie odzyskanych materiałów do ich dostawców i/lub wytwórców);

3. *recycle and re-use* (recykling i ponowne wewnętrzne zużycie materiałów w tak dużym stopniu, jak to możliwe, w celu zredukowania odpadów do minimum, zgodnie z hierarchią postępowania z odpadami sformułowaną w unijnym i polskim ustawodawstwie);

4. *retire* (usuwanie tak dużej ilości odpadów do systemu ponownej dystrybucji, jak to tylko możliwe);

5. *review, reengineering or renew* (częsty przegląd, przeprojektowanie lub odnowienie systemu logistyki odzysku, włącznie z jej infrastrukturą i uczestnikami w celu upewnienia się, że jest to utrzymywane na bieżąco).

Należy podkreślić, że logistyka odzysku, która jest „osadzona” w tradycyjnej logistyce, będąc jednocześnie reprezentantem jej ekologicznej orientacji, bardzo dobrze wpisuje się w imperatyw zrównoważonego rozwoju promujący m.in. zrównoważone wykorzystanie zasobów środowiska. Umożliwia ona bowiem urzeczywistnienie idei gospodarki okrężnej, której podstawowym wyzwaniem jest odejście od linearnego modelu przepływu surowców do modelu zamkniętych cykli materiałowo-energetycznych, istotnie zmniejszających wysoki stopień entropii współczesnej gospodarki poprzez optymalizację wskaźnika użyteczności całkowitej.

## Literatura

- Bendkowski J., Wengierek M., 2002, *Logistyka odpadów*, tom 1: *Procesy logistyczne w gospodarce odpadami*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Borkowski K., 2011, *Recykling opakowaniowych odpadów tworzyw sztucznych w Polsce*, Materiały konferencyjne, Poznań.
- Carter C.R., Ellram L.M., 2002, *Reverse logistics: A review of literature and framework for future investigation*, „Journal of Business Logistics”, no. 9 (1), s. 85–102.
- Coyle J.J., Bardi E.J., Langley Jr. J.C., 2002, *Zarządzanie logistyczne*, PWE, Warszawa.
- Dekker R., Fleischmann M., Inderfurth K., Van Wassenhove L.N., 2004, *Reverse Logistics, Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains*, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg.
- Hawks K., 2005, *What is reverse Logistics?*, Reverse Logistics Association. <http://www.rlmagazine.com/edition01p12.php>
- Kijęński J., Rejewski P., 2011, *Kompleksowa analiza i ocena krajowej bazy tworzyw polimerowych*, [w:] *Odzysk i recykling materiałów polimerowych*, red. J. Kijęński, A.K. Błędzki, A. Jeziórska, PWN, Warszawa.
- Korzeń Z., 2001, *Ekologistyka*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań.
- Michniewska K., 2006, *Nowe trendy w logistyce: logistyka odzysku a ekologistyka*, „Logistyka”, nr 1.
- Monitor Polski, 2014, *Krajowy plan gospodarki odpadami*.
- Panda A.K., Singh R.K., Mishra D.K., 2010, *Thermolysis of waste plastics to liquid fuel – A suitable method for plastic waste management and production of value added products – A world prospective*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, vol. 14.
- Raporty PlasticsEurope, 2010 i 2013.
- Reuse and Recycling – Reverse Logistics Opportunities*, 1993, Council of Logistics Management, Oak Brook, IL
- Rogers D.S., Tibben-Lembke R.S., 1999, *Going backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*, Reverse Logistics Executive Council, Pittsburgh, PA.
- Schary Ph.B., Skjøtt-Larsen T., 2002, *Zarządzanie globalnym łańcuchem podaży*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

- Skowrońska A., 2006, *Logistyka jako narzędzie zrównoważonego rozwoju*, Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Zrównoważony rozwój w teorii ekonomii i praktyce”, Wrocław 29–30.06.2006; referat pobrany ze strony Katedry Ekonomii Ekologicznej Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.
- Steven M., 2004, *Networks in reverse logistics*, [in:] *Supply Chain Management and Reverse Logistics*, eds. H. Dyckhoff, R. Laches, J. Reese, Springer, New York.
- Szołtysek J., 2009, *Logistyka zwrotna – Reverse logistics*, Wydawnictwo Instytutu Logistyki i Magazynowania w Poznaniu, Poznań.
- Szumiło U., 2007, *Logistyka zwrotna a pozycja konkurencyjna łańcucha dostaw*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka”, nr 2, s. 21; za: [www.rlec.org/glossary.htm#size\\_of\\_reverse\\_logistics](http://www.rlec.org/glossary.htm#size_of_reverse_logistics).
- Thierry M.C., Salomon M., Van Nunen J., Van Wassenhove L., 1995, *Strategic issues in product recovery management*, „California Management Review”, vol. 37, no. 2.
- Witkowski K., 2012, *Processes of Reverse Logistics and Recycling of Plastic in Automotive Industry*, Oficyna Wyd. Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra.

## THE ASPECT OF REVERSE LOGISTICS AND RECYCLING OF PLASTICS

**Summary:** The assumptions of sustainable development clearly indicate that the search for new solutions to technical, technological and logistical resources, and rationalization of the economy, energy and waste should be a priority for all business sectors and services. The implementation of reverse logistics into business processes could help to overcome the global economy crisis effects. The purpose of the article is twofold: a critical analysis of the subject literature in terms of reverse logistics and recycling, and to highlight the role of reverse logistics in creating added value for producers of plastics. The premise is the choice of reverse logistics for plastics on the one hand, considering their versatile applications, such as in the packaging, construction and automotive industries. On the other hand, an extremely important issue is that their production is characterized by high dynamics, has a significant impact on the environment, contributing significantly to the use of the valuable resource that is oil.

**Keywords:** sustainable development, reverse logistics, recycling, waste, plastics.