

Edukacja ekonomiczna

Radostaw Wolniak

Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania w Katowicach

Iwona Stachurek

Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach

Paulina Binkiewicz

Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach

Procesy logistyki odwrotnej na przykładzie recyklingu opakowań z tworzyw sztucznych

*Reverse logistics processes on the example of the recycling
of plastic packaging*

Tworzywa sztuczne określane są mianem materiałów XXI wieku, a ich wykorzystanie przyczynia się przede wszystkim do ograniczenia zużycia zasobów naturalnych. Nadal dużym problemem pozostaje kwestia zagospodarowania i ponownego wykorzystania zużytych odpadów, które składowane są na wysypiskach śmieci. Wciąż wzrastające zużycie tworzyw sztucznych przyczynia się do wzrostu ilości odpadów, a tym samym do kwestii ich składowania i ponownego zagospodarowania, co jest problemem wszystkich krajów szybko rozwijających się. Największą ilość stanowią odpady opakowaniowe wykonane z polietylenu, polipropylenu, poli(tereftalanu etylenu), polistyrenu, poli(chloroku winylu) oraz poliwęglanu. Idealną sytuacją byłoby, aby gospodarka odpadami była realizowana na każdym etapie w łańcuchu dostaw, obejmując dostawcę surowca, importera, przetwórcę, firmę wprowadzającą na rynek produkt w opakowaniu, tak aby wszystkie odpady z tworzyw sztucznych poddawane były recyklingowi lub odzyskowi.

Słowa kluczowe:

logistyka odwrotna, odpady opakowaniowe, odzysk odpadów, recykling.

Plastics materials are widely distributed in the XXI century. Their use contributes primarily to reduce the consumption of natural resources. Still a major problem remains the issue of land use and reuse of used waste that is stored in landfills. Still rising consumption of plastics contribute to increasing the amount of waste, and thus the issue of storage and reuse what is the problem of all emerging economies. The highest amount of packaging waste is made of polyethylene, polypropylene, poly(ethylene terephthalate), polystyrene, poly(vinyl chloride) and polycarbonate. The ideal situation would be to spread the appropriate waste management and implement it at every stage in the supply chain — raw material supplier, importer, processor, the company marketing the product in the package so that all the plastic waste was recycled or subjected to recovery.

Key words:

reverse logistics, packaging waste, waste recovery, recycling.

Wprowadzenie

Klasyczne podejście do logistyki i zarządzania łańcuchem dostaw przyjmowało, że jest to proces planowania, koordynacji i sterowania w aspekcie czasowym i przestrzennym realnych procesów realizują-

cych przyjęte w organizacji cele (Ficoń, 2008). Można ją również zdefiniować jako zarządzanie działaniami przemieszczania i składowania produktów, które mają ułatwić ich przepływ z miejsc pochodzenia do miejsc finalnej konsumpcji (Rutkowski i Beier, 1993). W podejściu klasycznym był to więc stru-

mień (łańcuch dostaw) od dostawców, poprzez producenta i dystrybucję, do klienta.

Współcześnie coraz częściej do problematyki logistyki, w tym zarządzania łańcuchami dostaw, włącza się również problematykę związaną z postępowaniem z towarami, opakowaniami i różnymi pozostałościami po towarach. Podobnie jak należy zarządzać dostarczeniem produktu do klienta, także w tym przypadku mamy do czynienia z koniecznością zarządzania przepływem towarów. Proces ten jest coraz częściej badany i nosi nazwę logistyki odwrotnej. W niniejszej publikacji przedstawiono procesy logistyki odwrotnej na przykładzie opakowalnictwa, a dokładnie utylizacji opakowań z tworzyw sztucznych.

Logistyka odwrotna

W ostatnich latach problematyka logistyki odwrotnej stała się szeroko obecna w światowej literaturze logistycznej (Chan i Chan, 2008; Li i Olorunniwo, 2008; Rogers i Tibben-Lembke, 2001; Srivastava, 2008). Jednym z tego powodów jest rosnąca ilość odpadów, która wiąże się w przypadku współczesnych produktów z ich opakowaniami (np. z omawianymi w publikacji opakowaniami z tworzyw sztucznych; Kwok i Yiming, 2009).

Według Council of Logistics Management, logistyka odwrotna jest szerokim terminem odnoszącym się do logistycznego zarządzania umiejętnościami i działaniami zaangażowanymi do recyklingu, zarządzania i dysponowania odpadami produktowymi i opakowaniowymi. Zawiera w sobie dystrybucję odwrotną, która powoduje przepływy dóbr i informacji w kierunku przeciwnym do normalnych działań logistycznych (Szołtysek, 2009).

W wielu przypadkach czynnikiem determinującym wzrost zainteresowania problematyką dotyczącą logistyki odwrotnej są regulacje dotyczące ochrony środowiska, bądź nacisk klientów czy opinii publicznej. Takim regulatorem jest m.in. „zasada rozszerzonej odpowiedzialności producentów”, wprowadzona w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. (ustawa o odpadach, 2001). W Polsce powyższą zasadą objęto po raz pierwszy od roku 2002 kilka produktów, co zawdzięczamy zapisom w ustawie z dnia 11 maja 2001 roku, zwanej potocznie ustawą „produktową” (załącznik do ustawy o odpadach, 2001).

Logistyka odwrotna jest nieco inaczej definiowana w europejskim i amerykańskim nurcie logistyki. W nurcie europejskim przyjmuje się, że początek logistyki odwrotnej stanowi konsument, który w momencie, gdy zużyje dane dobro, „wytwarza” pozostałości po nim oraz dysponuje opakowaniem — są to przedmioty, które mają określoną wartość ekonomiczną lub ekologiczną (Korczak, 2012).

Na wartość ekonomiczną składa się (Korczak, 2012):

- możliwość powtórnego wprowadzenia w obieg pozyskanych przedmiotów (recykling),
- poddanie pozostałości po towarze unieszkodliwieniu (utylizacja).

Natomiast w przypadku wartości ekologicznej można mówić o wpływie pozostałości danego towaru i jego opakowania na zanieczyszczenie środowiska naturalnego (wody, gleby, powietrza).

Z tego powodu w nurcie europejskim bardzo silnie akcentuje się konieczność szczegółowych regulacji prawnych w zakresie recyklingu, utylizacji i ekologii oraz potrzebę prowadzenia szeroko zakrojonej edukacji ekologicznej.

W podejściu amerykańskim natomiast definiuje się logistykę odwrotną jako proces planowania, wdrażania i kontroli efektywności kosztowej przepływów surowych materiałów, zapasów w produkcji, wyrobów gotowych i informacji z nimi powiązanych, począwszy od punktu konsumpcji do punktu pierwotnego, w celu odzyskania wartości lub prawidłowego usunięcia (Rogers, 1998). Nurt ten jest więc oparty w pierwszej kolejności na idei zwrotów produktów.

W ujęciu amerykańskim zwraca się uwagę na dwa zasadnicze nurty — pierwszy, wskazujący konieczność „dołączenia” dodatkowego kanału, w którym dochodzi do procesu sortowania, recyklingu i utylizacji kończących życie produktu oraz drugi, w którym produkty wracają tą samą drogą do producenta (Korczak, 2012).

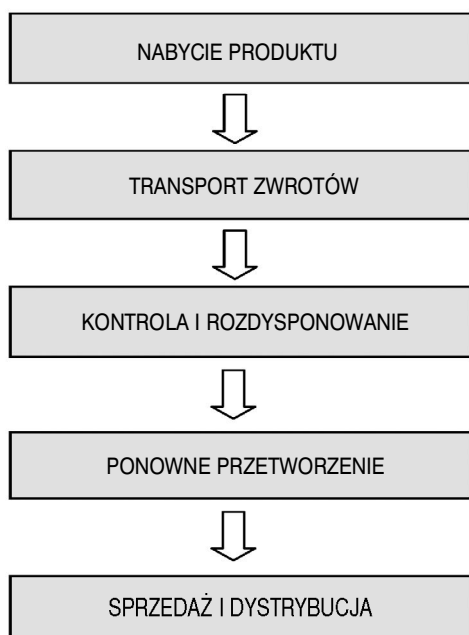
Zważywszy na fazy występujące w odwróconym łańcuchu dostaw, mamy do czynienia z szerokim spektrum produktów, które w dotychczasowym — jednokierunkowym ujęciu stanowiły koniec łańcucha dostaw jako jednokierunkowego przepływu dóbr (Domagała i Wolniak, 2014). Składa się na nie wiele dóbr, przy czym z punktu widzenia niniejszej publikacji w pierwszej kolejności interesują nas:

- opakowania, które jako odpady, muszą być ewidencjonowane i unieszkodliwiane lub wykorzystywane do produkcji energii;
- opakowania, które muszą być zwrócone do miejsca ich pochodzenia lub podmiotu zajmującego się konsolidacją opakowań.

Należy zauważyć, że nie wszystkie odwrócone łańcuchy dostaw są jednakowe. Istnieją 4 elementy, które występują w każdym odwróconym łańcuchu dostaw, niezależnie od jego rodzaju, i takie, które są specyficzne dla określonych łańcuchów dostaw. Warto w szczególności zwrócić uwagę na te elementy, które są jednakowe dla wszystkich odwróconych łańcuchów dostaw. Ich analiza i gruntowne rozpatrzenie są niezbędne w celu podejmowania racjonalnych decyzji dotyczących struktury podmiotowej i przepływowej odwróconego łańcucha dostaw. Strukturę przedmiotową stanowi układ ogniw w sieci przedsiębiorstw, w ramach którego realizowane są przepływy materiałowe i informacyjne, stanowiące strukturę przepływową łańcucha (Kruczek i Żebrudzki, 2011). Kluczowe fazy odwróconego łańcucha dostaw przedstawiono na rysunku 1.

Rysunek 1

Kluczowe fazy odwróconego łańcucha dostaw



Źródło: Domagała i Wolniak, 2013.

Opakowania z tworzyw sztucznych

Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych definiuje opakowanie jako wyrób wykonany z dowolnego materiału i przeznaczony do przechowywania, ochrony, przewozu, dostarczania i prezentacji towaru na drodze surowiec — wyrób gotowy, producent wyrobu — użytkownik/konsument (Domagała i Wolniak, 2014).

Opakowania dzielą się na (ustawa o opakowaniach i odpadach opakowaniowych, 2001):

- opakowania podstawowe (jednostkowe, handlowe) — opakowanie określonej ilości towaru, zazwyczaj pojedynczych produktów przeznaczonych do sprzedaży detalicznej;
- opakowania zbiorcze (drugorzędne) — opakowania co najmniej dwóch opakowań jednostkowych, które można zdjąć bez naruszenia opakowania podstawowego; służą one do transportu i magazynowania produktów;
- opakowania transportowe (trzeciorzędne) — opakowania określonej ilości produktów, produktów w opakowaniach jednostkowych lub opakowaniach zbiorczych; opakowania te, podobnie jak opakowania zbiorcze, używane są do transportu i magazynowania wyrobów.

Opakowania w zależności od materiału, z jakiego są wykonane można podzielić na opakowania z meta-

lu, ze szkła, z papieru lub tektur, opakowania drewniane, opakowania z tworzyw sztucznych oraz opakowania wieloskładnikowe (ustawa o opakowaniach i odpadach opakowaniowych, 2001).

W przypadku tworzyw sztucznych w przemyśle opakowaniowym największe zastosowanie znajdują takie polimery jak: polietylen (PE), polipropylen (PP), poli(tereftalan etylenu — PET), polistyren (PS), poli(chlorek winylu) (PCV) oraz poliwęglan (PC). W tabeli 1 przedstawiono przykłady opakowań oraz rodzaj tworzywa sztucznego, z jakiego są one otrzymywane.

Tabela 1

Przykłady opakowań wykonanych z tworzyw sztucznych

Rodzaj opakowania	Przykłady	Tworzywa sztuczne użyte do ich otrzymania
Opakowanie podstawowe	reklamówki jednorazowe, torby na zakupy, folia do pakowania żywności, tacki, opakowania zabawek, kosmetyków, butelki, kubeczki, pudełka, kanistry	polietylen, polipropylen, polistyren, poli(tereftalan etylenu), poli(chlorek winylu), poliwęglan
Opakowanie zbiorcze	skrzynki, pudełka, worki, folia rozciągliwa	polietylen, polipropylen, polistyren
Opakowanie transportowe	folia rozciągliwa	polietylen, polipropylen

Źródło: Tworzywa sztuczne, 2012.

Wzrastające zużycie tworzyw sztucznych, a przede wszystkim powszechne ich zastosowanie jako materiałów opakowaniowych, spowodowało również wzrost tego rodzaju odpadów składowanych na wysypiskach śmieci. Największym problemem są opakowania jednorazowe, które zajmują znaczną objętość wszystkich odpadów (około 30%), mimo iż pod względem masy stanowią tylko około 8% wszystkich śmieci (Szostak-Kotowa, 1997; Mroziński, 2009). Do tych opakowań należą przede wszystkim butelki po napojach wykonane z poli(tereftalanu etylu), jak również torby na zakupy i folie do pakowania żywności oraz opakowania produktów gospodarstwa domowego, chemii gospodarczej, żywności, zabawek, kosmetyków, a także przedmiotów wielkogabarytowych wykonane z polietylenu, polipropylenu, poli(chloroku winylu) lub polistyrenu (Tworzywa sztuczne, 2012).

Bardzo ważnym problemem z punktu widzenia logistyki odwrótej jest czas rozkładu materiałów polimerowych, który trwa nawet kilkaset lat. Wynika to

z faktu, iż materiały te są odporne na liczne czynniki środowiska. Większość tworzyw sztucznych nie ulega zniszczeniu pod wpływem wody, światła słonecznego czy działania drobnoustrojów. Taka sytuacja powoduje, że opakowania z tego rodzaju materiałów muszą podlegać recyklingowi. Kolejnym problemem są powstające podczas procesu rozkładu toksyczne i szkodliwe dla środowiska substancje. Dlatego to co jest zaletą przy wszechstronnym wykorzystaniu tych materiałów w opakowalnictwie, staje się dużym problemem w gospodarce odpadami.

W ostatnich latach widać rosnącą tendencję do otrzymywania opakowań z tworzyw sztucznych, które nie tylko spełniają wymagania stawiane materiałom przeznaczonym do zastosowań w opakowalnictwie, ale również spełniają coraz wyższe wymagania pod kątem ich przydatności w procesach logistyki zwrotnej, w tym recyklingu. Przykładem może być obniżenie masy kubka do jogurtu, która jeszcze 15 lat temu wynosiła około 13 g, a obecnie 4,5 g, czy też obniżenie masy jednorazowej reklamówki z PE lub PP z 20 do około 7 g. Z punktu widzenia ochrony środowiska najlepszym rozwiązaniem jest otrzymanie takich materiałów, które po okresie użytkowania, czyli spełnieniu swojej roli, ulegałyby rozkładowi do związków przyjaznych środowisku naturalnemu. Do tej grupy materiałów należą materiały biodegradowalne, czyli materiały, które ulegają rozkładowi pod wpływem czynników biologicznych. Zastosowanie ich w opakowalnictwie jest obecnie ograniczone ze względu na wysokie koszty produkcji wielkotonażowej (Mroziński, 2009; Stachurek 2012; Spasówka i Rudnik, 1999).

Odzysk i recykling opakowań z tworzyw sztucznych

Jak wspomniano w europejskim nurcie logistyki zwrotnej opakowanie rozumiane jest, jako pozostałość po produkcji, która w wyniku recyklingu i utylizacji ma określoną wartość ekonomiczną. Przepisy obowiązujące w Unii Europejskiej nałożyły na Polskę osiągnięcie min. 50% poziomu odzysku, w tym do roku 2020 50% poziomu odzysku tworzyw sztucznych z odpadów. Konsekwencją niespełnienia wymagań UE będą wysokie kary finansowe. W przypadku materiałów opakowaniowych wykonanych z tworzyw sztucznych możliwości odzysku opakowań mogą być realizowane przede wszystkim metodą recyklingu materiałowego, chemicznego lub energetycznego.

Zgodnie z definicją recykling to powtórne przetwarzanie materiałów odpadowych w procesach produkcyjnych w celu uzyskania materiałów, produktów lub substancji o przeznaczeniu pierwotnym lub o innym przeznaczeniu. Recykling obejmuje również ponowne wykorzystanie odpadów organicznych, nato-

miast pojęcie to nie odnosi się do odzysku energii (Dyrektywa 94/62/WE). W Polsce regulacje prawne w zakresie ochrony środowiska nakładają na przedsiębiorców i władze gminne, bez względu na wielkość i rodzaj produkcji, obowiązek selektywnego zbierania odpadów (ustawa Prawo ochrony środowiska, 2001; ustawa o odpadach 2012; Dyrektywa 2004/12/WE).

Ogólnie recykling dzieli się na trzy rodzaje:

1. Ponowne zastosowanie polegające na wykorzystaniu produktów lub materiałów w celu otrzymania tego samego wyrobu.
2. Inne zastosowanie, które polega na wykorzystaniu produktów lub materiałów w celu otrzymania innego wyrobu. Zastosowanie odpadów do otrzymania innego typu produktu wymaga w większości przypadków odpowiedniej obróbki chemicznej, fizycznej lub biologicznej.
3. Ponowne użytkowanie polegające na odzyskiwaniu ze śmieci odpadów chemicznych, następnie ponownego ich wprowadzania do produkcji (<http://www.recyklingorganizacjaodzysku.com>).

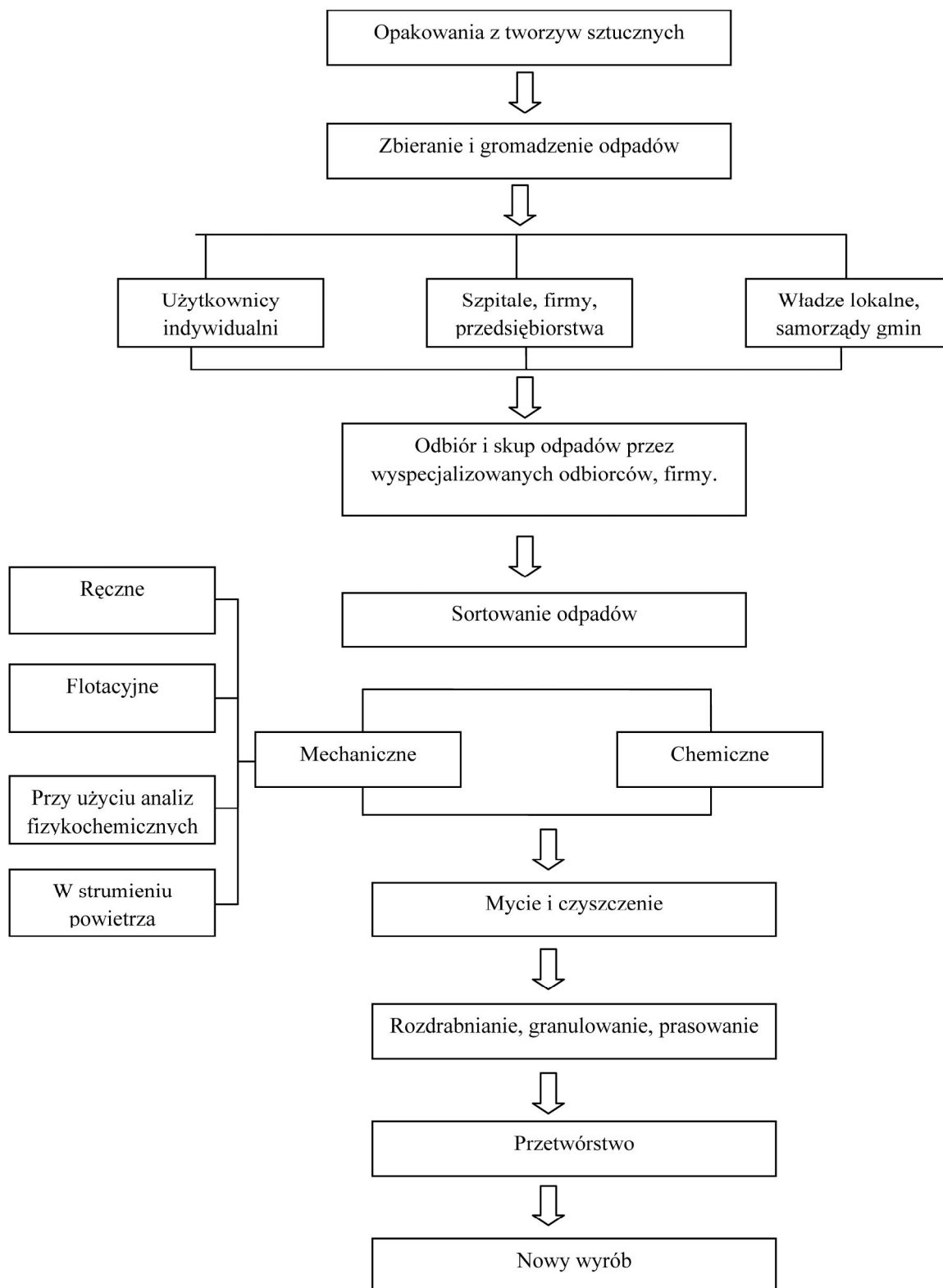
Ze względu na technologię procesu wyróżnia się trzy metody recyklingu: recykling materiałowy, chemiczny i energetyczny. Poniżej dokonano charakterystyki poszczególnych metod recyklingu w odniesieniu do opakowań wykonanych z tworzyw sztucznych.

Recykling materiałowy

Recykling materiałowy jest najbardziej popularną i najlepszą z metod odzysku polimerowych odpadów opakowaniowych w procesie zarządzania łańcuchem dostaw oraz powtórnego ich wykorzystania do otrzymania nowych wyrobów, często o innym przeznaczeniu. Metoda ta polega na odzyskiwaniu tworzywa sztucznego (surowiec wtórny) i ponownym jego przetwarzaniu. Recykling materiałowy jest najlepszą metodą usuwania odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych ze środowiska i obejmuje opakowania otrzymane z PE, PP, PS, PET, PCV oraz ich mieszanin. Odzysk tworzyw sztucznych oraz ponowne ich wykorzystanie wymaga szeregu następujących po sobie czynności. Jednym z najważniejszych etapów jest zbieranie i gromadzenie odpadów polimerowych (Kozłowski, 2008). Bardzo dużą rolę ma tutaj świadomość społeczeństwa. 1 lipca 2013 roku weszła w życie ustawa o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach, zgodnie z którą o segregacji śmieci decyduje mieszkaniec, a nie władze gminy (ustawa o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach, 2011). Natomiast w przypadku przedsiębiorców regulacje prawne w zakresie gospodarki odpadami nakładają na każdą firmę produkcyjną oraz każdą jednostkę organizacyjną, bez względu na rodzaj i wielkość produkcji, obowiązek

Rysunek 2

Etapy logistyki zwrotnej w zakresie ponownego wykorzystania zużytych opakowań z tworzyw sztucznych



Źródło: opracowanie własne.

prowadzenia gospodarki odpadami zgodnie z wymaganiami wynikającymi z przepisów ochrony środowiska (ustawa Prawo ochrony środowiska, 2001).

Na rysunku 2 przedstawione zostały poszczególne etapy logistyki zwrotnej w zakresie ponownego wykorzystania zużytych opakowań z tworzyw sztucznych.

Ważnym etapem procesów logistyki zwrotnej jest sortowanie odpadów opakowaniowych na grupy jednorodne polimerowe, tak aby w jednej grupie znajdowały się zużyte opakowania otrzymane z tego samego polimeru. W celu uproszczenia recyklingu wprowadzone są kody oznaczenia różnych materiałów, które składają się z trójkąta uformowanego z trzech strzałek z grotami skierowanymi zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Wewnątrz trójkąta znajduje się liczba oznaczająca kod polimeru użytego do produkcji, a pod trójkątem umieszczany jest jego skrót literowy (www.plasticseurope.pl). W tabeli 2 przedstawiono kody podstawowych polimerów syntetycznych stosowanych do produkcji tworzyw sztucznych.

wania z odpadami opakowaniowymi w procesach logistyki zwrotnej i polega na ich spalaniu, które przeprowadza się w spalarniach odpadów. Proces ten trwa około dwóch godzin i przebiega w temperaturze 1000°C, natomiast ciepło uzyskiwane podczas spalania może być wykorzystywane do produkcji energii elektrycznej lub ciepłej. Dużą zaletą recyklingu energetycznego jest to, że w trakcie procesu objętość odpadów zmniejsza się o około 90%, a ich masa maleje o około 40–60%. Natomiast wadą tej metody są powstające podczas procesu spalania gazy odlotowe, które zawierają wiele szkodliwych i toksycznych związków (np. dioksany i furany) dla zdrowia ludzi oraz dla środowiska. Recyklingowi energetycznemu mogą być poddawane opakowania wykonane z poli-

Tabela 2

Oznaczenia wybranych tworzyw sztucznych

Znak	Symbol	Nazwa	Znak	Symbol	Nazwa
	PET	Poli(tereftalan etylenu)		PP	Polipropylen
	HDPE	Polietylen wysokiej gęstości		PS	Polistyren
	PVC	Poli(chlorek winylu)		OTHER	Poliamid (PA), poliwęglan (PC), ABS (kopolimer akrylonitryl-butadien-styren)
	LDPE	Polietylen niskiej gęstości			

Źródło: www.plasticseurope.pl

Recykling chemiczny

Inną metodą recyklingu stosowaną w procesach logistyki zwrotnej opakowań z tworzyw sztucznych jest recykling chemiczny. Recykling ten, inaczej zwany recyklingiem surowcowym, polega na rozpadzie materiału polimerowego do związków małowczątkowych, które mogą być ponownie użyte do otrzymania nowych tworzyw. Natomiast powstające podczas procesu odpady mogą być dodawane do paliw i smarów. Zaletą recyklingu chemicznego jest możliwość przeróbki tworzyw sztucznych bez uprzedniej ich segregacji. Wadą tej metody są wysokie koszty procesu wynikające ze stosowania skomplikowanych instalacji oraz konieczności stosowania wysokich ciśnień oraz temperatur (<http://www.recyklingorganizacjaodzysku.com>).

Recykling energetyczny

Recykling energetyczny, czyli termiczne przetwarzanie odpadów, jest kolejną metodą postępo-

etylenu i polipropylenu (Stachurek, 2012). Natomiast w przypadku opakowań z poli(chloru winylu) podczas procesu spalania powstaje chlor i chlorowódor, związki szkodliwe dla człowieka. W Szwajcarii recykling energetyczny jest bardzo popularną metodą postępowania z odpadami, w tym odpadami opakowaniowymi, gdzie około 90% ulega spalaniu (Tworzywa sztuczne, 2012).

Odzysk odpadów opakowaniowych

W tabeli 3 przedstawiono metody odzysku odpadów opakowaniowych w zależności od rodzaju tworzywa, z jakiego zostały wyprodukowane, oraz przykłady ich ponownego zastosowania.

Podsumowanie

Problematyka recyklingu i gospodarki odpadami jest bardzo istotnym problemem współczesnej logi-

Tabela 3

Przykłady ponownego wykorzystania tworzyw sztucznych otrzymanych w wyniku odzysku materiału z zużytych opakowań polimerowych

Rodzaj tworzywa użytego do otrzymania opakowań	Metoda odzysku	Rodzaj otrzymanego materiału	Zastosowanie
Polietylen i polipropylen	recykling materiałowy	regranulat	opakowania, kanistry, pojemniki na detergenty, wiadra, kontenery na odpady, worki na śmieci, taśmy, skrzynki, doniczki, meble ogrodowe, rury kanalizacyjne
Poli(tereftalan etyleny)	recykling materiałowy	regranulat włókna	folie pokryciowe i przekładowe, butelki i opakowania detergentów, części samochodowe, części konstrukcyjne mebli odzież, dywany, szczotki, sznurki, wypełnienie kurtek, poduszek, materacy, śpiworów
Polistyren	recykling chemiczny		dodatek do betonu, środek spulchniający dodawany do gleby i kompostu
Poliwęglan	recykling materiałowy	regranulat	butelki, części samochodowe

Zródło: Opracowanie własne na podstawie

styki odwrotnej. Przedstawione w niniejszej publikacji rozważania pozwoliły na dokonanie analizy recyklingu opakowań z tworzyw sztucznych z punktu widzenia procesów logistyki odwrotnej.

Proces odzysku opakowań z tworzyw sztucznych to działanie polegające na ponownym wykorzystaniu w całości lub części odpadów bądź odzyskaniu z odpadów na przykład energii czy materiałów, które ponownie mogą być wykorzystane. W przypadku logistyki odwrotnej szczególnie interesujące jest określenie możliwości odzyskiwania możliwie maksymalnej części tychże odpadów opakowaniowych.

Do najbardziej popularnych i najczęściej stosowanych metod odzysku odpadów opakowaniowych zalicza się recykling materiałowy polegający na odzyskaniu ze zużytego opakowania surowca, recykling chemiczny polegający na przekształcaniu związków wielkocząsteczkowych w związki małowcząsteczkowe i recykling energetyczny, czyli termiczne przekształcanie odpadów prowadzące do pozyskiwania energii elektrycznej lub cieplnej. Należy pokreślić, że odzysk opakowań będzie zawsze prowadził do zmniejszenia ilości odpadów składowanych na wysypiskach śmieci (Stachurek, 2012).

Literatura

- Chan, F.T.S., Chan, H.K. (2008). A survey on reverse logistics system of mobile phone industry in Hong Kong. *Management Decision*, 46 (5), 702–708.
- Domagała, T., Wolniak, R. (2014). Odwrócony łańcuch dostaw. *Logistyka*, (1), 24–27.
- Domagała, T., Wolniak, R. (2013). Reverse supply chain. *Management Systems in Production Engineering*, (4), 3–7.
- Dyrektywa 2004/12/WE Parlamentu Europejskiego i Rady UE z dnia 11 lutego 2004 r. zmieniająca dyrektywę 94/62/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych.
- Dyrektywa 94/62/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 20 grudnia 1994 r. w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych.
- Ficoń, K. (2008). *Logistyka ekonomiczna*. Warszawa: Bell Studio.
<http://www.recyklingorganizacjaodzysku.com>
- Korczak, J. (2012). Logistyka odwrotna. *Logistyka*, (5), 584–588.
- Kozłowski, M. (red.). (2006). *Recykling tworzyw sztucznych w Polsce i w Europie*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Kruczek, M., Żebrudzi, Z. (2011). Doskonalenie struktury łańcucha dostaw z wykorzystaniem koncepcji Lean. *Logistyka*, (2), 355–362.
- Kwok, H.L., Yiming, W. (2009). Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. *Supply Chain Management. An International Journal*, (6), 447–465.
- Li, X., Olorunniwo, F. (2008). An exploration of reverse logistics practices in three companies. *Supply Chain Management. An International Journal*, 13 (5), 381–386.
- Mroziński, A. (2009). *Recykulacja tworzyw sztucznych w Polsce i Europie*. Bydgoszcz: Koło Naukowe TOPgarn Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy.
- Rogers, D.S., Tibben-Lembke, S. (1998). *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*, University of Nevada. Center for Logistics Management, Reverse Logistics Executive Council.
- Rogers, D.S., Tibben-Lembke, R.S. (2001). An overview of reverse logistics practices. *Journal of Business Logistics*, 22 (1), 22–28.
- Rutkowski, K., Beier, F.J. (1993). *Logistyka*. Warszawa: SGH.

- Spasówka, E., Rudnik, E. (1999). Możliwości wykorzystania węglowodanów w produkcji biodegradowalnych tworzyw sztucznych. *Przemysł Chemiczny*, (9).
- Srivastava, S.K. (2008). Network design for reverse logistics. *Omega*, 36 (4), 535–48.
- Stachurek, I. (2012). Problemy z biodegradacją tworzyw sztucznych w środowisku. Katowice: *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy*, 8 (1).
- Szołtysek, J. (2009). *Logistyka zwrotna*. Poznań: Instytut Logistyki i Magazynowania.
- Szostak-Kotowa, J. (1997). *Biodegradacja termoplastycznych tworzyw sztucznych stosowanych w opakownictwie*. Kraków: *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej*, (487).
- Tworzywa sztuczne — fakty 2012. *Analiza produkcji, zapotrzebowania oraz odzysku tworzyw sztucznych w Europie w roku 2011*. Raport europejskich producentów tworzyw sztucznych i ich partnerów PlasticsEurope (wyd. 21).
- Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU nr 62, poz. 628; art. 5).
- Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (DzU 2013, nr 0, poz. 21).
- Ustawa z dnia 1 lipca 2011 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw (DzU nr 152, poz. 897).
- Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych (DzU nr 63, poz. 638 ze zm.).
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. — Prawo ochrony środowiska (DzU nr 62, poz. 627 ze zm.).
- www.plasticseurope.pl
- Załącznik do ustawy z dnia 11 maja 2001 r. (DzU nr 63, poz. 639).



www.pwe.com.pl

PWE poleca

Praktyka i teoria zarządzania projektami koncentruje się przede wszystkim na problemach i rozwiązaniach dynamicznych, czyli przebiegu projektów; problemy i rozwiązania statyczne, czyli organizacji realizacji projektów, rzadziej są przedmiotem rozważań. Dzieje się tak ze szkodą dla rezultatów projektów, niewłaściwe rozwiązania organizacyjne są bowiem częstymi przyczynami ich niepowodzeń. Problemom organizacji projektowej jest poświęcona niniejsza książka. Jej celem jest przedstawienie zarówno podstaw teoretycznych, problemów praktycznych, jak i propozycji rozwiązań organizacji projektowej. Publikacja składa się z pięciu części.

- Część I zawiera wprowadzenie do organizacji projektowej.
- W części II jest omówione funkcjonowanie organizacji macierzystej, czyli realizującej projekt.
- Część III zawiera przegląd modelowych rozwiązań organizacji projektowej.
- Część IV dotyczy specjalnych zagadnień organizacji projektowej.
- Część V jest poświęcona projektowaniu organizacji projektowej.