

*Joanna Baran, Marta Karlewska*

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## **Teoretyczne aspekty logistycznego systemu gospodarki odpadami**

### **Theoretical aspects of logistics waste management system**

**Synopsis.** Celem artykułu było scharakteryzowanie logistycznego systemu gospodarki odpadami. W pierwszym etapie bazując na literaturze przeprowadzono dyskusję w zakresie definicji „reverse logistics”. Następnie omówiono poszczególne elementy systemu gospodarki odpadami obejmujące: zbiórkę, przeładunek, transport oraz zagospodarowanie odpadów. Wybrane zagadnienia teoretyczne zilustrowano danymi empirycznymi z terenu gminy Dęblin.

**Słowa kluczowe:** logistyka zwrotna, gospodarka odpadami.

**Abstract.** The article describes the logistics system of waste management. In the first stage, based on the literature were presented different definitions of reverse logistics. Then the elements of the waste management system, including: collection, handling, transport and waste management were described. Selected issues supported by empirical data from the community Deblin were presented.

**Key words:** reverse logistics, waste management.

## **Wprowadzenie**

Procesom produkcyjnym i konsumpcyjnym nieodłącznie towarzyszy powstawanie odpadów. Wielkość i charakter wytwarzanych odpadów zależą głównie od stylu życia (poziomu konsumpcji), rozwoju gospodarczego, dostępności surowców, technologii produkcji, świadomości ekologicznej i obowiązującego prawodawstwa. W 2014 roku przeciętny Polak wyprodukował 268 kg odpadów, z kolei średnia ilość odpadów komunalnych przypadających na jednego mieszkańca UE w 2013 roku wyniosła 481 kg. W krajach o wysokim poziomie rozwoju gospodarczego kładzie się szczególny nacisk na właściwe postępowanie z odpadami. Odpady mogą bowiem nadal zachowywać określone cechy użytkowe i mogą być wykorzystane do wytwarzania nowych wyrobów, surowców bądź energii, co pozwala zmniejszyć obciążenie środowiska naturalnego.

Unia Europejska wspierająca zrównoważony rozwój podejmuje działania mające na celu ograniczenie ilości wytwarzanych odpadów, wielokrotne wykorzystywanie produktów oraz propagowanie wśród społeczeństwa selektywnej zbiórki i recyklingu. W związku z tym zobowiązuje kraje członkowskie do implementowania dyrektyw z zakresu gospodarki odpadami. W latach 2010–2013 w Polsce wprowadzono wiele

zmian w krajowym ustawodawstwie, które miały dostosować przepisy do zaleceń UE oraz umożliwić osiągnięcie wymaganych poziomów odzysku surowców wtórnych.

Przedmiotem zainteresowania praktyków jak i teoretyków coraz częściej staje się zatem ekonomiczny, ekologiczny i społecznie uzasadniony system zagospodarowania odpadów i postępowania z nimi. Celem tego systemu powinno być utrzymanie czystości i porządku, ochrona środowiska naturalnego, oszczędne gospodarowanie surowcami i zasobami naturalnymi. Do realizacji tych założeń konieczne jest zbudowanie odpowiedniej infrastruktury do bezpiecznego zbierania, segregacji, transportu, wykorzystywania i unieszkodliwiania odpadów. Z kolei sprawne funkcjonowanie gospodarki odpadami wymaga systemowego podejścia w ramach procesów gromadzenia, wywozu, dystrybucji i składowania odpadów zarówno w skali mikro (przedsiębiorstwo), mezo (miasto, gmina), jak i makro (łańcuchy dostaw, region, kraj).

## **Cel i metody badań**

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie w ramach koncepcji „reverse logistics” poszczególnych etapów logistycznego systemu gospodarki odpadami, tj. sposobów zbiórki, przeładunku, transportu i zagospodarowania odpadów.

Zastosowane metody gromadzenia danych to metoda studium literatury oraz metoda kwestionariusza – ankiety. Artykuł ma charakter przeglądowy, ale wybrane zagadnienia teoretyczne zostały zilustrowane materiałem pierwotnym dotyczącym gospodarki odpadami w gminie Dęblin. Badania ankietowe przeprowadzono drogą elektroniczną w 2014 roku w gminie Dęblin. Ankietę skierowano do 200 mieszkańców gminy Dęblin, otrzymano zwrot od 115 respondentów. Pozostałe dane na temat gospodarki odpadami w gminie Dęblin pozyskano z Urzędu Miasta Dęblin.

## **Logistyka zwrotna a system gospodarki odpadami**

Rosnące zainteresowanie działaniami proekologicznymi oraz koncepcją zrównoważonego rozwoju wpisuje się w koncepcję „reverse logistics” traktowaną jako instrument, który wspiera rozwiązywanie problemów środowiska [Sadowski 2008]. W polskiej literaturze brak jednoznacznego tłumaczenia wyrażenia „reverse logistics” używa się zamiennie takich pojęć jak: logistyka zwrotna, logistyka odzysku, odwrotna, odpadów czy rzadziej recykulacji i utylizacji.

Według A. Sadowskiego, logistyka zwrotna jest dziedziną, która zajmuje się badaniem prawidłowości związanych z przepływami dóbr o zakończonym cyklu życia. Logistyka zwrotna może być traktowana, jako forma usuwania odpadów. Działania te bazują na uzupełniających się wzajemnie przesłankach ekologicznych i ekonomicznych [Sadowski 2006].

Z kolei J. Bendkowski oraz M. Wengierek logistykę zwrotną określili, jako „zastosowanie koncepcji logistyki w odniesieniu do pozostałości, aby w ten sposób spowodować ekonomicznie i ekologicznie skuteczny przepływ pozostałości, przy jednoczesnej transformacji przestrzenno-czasowej, włącznie ze zmianą ilości i gatunków” [Bendkowski i Wengierek 2002]. Inne podejście zostało zaprezentowane przez E. Gołębską, według której

logistyka w sferze utylizacji odpadów obejmuje tworzenie łańcuchów logistycznych, które łączą miejsca powstawania z punktami utylizacji odpadów. W przepływie tym należy uwzględnić czynności: segregowania, przemieszczania, przetwarzania, składowania odpadów oraz udostępniania surowców do wtórnego wykorzystania [Gołębska 1999].

Z kolei K. Michniewska poddaje w wątpliwość tłumaczenie angielskiego zwrotu „reverse logistics”, jako logistyki zwrotnej twierdząc, że zaproponowane przez autorów literatury branżowej definicje nie w pełni ukazują wszystkie aspekty i zadania postawione przed koncepcją „reverse logistics” [Michniewska 2006]. Według jej opinii słusznym tłumaczeniem terminu „reverse logistics” jest logistyka odwrotna. K. Michniewska, za publikacjami zagranicznych naukowców [Rogers i Tibben-Lembke 1998] proponuje zatem następującą definicję logistyki odwrotnej: „proces planowania, implementacji i kontrolowania skutecznego i efektywnego ekonomicznie przepływu surowców, półproduktów i produktów gotowych wraz z powiązaną informacją od miejsca konsumpcji do miejsca pochodzenia w celu odzyskania wartości bądź właściwego zagospodarowania” [Michniewska 2013].

Autorzy publikacji „Reuse and Recycling - Reverse Logistics Opportunities” ujęli logistykę odwrotną, jako zarządzanie umiejętnościami i działaniami, które są zaangażowane do recyklingu oraz zarządzania i dysponowania odpadami opakowaniowymi, jak również materiałem ubocznym powstałym podczas procesu produkcji. Logistyka odwrotna swoim zakresem obejmuje dystrybucję odwrotną, która odpowiada za przepływ dóbr materialnych oraz informacji w kierunku przeciwnym do łańcucha dostaw [Berg i in. 1993].

Według Jacka Szołtyśka, można z kolei przyjąć, że głównym celem postawionym przed „reverse logistics” jest integracja w czasie i przestrzeni przepływów odpadów, przy jednoczesnej optymalizacji kosztów oraz minimalizacji wpływu na stan środowiska [Szołtysek 2009].

O ile w przypadku definicji „reverse logistics” istnieją rozbieżności pomiędzy poszczególnymi autorami, to są oni zgodni co do przedmiotu i zadań, jakie zostały postawione przed logistyką zwrotną. Głównym elementem zainteresowania są przepływy odpadów oraz powiązanej z nimi informacji. W takim ujęciu w zakres logistyki zwrotnej na trwałe wpisuje się system gospodarki odpadami.

Logistyczny system gospodarki odpadami składa się z następujących podsystemów [Szołtysek 2009]: gromadzenia odpadów, wywozu odpadów, gospodarczego wykorzystania, przetworzenia lub unieszkodliwiania odpadów.

Procesy zbiórki, przeładunku, transportu, zagospodarowania odpadów można zorganizować wykorzystując różne technologie i rozwiązania, a efektywność każdego elementu oddziałuje na sprawność całego systemu gospodarki odpadami. W dalszej części artykułu omówiono zatem sposoby organizacji poszczególnych procesów logistycznego systemu gospodarki odpadami.

## **Metody zbiórki odpadów komunalnych**

Proces zbiórki to pierwszy etap systemu gospodarki odpadami, który obejmuje wszystkie czynności od umieszczenia odpadów w zbiornikach do ich załadunku na środki transportowe, które dokonują odbioru. W ramach tego procesu stosuje się różne urządzenia techniczne, pojemniki, pojazdy oraz różne metody zbiórki odpadów.

Dobierając odpowiednią metodę zbiórki odpadów należy uwzględnić, m.in. efektywność ekonomiczną metody, wymagania prawne oraz specyfikę obiektów zagospodarowania odpadów, poziom urbanizacji, komfort i potrzeby użytkowników, częstotliwość odbioru, stymulowanie poziomu selektywnej zbiórki odpadów, a także bezpieczeństwo pracy personelu [Bilitewski i in. 2006]. Co więcej, do każdej z metod zbiórki odpadów są dostosowane odpowiednie pojemniki oraz pojazdy, które są wyposażone w określone urządzenia załadownicze. Według kryterium różnorodności wykorzystywanych pojemników można wyróżnić następujące metody zbiórki odpadów:

- metoda przeładunku – pojemników niewymiennych,
- metoda pojemników wymiennych,
- metoda pojemników lub opakowań jednorazowych,
- zbiórka bezsystemowa, która dotyczy odpadów wielkogabarytowych,
- zbiórka bazująca na zasadzie hydraulicznej i pneumatycznej.

Metoda przeładunku – pojemników niewymiennych wykorzystywana jest zazwyczaj do odpadów komunalnych oraz komunalno-podobnych. Główną cechą tej metody jest to, że dany pojemnik na odpady jest przypisany do konkretnego miejsca zbiórki i po dokonaniu odbioru odpadów pozostaje w miejscu pierwotnego ustawienia. Pojemniki są transportowane przez ich użytkowników lub też przez załogę pojazdu do krawędzi ulicy, z której dokonywany jest odbiór. Odpady przesypane są do pojazdu transportowego przy wykorzystaniu urządzeń podnosząco-przechyłnych. Stosowanie znormalizowanych pojemników umożliwia korzystanie z urządzeń zasypowych, które usprawniają czynność załadunku. Dodatkowo, pojazdy bardzo często wyposażone są w technologie do zagęszczania, które powodują dwu- lub trzykrotne zwiększenie ilości odebranych odpadów.

Metoda pojemników wymiennych wykorzystywana jest do zbiórki odpadów o dużej gęstości bądź też na terenach silnie zurbanizowanych. Kontenery z odpadami są wymieniane na puste (tego samego typu) w miejscu ich ustawienia. Usuwanie odpadów z pojemników odbywa się w punktach przeładunkowych lub bezpośrednio w obiektach zagospodarowania odpadów. Przy tej metodzie najczęściej wykorzystuje się kontenery o pojemności powyżej 4 m<sup>3</sup>, co jest podyktowane względami ekonomicznymi. Pojemniki te są transportowane na podwoziach samochodów ciężarowych, które dodatkowo mają specjalistyczne systemy załadownicze, wciągarki linowe lub podnośniki. Dodatkowo, istnieje możliwość zwiększenia gęstości odpadów w kontenerach poprzez zastosowanie stacjonarnych pras czy urządzeń zagęszczających [Bilitewski i in. 2006].

Metoda pojemników lub opakowań jednorazowych to sposób zbiórki odpadów często uznawany za jedną z odmian metody wykorzystującej zbiorniki niewymienne. Odpady są zbierane w workach foliowych lub innych pojemnikach jednorazowego użycia. Muszą one spełniać wymagania jakościowe, w szczególności mieć odpowiednią grubość oraz wytrzymałość na rozrywanie [Żygadło 2001]. Zaletą tej metody jest skrócenie całkowitego czasu procesu zbiórki poprzez wyeliminowanie czynności związanych z odstawieniem pojemników na miejsce ich pierwotnego ustawienia [Bilitewski i in. 2006] oraz brakiem konieczności mycia takich pojemników. Ta forma zbiórki jest stosowana w okresach zwiększonej produkcji odpadów, w miejscach imprez masowych, a także coraz częściej, w przypadku prowadzenia selektywnej zbiórki.

Zbiórka bezsystemowa dotyczy dużych elementów czy wielkogabarytowych odpadów. Bezużyteczne przedmioty są gromadzone bez wykorzystania pojemników, w publi-

zu punktu odbioru. Specyfika tych odpadów wymaga zapewnienia łatwego dostępu do przedmiotu przeznaczanego do wywozu.

Zbiórka z wykorzystaniem zasady pneumatycznej i hydraulicznej to metoda odbioru odpadów, która łączy ze sobą procesy zbiórki oraz transportu. Stosowanie metody pneumatycznej znalazło zastosowanie na obszarach starej i zwartej zabudowy oraz na terenach o dużej gęstości zaludnienia z zabudową wielorodzinną. Medium nośnym transportującym odpady jest strumień powietrza. Technika ta została zastosowana w Sundbyberg w Szwecji oraz w Wiosce Olimpijskiej w Monachium. Z kolei w Szwajcarii oraz w USA istnieją techniki bazujące na metodzie hydraulicznej, która jest zarezerwowana tylko dla odpadów kuchennych, które po rozdrobnieniu są splukiwane i spławiane do systemu kanalizacji. Taki system zbiórki powoduje dodatkowe obciążenie sieci kanalizacyjnej, co skutkuje rosnącymi kosztami oczyszczalni.

W procesie zbiórki odpadów komunalnych stosuje się pojemniki o pojemności od 110 do 1100 litrów. Obecnie dąży się do standaryzacji pojemników [Szymańska-Pulikowska 2003], co ma się przekładać na wzrost efektywności kosztowej oraz możliwość usprawnienia całego procesu zbiórki odpadów.

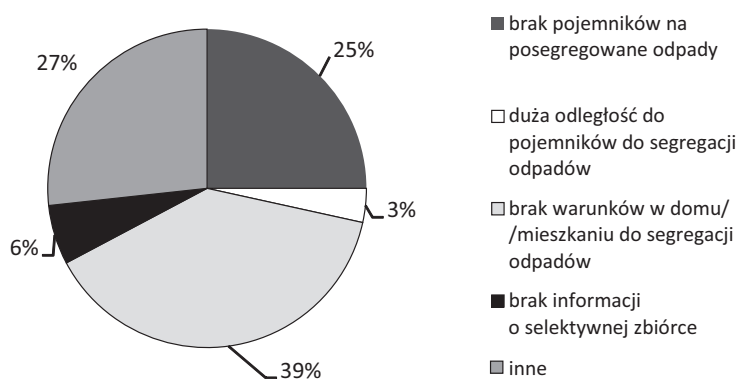
Dobór wielkości pojemnika wpływa na ilość gromadzonych odpadów, a także na ich skład. Jeżeli wprowadza się mniejsze pojemniki, to zmusza się wytwórców odpadów do lepszego wykorzystania ich objętości. W efekcie zabieg ten sprzyja recyklingowi, kompostowaniu odpadów biodegradowalnych i pomaga budować świadomość ekologiczną mieszkańców. Zbyt duża objętość pojemników często prowadzi do przyjęcia stanowiska przez społeczeństwo, że skoro zapłacili za dany pojemnik to należy go maksymalnie wypełnić, bez względu na rodzaj odpadów. W takiej sytuacji do przydomowych śmietników trafiają zmieszane odpady, które mogłyby zostać poddane segregacji w miejscu ich wytworzenia. Dodatkowo, wraz ze zwiększeniem ładowności pojemników zmniejsza się gęstość gromadzonych odpadów oraz zwiększa się ich uziarnienie [Szymańska-Pulikowska 2003]. W przypadku obszarów wiejskich zwiększenie się ilości odpadów (jako skutek stosowania zbyt dużych pojemników) spowodowane jest głównie przez większą ilość odpadów ogrodowych, które stanowią do 60% całkowitej objętości frakcji biologicznej. Na wsiach obserwowany jest także wzrost wszystkich innych frakcji odpadów, także mineralnych. Z kolei na terenie miasta po zwiększeniu ładowności pojemników obserwuje się większą ilość odpadów opakowaniowych wraz z papierem, które stanowią blisko 50% całkowitej objętości odpadów<sup>1</sup>.

Stosowanie odpowiednich pojemników wpływa również zachęcająco lub zniechęcająco na segregację odpadów. Ankietowani mieszkańcy gminy Dęblin wskazali kilka czynników zniechęcających do segregacji odpadów. Podkreślali oni przede wszystkim brak warunków w ich gospodarstwach domowych do przeprowadzania segregacji odpadów (39%). Tłumaczyli, że aby segregować odpady, należy mieć co najmniej cztery pojemniki, co w małych mieszkaniach jest utrudnione. Również 25% ankietowanych poruszało kwestie związane z brakiem pojemników przeznaczonych do tego typu działań (rys. 1). Z kolei 27% badanych mieszkańców wskazywało inne czynniki utrudniające segregację odpadów m.in.:

- brak chęci i nieodczuwanie potrzeby segregacji odpadów,

<sup>1</sup> [www.proekologia.pl](http://www.proekologia.pl) [dostęp 05.01.2014].

- traktowanie segregacji „u źródła” jako bezsensowną, ze względu, że i tak rozdzielone odpady trafiają do jednego środka transportowego,
- zła częstotliwość zbierania odpadów plastikowych i konieczność ich gromadzenia we własnym gospodarstwie domowym.



Rysunek 1. Czynniki zniechęcające do segregacji odpadów w opinii mieszkańców Dębline (% wskazań)

Figure 1. Incentives for waste segregation in the opinion of the inhabitants of Debline (%).

Źródło: badanie własne.

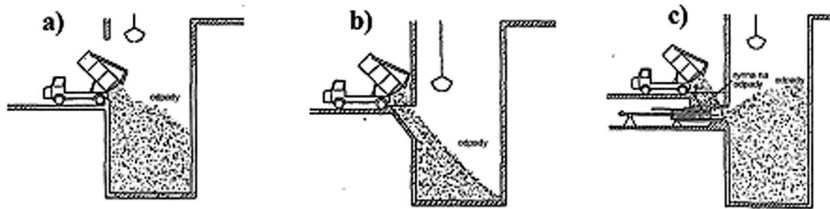
## Sposoby przeładunku odpadów

Tendencje dotyczące centralizacji obiektów zagospodarowywania odpadów, powodują zwiększanie się odległości pomiędzy punktem wytwarzania odpadów a miejscem ich zagospodarowania. W takim przypadku transport odpadów pojazdami o małej ładowności okazuje się zbyt kosztowny i nieefektywny. Na obszarach, gdzie powstają duże ilości odpadów, które muszą być transportowane na znaczne odległości, często tworzy się punkty przeładunkowe. Proces przeładowania polega na przełożeniu odpadów z pojazdów dokonujących zbiórki na większe jednostki transportowe. W literaturze wskazuje się na dwa główne kryteria opłacalności eksploatacji stacji przeładunkowych: odległość do pokonania (minimum 5–15 km) oraz wielkość miasta (minimum 150 tys. mieszkańców) [Szymańska-Pulikowska 2003]. Polscy naukowcy wskazują, że opłacalna jest budowa stacji dla obszarów obejmujących ok. 200 tys. mieszkańców. Z kolei zagraniczni autorzy wskazują na zwrot kosztów budowy stacji po kilku latach dla miast powyżej 90 tys. mieszkańców [Kempa 1983]. Równie istotnym czynnikiem jest czas transportu. W przypadku występowania dużego natężenia ruchu opłacalne jest wykorzystanie stacji przeładunkowej, nawet w sytuacji, gdy do pokonania jest zaledwie kilka kilometrów [Bilitewski i in. 2006].

Przeładunek odpadów może się odbywać bezpośrednio z pojazdów dokonujących zbiórki na środki o większej ładowności. Drugim rozwiązaniem w ramach procesu przeładunku jest wykorzystanie bunkrów składowych, w których odpady są magazynowane

przez relatywnie krótki okres czasu, zanim zostaną przemieszczone do punktu zagospodarowania.

Podczas procesu przeładunku można wyróżnić trzy podstawowe operacje: dostawa, przygotowanie odpadów, załadunek na środek transportu o dużej ładowności. Dostawa może odbywać się wyłącznie z wykorzystaniem pojazdów komunalnych, albo może być rozszerzona o samochody prywatne. W przypadku gdy dopuszcza się odbiór od podmiotów prywatnych konieczne jest wyposażenie punktu w dodatkowe wagi, kasy, stanowiska odbioru dostosowane do specyfiki pojazdów prywatnych oraz przenośnik taśmowy do ręcznego rozładunku. Umieszczanie odpadów we wnętrzu budowli może odbywać się w różny sposób. W przypadku rozładunku, który ma miejsce bezpośrednio przy krawędzi bunkru, istnieje niebezpieczeństwo dojścia do kolizji między pojazdem a chwytakiem dźwigu (rys. 2a). Z kolei, gdy krawędź jest odsunięta od brzegu to maleje wykorzystanie objętości bunkru. Jest to spowodowane układaniem się odpadów w formę przybierającą kształt skarpy (rys. 2b). Rozwiązaniem tego problemu jest wykorzystanie podajnika hydraulicznego. Jednak ta forma bunkra wymaga poniesienia zwiększonych nakładów finansowych (rys. 2c) [Bilitewski i in. 2006].



Rysunek 2. Schemat wariantów stacji przeładunkowych

Figure 2. Variants transfer stations

Źródło: Bilitewski i inni [2006].

Przygotowanie odpadów w procesie przeładunku polega na obróbce odpadów, obejmującej między innymi zagęszczenie, które można przeprowadzić wykorzystując pojazdy gąsienicowe (ugniatające odpady) lub prasy hydrauliczne.

Sposób załadunku odpadów, w celu dalszego transportu do punktu zagospodarowania, zależy od wykorzystywanych środków transportu.

## Organizacja transportu odpadów

Proces transportu w logistycznym systemie gospodarki odpadami rozpoczyna się w chwili wyjazdu pojazdów w celu zbiórki odpadów. Rozróżnia się: transport bliski (w przypadku małej odległości do miejsca utylizacji/unieszkodliwiania odpadów lub do stacji przeładunkowej) oraz daleki (do centralnego punktu zagospodarowania). Transport bliski z reguły odbywa się przy wykorzystaniu środków transportu drogowego. Przy wyborze odpowiedniej wielkości i ładowności samochodów do zbiórki i transportu bierze się pod uwagę: ciężar użytkowy pojazdów, system pojemników, odle-

głości do pokonania, ukształtowanie i rzeźbę terenu oraz szerokość ulic i możliwe ograniczenia w tym zakresie, liczebność załogi pojazdów i czas pracy brygady [Bilitewski i in. 2006].

Środki transportu wykorzystywane na terenie Polski są najczęściej wyposażone w urządzenia podnośne o napędzie hydraulicznym bądź pneumatycznym, dzięki którym możliwe jest podnoszenie pojemników 110 oraz 1100 dm<sup>3</sup>. Dodatkowo, stosuje się technologie umożliwiające zagęszczanie odpadów już w chwili transportu, co znacznie zwiększa możliwości ładunkowe pojazdów dokonujących zbiórki. Śmieciarki polskie mają najczęściej obrotowy bęben o powierzchni wewnętrznej w kształcie ślimaka. Obroty tego urządzenia powodują rozdrobnienie odpadów i przesuwanie ich w głąb zbiornika z jednoczesnym zagęszczaniem. Ten sam efekt można osiągnąć stosując płyty oporowe, które ubijają odpady o przegrodę wewnętrzną nadwozia. Metody zwiększające ładowność pojazdów są wykorzystywane bez względu na formę załadunku (od tyłu, od przodu czy też z boku skrzyni). Rozdrobnienie i mieszanie odpadów niesie za sobą pewne skutki podczas dokonywania przeróbki odpadów. O ile efekt ten jest pożądany podczas spalania odpadów, o tyle zmieszane odpady dużo trudniej jest poddać sortowaniu [Szymańska-Pulikowska 2003].

W logistycznym systemie gospodarki odpadami możliwe jest zastosowanie transportu szynowego (kolejowego, tramwajowego) bądź wykorzystanie infrastruktury wodnej. Obie formy wymagają wcześniejszego dostarczenia odpadów z wykorzystaniem pojazdów samochodowych. Zaletą tych gałęzi transportu jest znaczne odciążenie sieci drogowej. Duża ładowność tych środków transportu powoduje, że są one głównie stosowane do przewozu odpadów masowych o dużej gęstości np. żużłu, złomu czy też gruzu.

Transport kolejną odbywa się w kontenerach cylindrycznych (bębnach obrotowych), prasujących lub w otwartych (odpady niesprasowane). Niestety, tylko nieliczne stacje przeładunkowe, centralne miejsca zagospodarowania odpadów posiadają bocznice kolejowe. W związku z tym, występuje konieczność ponownego przeładunku, co zwiększa koszty transportu. W przypadku przewozu odpadów komunalnych transport kolejną staje się ekonomicznie uzasadniony gdy odbywa się na odległości powyżej 100 km. Przy krótszych trasach występują korzyści środowiskowe jak mniejsze zanieczyszczenie powietrza oraz poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego [Bilitewski i in. 2006].

Wykorzystywanie drogi wodnej do przewozu odpadów jest równie rzadko stosowane, mimo, że ładowność statków jest wielokrotnie wyższa niż pojazdów drogowych. Odpady można przeładowywać na barki lub do kontenerów na dużych statkach. Wadami tego rozwiązania jest konieczność przeładunku oraz możliwość wystąpienia zakłóceń w regularnym przewozie w związku z wystąpieniem powodzi, pokrywy lodu czy też zbyt niskiego poziomu wód. Ponadto, transport wodny jest znacznie bardziej czasochłonny, dlatego też może być wykorzystywany jedynie do odpadów, które nie podlegają rozkładowi biologicznemu [Bilitewski i in. 2006].

Logistyczny system gospodarki odpadami wymaga stworzenia w pełni zorganizowanego planu wywozu śmieci, który będzie spełniał kryteria ekonomiczne, społeczne oraz środowiskowe. Tworząc system transportowy należy uwzględnić lokalizację zarówno istniejących obiektów punkowych, jak i nowych składowych całego systemu (stacji przeładunkowych, obiektów recyklingu itp.). Istotną kwestią jest wydajność tych elementów, która w znacznej mierze wpływa na ostateczną ocenę funkcjonowania całego systemu



zagospodarowania odpadów. Plany wywozu odpadów zawierają kolejność objazdu poszczególnych ulic z podziałem na brygady oraz opracowywanie harmonogramu zbiórki uwzględniając wymaganą częstotliwość. Dodatkowo, podczas organizacji odbioru odpadów należy wziąć pod uwagę warunki ruchu drogowego, odległości oraz pojemność i specyfikę techniczną wykorzystywanych pojazdów [Karlewska 2014].

Organizacją transportu odpadów w gminie Dęblin zajmuje się konsorcjum firm: Miejski Zakład Gospodarki Komunalnej sp. z o.o. i przedsiębiorstwo wywozu nieczystości stałych „ALMAX”. Częstotliwość zbiórki odpadów komunalnych na terenie gminy Dęblin określiła Rada Miasta (tab. 1). Harmonogramy odbioru odpadów ustalono biorąc pod uwagę rodzaj zabudowy oraz rodzaj odpadów. Po zbiórce odpadów zarówno zmieszanych, zielonych jak i posegregowanych konsorcjum przekazuje je do Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych w Puławach (obiekt wskazany w planie gospodarki odpadami dla województwa lubelskiego, jako Regionalna Instalacja Przetwarzania Odpadów Komunalnych), a w przypadku awarii do instalacji zastępczej [Karlewska 2014].

Z przeprowadzonych badań ankietowych wynika, że mieszkańcy Dębina są zadowoleni z częstotliwości w jakiej przeprowadzana jest zbiórka odpadów, blisko 69% ankietowanych twierdzi, że obecny harmonogram odbioru jest dostosowany do ich potrzeb. Za ledwie 17% osób było odmiennego zdania. Jednak wśród nich istniała duża rozbieżność w określeniu optymalnej częstotliwości. Niektórzy podawali propozycje wprowadzenia zbiórki co najmniej 2 razy w tygodniu, a nawet co 2 dni. Takie rozwiązania skutkowałyby dużymi kosztami związanymi m.in. z eksploatacją pojazdów i koniecznością zatrudnienia dodatkowych brygad.

Tabela 1. Częstotliwość zbiórki odpadów z nieruchomości na terenie Dębina od dnia 1 lipca 2013 roku

Table 1. The frequency of waste collection in Deblin, from 1 July 2013

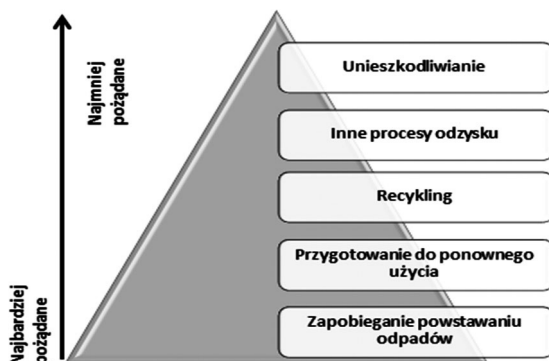
Rodzaj odpadów	Rodzaj zabudowy	
	zabudowa jednorodzinna	zabudowa wielorodzinna
Odpady zmieszane	co 2 tygodnie	raz w tygodniu
Odpady surowcowe	co 2 tygodnie	co 2 tygodnie
Szkło	raz w miesiącu	raz w miesiącu
Popiół	raz w miesiącu w okresie 1. 10–30. 04	raz w miesiącu w okresie 1. 10–30. 04

Źródło: opracowanie na podstawie danych z Urzędu Miasta Dęblin.

## Metody zagospodarowania odpadów

Kolejnym elementem wchodzącym w skład logistycznego systemu gospodarki odpadami jest proces mający na celu zagospodarowanie odpadów. Musi on uwzględniać zasadę hierarchii postępowania z odpadami, którą przedstawiono na rysunku 3. Trzy pierwsze elementy piramidy, znajdujące się u jej podstawy, stanowią zasadę „3 R”. Nazwa ta pochodzi od angielskich słów „reduce, reuse, recycle” (zapobiegaj, używaj ponownie oraz odzyskuj)<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> www.zm.org.pl [dostęp: 06.12.2013].



Rysunek 3. Hierarchia postępowania z odpadami

Figure 3. The hierarchy of waste management

Źródło: opracowanie własne na podstawie Ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, Art. 17 (Dz.U. poz. 21).

Zapobieganie powstawaniu odpadów jest działaniem mającym na celu eliminowanie lub ograniczanie ich ilości, zarówno przez ich wytwórców jak i odbiorców<sup>3</sup>. Osiągnięcie tego celu wymaga zmian w świadomości producentów, handlowców oraz konsumentów. Przede wszystkim konsumenci powinni dokonywać świadomych i przemyślanych zakupów. Te działania można wspierać na przykład wprowadzając wypożyczalnie oferujące różnorodne przedmioty, od sprzętu sportowego, zastawy stołowej, po zabawki dla dzieci. Kolejnym rozwiązaniem jest stosowanie podczas sprzedaży jak najmniejszej ilości opakowań, wprowadzanie automatów do płynów (np. wody, mleka, płynu do mycia naczyń), promowanie butelek zwrotnych [Ambrożewicz 1999]. Ekonomicznym motywatorem do postępowania zgodnie z zasadami proekologicznymi jest wprowadzenie podatków i innych płatności, na przykład opłaty za torebki są skutecznym sposobem obniżenia ilości jednorazowych siatek na zakupy. W 2002 roku w Irlandii wprowadzono podatek na reklamówki plastikowe, który przyczynił się do zmniejszenia ilości wydawanych jednorazowych reklamówek o 90% w ciągu trzech miesięcy. Z kolei w Danii wprowadzono podatek na przedmioty jednorazowe. Inną formą zachęty ekonomicznej są kaucje za opakowania wielokrotnego użytku, które zachęcają do zwrotu opakowań, za które pobrano opłatę i taki system jest stosowany na Litwie<sup>4</sup>. W zakresie działań producentów należy wymienić stosowanie technologii mało- i bezodpadowych, które są traktowane jako docelowy system eliminowania problemów z odpadami produkcyjnymi [Rosik-Dulewska 2012].

Przygotowanie do ponownego użycia obejmuje wszelkie działania, polegające na naprawie, czyszczeniu czy jedynie sprawdzeniu produktów traktowanych jako odpady, dzięki którym przedmioty wykorzystywane są ponownie i realizują pierwotny cel, do którego zostały stworzone bez potrzeby ich przetwarzania<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> [www.webwizard.com.pl](http://www.webwizard.com.pl) [dostęp: 06.12.2013].

<sup>4</sup> [www.zm.org.pl](http://www.zm.org.pl) [dostęp: 06.12.2013].

<sup>5</sup> [www.transwaste.eu](http://www.transwaste.eu) [dostęp: 07.12.2013].

W sytuacji, gdy nie jest możliwe ponowne użycie danego przedmiotu, należy podjąć działania mające na celu odzyskanie jak największej ilości surowców, z którego się składa. Odpad zostaje poddany obróbce i przetworzony w procesie produkcyjnym w nowy przedmiot. Wszelkie działania w tym zakresie określane są jako recykling odpadów, dzięki któremu chroni się środowisko poprzez ograniczenie zapotrzebowania na surowce pierwotne, redukcję ilości odpadów deponowanych na składowiskach. Ponadto, podstawową zasadą tych działań jest wykorzystywanie energooszczędnych technologii<sup>6</sup>.

Unieszkodliwianie jest działaniem najmniej pożądanym uwzględniając zasadę hierarchii postępowania z odpadami. Jest to proces przekształcania odpadów mający na celu doprowadzenie ich do stanu, w którym nie stwarzają zagrożenia dla ludzi oraz środowiska<sup>7</sup>. Należy podjąć te czynności, jeżeli wszelkie pozostałe rozwiązania zagospodarowania śmieci są niemożliwe<sup>8</sup>. Wśród różnorodnych procesów unieszkodliwiania odpadów można wymienić metody termiczne (spalanie, zgazowanie, odgazowywanie, suszenie), biologiczne (kompostowanie, fermentacja) oraz metody chemiczne i fizyczne (rozdzielanie faz w emulsji, destylacja i odparowanie, neutralizacja, detoksykacja)<sup>9</sup>.

Tabela 2. Ilość zebranych odpadów komunalnych w okresie 2009–2012 w gminie Dęblin  
Table 2. Number of municipal waste collected in the period from 2009 to 2012 in the municipality of Deblin

	2009	2010	2011	2012
Odpady komunalne razem [Mg]	3681,98	4793,9	3813,45	3629,38
zebrane odpady zmieszane [Mg]	3500,01	4566,12	3544,65	3353,56
zebrane odpady segregowane [Mg]	181,97	227,78	268,8	275,82
– udział odpadów segregowanych w odpadach komunalnych [%]	4,7	4,5	6,6	8,2
w tym:				
papier i tektura [Mg]	51,2	24,26	37,28	121,89
– przekazane do recyklingu [%]	64,8	17,6	59,8	93,2
szkło [Mg]	66,15	96,7	125,9	109,81
– przekazane do recyklingu [%]	98,2	93,8	89,3	98,6
tworzywo sztuczne [Mg]	64,62	106,82	105,62	44,12
– przekazane do recyklingu [%]	72,9	82,2	70,2	93,2

Źródło: opracowanie na podstawie danych z Urzędu Miasta Dęblin.

Biorąc pod uwagę proces zagospodarowania odpadów w gminie Dęblin w latach 2009–2012 można zauważyć korzystne tendencje dotyczące wzrostu udziału odpadów segregowanych (tab. 2). Taka sytuacja może świadczyć o upowszechnianiu się prośrodowiskowych postaw wśród mieszkańców, a tym samym zwiększenia recyklingu

<sup>6</sup> www.ekologia.pl [dostęp: 08.12.2013].

<sup>7</sup> www.home.agh.edu.pl [dostęp: 07.12.2013].

<sup>8</sup> www.kolia.pl [dostęp: 07.12.2013].

<sup>9</sup> Ustawa z 14 grudnia 2012 roku (Dz.U. 2013 poz. 21).

i odzysku. Należy również zauważyć, że całkowita ilość zebranych odpadów komunalnych od 2010 roku maleje, co może świadczyć o zapobieganiu powstawania odpadów w gospodarstwach domowych i jest to bardzo korzystna sytuacja biorąc pod uwagę hierarchię postępowania z odpadami.

## **Podsumowanie i wnioski**

Logistyka odzysku w przyszłości może stać się źródłem dodatkowej wartości dla przedsiębiorstw i sposobem zdobycia przewagi konkurencyjnej na rynku. Właściwe planowanie, organizowanie i kontrola przepływu surowców wtórnych wewnątrz łańcuchów logistycznych przedsiębiorstw może bowiem przyczynić się do osiągnięcia licznych korzyści ekologicznych i ekonomicznych. Korzyści te mogą wynikać m.in. z przychodów uzyskanych ze sprzedaży surowców wtórnych, większej opłacalności ponownego przetwórstwa surowców wtórnych w porównaniu do surowców naturalnych, mniejszych kosztów zakupu opakowań dzięki stosowaniu opakowań wielokrotnego użytku czy minimalizacji wykorzystania surowców, dzięki odpowiedniemu projektowaniu opakowań. Stosowanie idei logistyki odzysku w łańcuchach dostaw umożliwia zatem efektywne wykorzystanie istniejących zasobów bez konieczności ponoszenia dodatkowych nakładów, co jest również bardzo istotne w perspektywie malejących źródeł zasobów naturalnych.

W ramach koncepcji „reverse logistics” istotny jest także sposób organizacji logistycznego systemu gospodarki odpadami. Sprawnie działający system gospodarki odpadami komunalnymi i przemysłowymi jest podstawą realizacji zrównoważonego rozwoju. System gospodarki odpadami może być kształtowany z wykorzystaniem różnorodnych metod w zakresie poszczególnych procesów obejmujących zbiórke, przeładunek, transport oraz zagospodarowanie odpadów. Zastosowanie konkretnych rozwiązań wpływa na skuteczność i efektywność funkcjonowania całego systemu gospodarki odpadami w danym rejonie. Istotną kwestią jest także społeczna akceptacja metod postępowania z odpadami. Z drugiej strony ważnym aspektem jest również ciągle zwiększanie świadomości ekologicznej konsumentów. W ramach idei logistyki odzysku należy zatem promować i uczyć konsumentów takich postaw, które sprzyjają ochronie środowiska naturalnego np. zakupu towarów bez opakowań lub w opakowaniach wielokrotnego użytku, kupowania produktów energooszczędnych, czy sortowania odpadów. Kierowanie się przez konsumentów takimi zasadami będzie sprzyjać minimalizacji powstawania odpadów, osiągnięciu odpowiednich poziomów odzysku i recyklingu, ograniczeniu ilości deponowanych odpadów na składowiskach.

## **Literatura**

- Ambrożewicz P., 1999: Zwarty system zagospodarowywania odpadów, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok, s. 212–214.
- Bendkowski J., Wengierek M., 2002: Logistyka odpadów, tom I, Procesy w gospodarce odpadami, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 10.
- Berg M.J., Dasappa V., Kopicki R., Legg L., Maggioni C., 1993: Reuse and Recycling - Reverse Logistics Opportunities, Council of Logistics Management, Oak Brook, IL, 3.

- Bilitewski B., Härdtle G., Marek K., 2006: Podręcznik Gospodarki Odpadami teoria i praktyka, Wyd. Seidel Przywecki Sp. z o.o., Wydanie II, Warszawa.
- Gołębska E., 1999: Kompendium wiedzy o logistyce, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 308.
- Karlewska M., 2014: Gospodarka odpadami komunalnymi w gminie Dęblin, praca magisterska, SGGW (materiał niepublikowany).
- Kempa E., 1983: Gospodarka odpadami miejskimi, Arkady, Warszawa.
- Michniewska K., 2006: Nowe trendy w logistyce: logistyka odzysku, a ekologiczność, „Logistyka”, 2006, 1, 29–30.
- Michniewska K., 2013: Logistyka odzysku w opakowalnictwie, Wyd. Difin, Warszawa.
- Rogers D.S., Tibben-Lembke R.S., 1998: Going Backwards: Reverse logistics Trends and Practices, Reverse Logistics Executive Council, Nevada.
- Rosik-Dulewska Cz., 2012: Podstawy Gospodarki Odpadami, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 5, 37.
- Sadowski A., 2006: Reverse Logistics w terminologii logistycznej, „Logistyka”, 4, 38–39.
- Sadowski A., 2008: Zrównoważony rozwój z perspektywy logistyki zwrotnej. Sustainable development from reverse logistics perspective, [w:] Problemy ekorozwoju. Problems of Sustainable Development, 3, 129–132.
- Szymańska-Pulikowska S., 2003: Podstawy gospodarki odpadami, Wyd. Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław, 31.
- Szołtysek J., 2009: Logistyka zwrotna. Reverse logistics, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań, 81.
- Żygadło M., 2001: Strategia Gospodarki Odpadami Komunalnymi, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Poznań, 142.

Adres do korespondencji:

**dr Joanna Baran**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Zakład Ekonomii i Inżynierii Logistyki

ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa

Tel.: (+48) 22 593 42 60

e-mail: joanna\_baran@sggw.pl