

Maria WENGIEREK
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Zarządzania i Administracji

SYSTEM LOGISTYCZNY ODPADÓW. SFERA REGULACJI. KOSZTY FUNKCJONOWANIA SYSTEMU

Streszczenie. Niniejszy artykuł jest ostatnim opracowaniem serii „System logistyczny odpadów – sfera regulacji”, dotyczącym kosztów funkcjonowania systemu. Omówiono w nim koszty logistyczne pod kątem m.in.: składników kosztów i skutków finansowych w rachunku przedsiębiorstwa, różnych przekrojów strukturalnych, strategii logistycznych, operacji i łańcuchów dostaw, decyzji operacyjnych i strategicznych wytwórców odpadów, pośredników, firm logistycznych, obiektów gospodarki odpadami oraz obsługi poszczególnych segmentów rynku.

WASTE LOGISTIC SYSTEM. REGULATION SPHERE. SYSTEM OPERATING COSTS

Summary. This article is the last paper from the series entitled “The logistics system of waste – the sphere of regulation”, referring to the costs of the scheme. The logistics costs are discussed: the components of costs and financial impact on the company account, the various structural sections, logistics strategies, operations and supply chains, operational and strategic decision-waste producers, brokers, logistics companies, waste management facilities and service segments of the market.

1. Wprowadzenie

Przekroje strukturalne kosztów logistycznych i ich powiązania oraz przykłady działań i kosztów z nimi związanych omówiono wstępnie na przykładzie wybranych rodzajów odpadów, źródeł ich powstawania lub obiektów gospodarki odpadami w podręcznikach „Logistyka odpadów. Procesy logistyczne w gospodarce odpadami” – tom I oraz „Obiekty gospodarki odpadami” – tom II, na podstawie badań prowadzonych w latach 1998 – 2004.

Przy analizie kosztów logistycznych brano pod uwagę: miejsce ich powstawania, pozycje analityczne, tzn. w układzie rodzajowym z równoczesnym podziałem na koszty stałe i zmienne, nośniki kosztów.¹

W artykule zawarto wyniki badań prowadzonych od 2005 do 2011 roku, gdzie analizą objęto kolejne rodzaje odpadów i obiekty, w tym dotyczące odpadów komunalnych w miastach aglomeracji śląskiej.

Seria „System logistyczny odpadów – sfera regulacji” zawiera artykuły opracowywane od 2003 roku w Zeszytach Naukowych Politechniki Śląskiej, dotyczące poszczególnych zmiennych decyzyjnych sfery regulacyjnej.²

Niniejszy artykuł zawiera badania dotyczące kosztów logistycznych systemu logistycznego odpadów komunalnych wybranego miasta Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Wnioski obejmują również wyniki badań kosztów logistycznych odpadów szpitalnych niebezpiecznych oraz odpadów sprzętu elektrycznego i elektronicznego prowadzonych w latach ubiegłych.

2. Koszty procesów logistycznych

Koszty należą do podstawowych kryteriów wyboru i optymalizacji decyzji przedsiębiorstwa. Można je określić jako wyrażone w pieniądzu celowe zużycie środków trwałych, wyposażenia, wartości niematerialnych i prawnych, materiałów, paliwa, energii, usług, pracy pracowników wraz z narzutami na wynagrodzenia. Są to również podatki, koszty zaangażowania kapitałów obcych w działalności przedsiębiorstwa, opłaty i koszty finansowe, opłaty i kary środowiskowe, straty oraz utracone potencjalnie korzyści.³

Koszty logistyczne są wynikiem działań logistycznych związanych procesami rzeczowymi, informacyjnymi i elementami procesów finansowych, jakie dokonują się w całym łańcuchu dostaw oraz mają większy lub mniejszy wpływ na kształtowanie i odzwierciedlenie w rachunku wyniku finansowego przedsiębiorstwa.⁴

Ze względu na składniki kosztów i skutki finansowe, w rachunku przedsiębiorstwa możemy podzielić koszty procesów logistycznych na:

¹ Bendkowski J., Wengierek M.: Logistyka odpadów. T. I i II. Politechnika Śląska, Gliwice 2000 – 2004.

² Wengierek M.: Logistyczny system gospodarki odpadami dla regionu uprzemysłowionego. Struktura systemu. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 3, Gliwice 1998.

³ Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak S.: Logistyka. Biblioteka Logistyka, Poznań 2009; Matuszewicz J.: Rachunek kosztów. Finans-Servis, Warszawa 2000.

⁴ Witkowski J.: Zarządzanie łańcuchem dostaw. PWE, Warszawa 2003.

- koszty sensu stricto:
 - zużycie pracy żywej, środków i przedmiotów pracy, usług obcych,
 - wydatki finansowe:
 - podatki,
 - opłaty,
 - koszty kapitałowe,
- koszty zdarzeń nadzwyczajnych (ubytki):
 - kary,
 - straty,
- utracone przychody:
 - utraconej sprzedaży,
 - nieterminowych dostaw.

Wyżej wymienione koszty możemy pogrupować odpowiednio na:

- znajdujące wyraz w rachunku kosztów; bezpośrednio kształtujące wynik finansowy; nieznajdujące odzwierciedlenia w wyniku finansowym,
- materialne; niematerialne; koszty i straty obciążające bezpośrednio wynik finansowy,
- koszty w układzie rodzajowym.

Koszty logistyczne mogą być ujmowane w różnych przekrojach strukturalnych:

- wg faz:
 - zaopatrzenia,
 - produkcji,
 - dystrybucji,
- wg miejsc powstawania w ogniwach łańcucha dostaw i wg komórek zarządu oraz ruchu w strukturze organizacyjnej przedsiębiorstwa,
- wg podstawowych składników procesów logistycznych:
 - fizycznego przepływu,
 - zapasów,
 - procesów informacyjnych,
- wg zużycia podstawowych czynników produkcji:
 - związanych realizacją normalnych procesów logistycznych:
 - koszty normalne,
 - wynikające ze zdarzeń losowych i czynników trudnych do przewidzenia:
 - koszty nadzwyczajne,
- wg wielkości i poziomu intensywności działalności logistycznej:
 - koszty stałe,
 - koszty zmienne,

- wg sterowania procesami logistycznymi:
 - zakupami,
 - produkcją,
 - dystrybucją,
 - zapasami,
 - transportem,
 - magazynowaniem.⁵

Wyżej wymienione ujęcia kosztów są zgodne z podstawowymi koncepcjami kosztów, tj.:

- globalnych kosztów logistycznych,
- współzależności kosztów,
- unikania suboptymalizacji.⁶

Koszty możemy również analizować, wychodząc z podstawowych strategii logistycznych (oszczędności, wydajności), będących rozwinięciem modelu strategii Portera (przywództwa kosztowego, różnicowania, koncentracji).⁷

Dla potrzeb zarządzania pomiar kosztów obsługi logistycznej może służyć decyzjom operacyjnym i strategicznym producentów, pośredników, firm logistycznych oraz obsługi poszczególnych segmentów rynku.⁸ Mogą to być przykładowo koszty:

- składowania i realizacji zamówień,
- przetwarzania informacji,
- obsługi magazynowej,
- utrzymania zapasów,
- obsługi transportowej, spedycyjnej, logistycznej,
- dostaw,
- wyczerpania zapasów,
- utylizacji zużytych opakowań i inne.

Operacje i łańcuchy dostaw mogą mieć wpływ na wynik finansowy firmy.

Wśród wymiarów wydajności, które decydują o wartości produktów i usług dla klientów, a dla firm są wyznacznikiem przewagi konkurencyjnej, obok jakości, czasu, elastyczności jest również koszt.

Koszty logistyczne mają również odzwierciedlenie w innych strategiach logistycznych:

- zorientowanych na czas,
- zwiększania produktywności aktywów,
- dodawania wartości.⁹

⁵ Skowronek Cz., Sarjusz-Wolski Z.: Logistyka w przedsiębiorstwie. PWE, Warszawa 2007.

⁶ Beier F.J., Rutkowski K. Logistyka. SGH, Warszawa 1993.

⁷ Porter M.E.: Strategia konkurencji. PWE, Warszawa 1992.

⁸ Kempny D.: Logistyczna obsługa klienta. PWE, Warszawa 2001.

⁹ Coyle J.J., Bardi E.J., Langley C.J.: Zarządzanie logistyczne. PWE, Warszawa 2002.

Koszty logistyczne firm są wynikiem działań logistycznych, które nie zawsze są identyfikowane z kosztami w ścisłym tego słowa znaczeniu. Nie istnieje jeden obowiązujący schemat kosztów logistycznych.

Brak systemów ewidencji, rozliczania i sprawozdawczości kosztów logistycznych powoduje, że mogą one być wyodrębniane i liczone według różnych kryteriów w zależności od celów poznawczych i praktycznych. Związane jest to również z występowaniem współzależności i konfliktów kosztowych.¹⁰ Mogą to być również takie koszty, jak:¹¹

- całkowite:
 - bezpośrednie,
 - pośrednie,
 - insourcingu,
 - outsourcingu,
- szeroko pojętej obsługi klienta:
 - błędów wewnętrznych,
 - błędów zewnętrznych,
 - projektowania,
 - realizacji planu,
 - związane z utrzymaniem jakości,
 - oceny,
 - prewencji,
 - docelowe itp.

W kosztach funkcjonowania systemu logistycznego odpadów można wyróżnić wszystkie ww. pozycje, ale będzie to uzależnione od:

- sfery systemu logistycznego:
 - realnej,
 - regulacyjnej,
- rodzaju jednostki organizacyjnej:
 - źródła odpadu,
 - obiektu gospodarki odpadami,
 - wstępnej obróbki odpadów zbieranych selektywnie,
 - gospodarczego wykorzystania,
 - odzysku i recyklingu,
 - unieszkodliwiania,
- miejsca jednostki organizacyjnej w łańcuchu dostaw,

¹⁰ Pfohl H.Ch.: Systemy logistyczne. ILiM, Poznań 1998.

¹¹ Bozarth C., Handfield R.B.: Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw. One Press, Gliwice 2007.

- rodzaju odpadów:
 - przemysłowych,
 - komunalnych,
 - niebezpiecznych.

Poza ww. pozycjami kosztów będą również koszty specyficzne dla odpadów, takie jak:

- zbiórki i wstępnej segregacji,
- gromadzenia,
- wywozu,
- przerobu,
- dystrybucji,
- składowania,
- ekologiczne, np. za korzystanie lub zanieczyszczenie środowiska,
- inwestycyjne,
- eksploatacyjne.

Wyżej wymienione pozycje kosztów mogą być jeszcze bardziej uszczegółowione w zależności od celów analizy.¹²

3. System logistyczny odpadów w mieście aglomeracji śląskiej. Studium przypadku

3.1. Analiza wytwarzania, zbiórki i zagospodarowania odpadów komunalnych

W Polsce w 2009 roku wytworzono 12 052 tys. ton odpadów komunalnych, co stanowi mniejszą ilość w porównaniu z 2008 rokiem (0,012%). Ilość odpadów zebranych w stosunku do wytworzonych w ciągu ostatnich 10 lat, tj. od 2000 roku, kształtowała się na poziomie ok. 80%, w tym odpady zebrane selektywnie stanowiły ok. 6% w stosunku do masy odpadów zebranych. Odpady komunalne zebrane na 1 mieszkańca rocznie wyniosły średnio 270 kg, natomiast na 1 mieszkańca objętego wywozem od 2005 roku wyniosły ok. 348 kg.

Największą grupę wytworzonych odpadów wg bilansu za 2008 rok stanowiły odpady kuchenne i ogrodowe – 32%, papier i tektura – 13%, tworzywa sztuczne – 13%, szkło – 10%, odpady z terenów zielonych – 5%, odpady mineralne – 4%.¹³

Skład morfologiczny zebranych odpadów w poszczególnych regionach kraju oraz latach może ulegać zmianie, a mają na to wpływ m.in.:

- wielkość gminy, powierzchnia, liczba mieszkańców,
- struktura gałęzi gospodarki, (handel, usługi, rzemiosło, rolnictwo),

¹² Bendkowski J., Wengierek M.: op.cit.

¹³ Ochrona Środowiska. IiOS. GUS, Warszawa 2008.

- różnice w rozwoju gospodarczym regionów i jednostek osadniczych,
- wynikający z powyższego standard życia, model konsumpcji,
- pory roku,
- rodzaje oraz warunki gromadzenia odpadów, wywozu i ich zagospodarowania (w tym infrastruktura procesów logistycznych).

Odpady mogą być zbierane jako zmieszane lub selektywne, tj. segregowane u źródła powstawania.

Do gromadzenia odpadów stosuje się pojemniki stacjonarne lub wymienne, w przypadku gromadzenia selektywnego w głównych punktach miasta (osiedlowe) u „źródła” lub w centralnych punktach miasta.

Zwiększenie zagospodarowania powstających odpadów wpływa m.in. na:

- ograniczenie zużycia surowców naturalnych,
- minimalizowanie opłat i kar za składowanie odpadów,
- obniżanie energochłonności przetwórstwa surowców.¹⁴

Analizowany system logistyczny odpadów komunalnych odnosi się do jednego z wybranych miast Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, silnie zurbanizowanego, o dużej gęstości zaludnienia. Realizacja zadań gospodarki odpadami w mieście odbywa się zgodnie z założeniami Planu Gospodarki Odpadami, w którym określono cele krótko- i długookresowe do 2015 roku. Sprawozdania z realizacji zadań są opracowywane co dwa lata. W latach 2009 – 2010 ilość odpadów zebranych w mieście wyniosła odpowiednio 26 497 Mg i 29 643 Mg.¹⁵

Źródłami wytwarzania odpadów komunalnych w mieście są:

- gospodarstwa domowe (osiedla mieszkaniowe, domki jednorodzinne),
- obiekty infrastruktury, takie jak: handel, usługi i rzemiosło, szkolnictwo, obiekty turystyczne, targowiska i inne.

Masę odpadów przekazanych do odzysku stanowią odpady zebrane selektywnie oraz odpady przekazane w celu kompostowania w danym roku spośród zebranych selektywnie odpadów komunalnych. Ilość odpadów przekazanych do odzysku ulega sukcesywnemu zwiększeniu i wynosi obecnie około 12% odpadów zebranych. Zbiórka selektywna obejmowała następujące rodzaje odpadów: szkło, makulaturę, tworzywa sztuczne, metale, oraz, w ramach działającego w mieście Gminnego Punktu Zbiórki Odpadów Niebezpiecznych i Wielkogabarytowych, odpady niebezpieczne i wielkogabarytowe.

¹⁴ Wengierek M.: System logistyczny odpadów. Sfera regulacji. Współpraca uczestników łańcucha dostaw. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 56, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.

¹⁵ Sprawozdanie z realizacji PGO dla miasta, WGMiEUM 2009, Regulamin Utrzymania Czystości i Porządku w gminie.

Biorąc pod uwagę, iż średni wskaźnik nagromadzenia odpadów komunalnych w Polsce wynosi około 300 kg/mieszk./rok, w badanym mieście jest on wysoki (445,8 kg/mieszk./rok). Jednym z priorytetowych zadań miasta staje się zatem właściwa edukacja społeczeństwa, następnie odpowiedni system zbiórki, transportu i zagospodarowania odpadów komunalnych.

W masie zebranych odpadów przeważający udział mają odpady kuchenne (27%), co wskazuje na uzasadnione potrzeby wydzielenia tej frakcji odpadów celem poddania jej procesom biologicznego przerobu (np. poprzez kompostowanie). Sporą część odpadów stanowią tworzywa sztuczne (nieopakowaniowe – 10%, opakowaniowe – 4%), papier i karton (13%, w tym opakowaniowy – 6%), odpady budowlane (8%). Szkło stanowi 6% powstałych odpadów. Niemały udział w całości odpadów przypada na drobną frakcję popiołową (9%), którą, z braku możliwości zagospodarowania, trzeba aktualnie składować.

Realizacją zadań w zakresie gromadzenia odpadów komunalnych oraz ich transportem w mieście zajmuje się kilkanaście firm, z czego około 80% rynku przypada na Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o.

W mieście prowadzona jest zbiórka odpadów zmieszanych oraz wielopojemnikowa selektywna zbiórka odpadów komunalnych.

Na terenie miasta obowiązują dwa podstawowe systemy zbierania odpadów:

- na terenie domków jednorodzinnych – system zbiórki „u źródła”,
- na terenie osiedli wielorodzinnych – system kontenerów ustawionych „w sąsiedztwie”.

W ramach zbiórki selektywnej w 2007 roku został utworzony na terenie składowiska odpadów Gminny Punkt Zbiórki Odpadów Niebezpiecznych i Wielkogabarytowych (GPZONiW). Do GPZONiW mieszkańcy mogą dostarczać odpady wielkogabarytowe, budowlano-remontowe oraz następujące rodzaje odpadów niebezpiecznych:

- zużyte świetlówki i akumulatory,
- zużyte baterie,
- zużyte i przeterminowane leki,
- zużyte oleje,
- zużyty sprzęt RTV, AGD, drukarki, sprzęt komputerowy.

W ramach GPZONiW pod koniec 2008 roku powstał Mobilny Punkt Zbiórki Odpadów Problemowych, będący specjalistycznym samochodem przystosowanym do zbiórki domowych odpadów niebezpiecznych. Informacje na temat terminów i miejsc zatrzymywania pojazdu zamieszczane są na stronie internetowej miasta, a także na plakatach.

Dodatkowo zbiórkę wybranych odpadów niebezpiecznych prowadzi się na terenie administracji Spółdzielni Mieszkaniowej oraz Miejskiego Zarządu Budynków Mieszkalnych.

Transportem odpadów komunalnych do Zakładu Gospodarki Odpadami (teren składowiska odpadów) zajmują się firmy posiadające odpowiednie zezwolenia na prowadzenie takiej działalności na terenie gminy.

Wszystkie wysegregowane i niewysegregowane odpady są przewożone do Zakładu Gospodarki Odpadami, którego zadaniem jest przygotowanie odpadów selektywnie zebranych „u źródła” do odsprzedaży czy kompostowania, a odpadów zmieszanych – do składowania.

Na terenie domków jednorodzinnych obowiązuje zbiórka odpadów w systemie „przy krawężniku”. Warunkiem jej sprawnego funkcjonowania jest wystawienie w dniu odbioru pojemników i worków z surowcami wtórnymi przed posesje w godzinach porannych. Pracownicy w zamian za pełne worki odpadów dostarczają mieszkańcom nowe, a następnie transportują odpady odpowiednimi środkami transportu do Zakładu Gospodarki Odpadami.

W przypadku selektywnie zebranych bioodpadów przeprowadzany zostaje proces kompostowania, odbywający się w kompostowni kontenerowej o rocznej mocy przerobowej 3000 ton.

Wsadem do procesu kompostowania są wyselekcjonowane odpady organiczne, domowe, odpady z terenów zielonych, wycinki drzew i krzewów, trawa, liście, a także osady ściekowe, które stanowią dodatkowe źródło azotu oraz mikroorganizmów dla intensywnego prowadzenia procesu.

Po przeprowadzeniu procesu kompostowania, który trwa około 2 – 3 tygodni, uzyskany produkt nie jest w pełni wartościowy ze względu na dużą zawartość metali ciężkich. Uzyskany kompost jest sprzedawany odbiorcom zewnętrznym lub w ramach odzysku tworzy warstwę inertną, czyli przykrywającą odpady składowane po to, by zapobiec emisji pyłów, odorów, rozwiewania drobnych frakcji.

Zwiększenie ilości odzyskiwanych odpadów biodegradowalnych będzie możliwe dzięki budowie kompostowni przyzmoowej, która jest obecnie w trakcie realizacji.

Odpady z papieru i tworzyw sztucznych są wstępnie sortowane ze względu na kolory lub rodzaje, prasowane, a następnie belowane i magazynowane w wydzielonych boksach. Odpady szklane są gromadzone w boksach w formie „miksu”, czyli bez rozdziału na kolory. Po zgromadzeniu odpowiedniej ilości surowców wtórnych określonego rodzaju, następuje ich przekazanie firmom recyklingowym.

Odpady budowlane (gruz, ziemia) są zbierane w specjalnych pojemnikach gruzowych (kontenerach) podstawianych bezpośrednio na miejsca wytwarzania przez MPGK, skąd są przewożone za pomocą specjalistycznego pojazdu na teren składowiska odpadów komunalnych. Tam następuje rozładunek w miejscu czasowego magazynowania tego rodzaju odpadów. Odbiór odpadów budowlanych przez specjalistyczne firmy zajmujące się ich utylizacją następuje w momencie zebrania odpowiedniej ilości. Podobna procedura występuje w przypadku utylizacji odpadów wielkogabarytowych. Jednak wstępnie następuje ich ręczny demontaż w celu oddzielenia elementów przeznaczonych do zdeponowania na składowisku odpadów komunalnych od elementów, które zostaną przekazane wyspecjalizowanym firmom w celu ich odzysku, recyklingu lub unieszkodliwiania.

Selektywnie zebrane odpady niebezpieczne w ramach GPZONiW oraz z wyznaczonych miejsc zbiórki są czasowo magazynowane w oznakowanych, specjalistycznych pojemnikach lub kontenerach w wydzielonej części zadaszego boksu na składowisku odpadów (magazyn odpadów niebezpiecznych). Po zgromadzeniu odpowiedniej ilości tego rodzaju odpadów, następuje ich odbiór przez firmy zajmujące się przetwarzaniem, odzyskiem i unieszkodliwianiem.

W przypadku metali zebranych w sposób selektywny stosuje się podobny system ich zagospodarowania. Metale po przewiezieniu na teren składowiska są gromadzone na wydzielonym placu w kontenerach, skąd, po uzbieraniu określonej ilości, trafiają do miejsc ich utylizacji.

Koncepcja budowy sortowni odpadów komunalnych w mieście powstała kilka lat temu, po:

- przygotowaniu projektu budowy linii do segregacji odpadów oraz źródeł finansowania,
- przeprowadzeniu postępowań z zakresu Prawa Zamówień Publicznych,
- wyznaczeniu nadzoru merytorycznego nad realizacją projektu,
- wyborze najkorzystniejszej oferty przetargowej,
- wyznaczeniu jednostki odpowiedzialnej za organizowanie, wdrażanie i kontrolowanie gospodarki odpadami w mieście MPGK (Zakład Gospodarki Odpadami).

Aktualnie trwa budowa sortowni, której lokalizacja ma miejsce na składowisku odpadów komunalnych (MPGK – ZGO). Realizacja etapu powinna zostać zakończona do 31.12.2011 roku, natomiast eksploatacja sortowni ma się rozpocząć z końcem marca 2012 roku.

Powstająca linia do segregacji odpadów będzie przeznaczona do sortowania odpadów zebranych selektywnie oraz zmieszanych odpadów komunalnych. Jej przepustowość będzie wynosić 30 000 ton odpadów rocznie. Będzie ona służyła do prowadzenia procesu segregacji odpadów komunalnych, tj. wyodrębnienia z masy odpadów: surowców wtórnych, materiału kompostowego, odpadów niebezpiecznych oraz tzw. balastu. Planowana hala wyposażona będzie w sekcje:

1. Przyjmowania odpadów komunalnych, z uwzględnieniem segregacji pozytywnej i negatywnej, z podziałem na:
 - surowce wtórne (odpady opakowaniowe),
 - odpady mineralne (frakcja 0 – 30 mm),
 - odpady organiczne (frakcja 30 – 100 mm),
 - odpady niebezpieczne.
2. Składowania odpadów balastowych na składowisku odpadów.

Procesy technologiczne, zachodzące po wprowadzeniu do systemu sortowni odpadów, będą obejmować następujące operacje:

- ważenie, rejestrację z archiwizacją dowożonych odpadów – przy bramie wjazdowej (waga samochodowa wraz z budynkiem wagowego – obiekt istniejący),

- przyjęcie odpadów komunalnych zmieszanych – wyładunek w hali przyjęć oraz załadunek za pomocą ładowarki kołowej na taśmociąg linii segregacji,
- segregacja mechaniczna odpadów na frakcje (drobną, średnią i grubą),
- przyjęcie odpadów opakowaniowych,
- segregacja manualna odpadów na:
 - opakowaniowe rynkowe (surowce wtórne),
 - odpady niebezpieczne,
 - wielkogabarytowe, tarasujące, stwarzające zagrożenie dla „płynnej” segregacji,
- prasowanie odpadów opakowaniowych, tzw. miękkich,
- segregacja mechaniczna elementów ferromagnetycznych,
- kompostowanie odpadów biodegradowalnych w przeniesionej kompostowni kontenerowej,
- składowanie odpadów balastowych (pozostałych) na istniejącej kwaterze składowania – objętość odpadów będzie minimalizowana za pomocą kompaktora,
- tymczasowe składowanie odpadów niebezpiecznych na terenie nowopowstałego zakładu w specjalistycznym kontenerze,
- odbiór wysegregowanych odpadów przez odbiorców zewnętrznych (odpady opakowaniowe, masy ziemne – „kompost”, odpady niebezpieczne).

W procesie technologicznym sortowania odpadów mają miejsce dwa rodzaje segregacji: segregacja manualna oraz segregacja mechaniczna.

Segregacja manualna odbywa się:

- na hali przyjęć (polu odkładczym odpadów komunalnych zmieszanych i opakowaniowych) – następuje wstępna segregacja, która ma na celu wykluczenie załadunku na linię dużych, tarasujących, ciężkich elementów, mogących uszkodzić linię segregacji. Proces ten kontroluje operator ładowarki oraz osoba nadzorująca bezpośrednio załadunek na taśmę załadowniczą,
- w kabinie sortowniczej – w kabinie sortowniczej przygotowanych jest 6 stanowisk sortowniczych; wydziela się tam odpady opakowaniowe, tj. makulatura, szkło, tworzywa sztuczne, metale żelazne i nieżelazne, które można sprzedać, odpady niebezpieczne, które muszą być gromadzone tymczasowo w specjalnych pojemnikach i kontenerach, oraz asortyment mogący przyczynić się do uszkodzenia lub zatrzymania linii sortowniczej.

Natomiast segregacja mechaniczna odbywa się:

- na sicie obrotowym, bębnowym, ze względu na wielkość strumienia:
 - odpady mineralne, drobne, o wielkości do 30 mm (popioły, piasek itp.), kierowane są do kontenera znajdującego się bezpośrednio pod sitem i następnie wywożone są na kwaterę składowania, gdzie wykorzystywane są jako warstwa przesyłowa,

- odpady głównie biodegradowalne, o wielkości 30 – 100 mm, kierowane są do kontenera znajdującego się bezpośrednio pod sitem, a następnie wywożone są do kompostowni. Po procesie kompostowania uzyskany kompost wykorzystywany jest jako materiał do rekultywacji lub jako przesyпка na składowisku odpadów,
- odpady powyżej 100 mm zawierają głównie odpady opakowaniowe i balast. Jest to strumień, który zostaje poddany dalszej obróbce – segregacji manualnej w kabinie sortowniczej i mechanicznej (separator ferromagnetyczny, rozdrabniarki),
 - na separatorze magnetycznym, dzięki wytworzonemu polu, wydziela się metale żelazne, które po doczyszczeniu stanowią wartość rynkową.

Projekt budowy sortowni jest współfinansowany w wysokości 83,07% kosztów ze źródeł Unii Europejskiej – z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Koszt całkowity wynosi 12 089 629,88 zł, środki gminy wyniosą ponad 2 mln zł.

Odpady komunalne, zarówno te zmieszane, jak i wyselekcjonowane, po przewiezieniu na teren składowiska odpadów zostaną poddane procesom sortowania. Odpady z selektywnej zbiórki będą dodatkowo podlegały procesom doczyszczenia i prasowania. Odzyskane odpady, po osiągnięciu odpowiedniej ilości, będą przekazywane odbiorcom. Szacuje się, iż w ciągu kilku lat możliwe będzie odzyskanie około 60 – 70% odpadów komunalnych, reszta trafi na składowisko.

Spośród zebranych w 2010 roku 29 643 ton odpadów komunalnych, odpady pochodzące z selektywnej zbiórki stanowiły 45 278 ton, czyli ok. 15%, z czego surowce wtórne tylko 1%. Ilości surowców wtórnych odzyskane w 2010 roku kształtowały się następująco:

- tworzywa sztuczne – 135,56 Mg,
- szkło – 117,70 Mg,
- metal – złom – 0,00 Mg
- makulatura – 26,16 Mg,
- odpady budowlane – 1226,76 Mg,
- odpady biodegradowalne – 3021,62 Mg.

Odpady zebrane w ramach GPZONiW wyniosły 392,33 tony. Szacowane ilości surowców wtórnych, odzyskane po zastosowaniu technologii sortowania odpadów, kształtowałyby się następująco:

- tworzywa sztuczne – 4150 Mg,
- szkło – 1779 Mg,
- metal – złom – 889 Mg
- makulatura – 3854 Mg,
- odpady budowlane – 2371 Mg,
- odpady biodegradowalne – 8893 Mg.

Wprowadzenie technologii sortowania odpadów na linii sortowniczej zwiększy ilość wysegregowanych surowców, a co za tym idzie ich sprzedaż

Oznacza to, iż 12 745,47 ton odpadów „surowcowych”, które trafiły na składowisko odpadów, może być odzyskanych i przynieść zysk w wysokości 2 451 750,40 zł, co pozwoliłoby zwiększyć przychody z tego tytułu ponad 11-krotnie.

3.2. Analiza kosztów logistycznych funkcjonowania systemu

Na podstawie danych z MPGK, firmy organizującej i odpowiedzialnej za zbieranie, transport, zagospodarowanie odpadów w mieście, określono prognozy kosztów bezpośrednio związanych z eksploatacją istniejącej infrastruktury w wariantcie bez funkcjonowania sortowni oraz w wariantcie uwzględniającym jej działanie w okresie 15 lat. W wariantcie bezinwestycyjnym są ponoszone koszty funkcjonowania składowiska bez linii sortowniczej w postaci:

– Zużycie materiałów i energii

W kosztach materiałów znalazły się przede wszystkim koszty wody ciepłej i zimnej, koszty zużycia paliwa, a także koszty pozostałych materiałów eksploatacyjnych, a w kosztach energii – koszty energii elektrycznej.

– Usługi obce

W pozycji kosztów usług obcych znalazły się głównie koszty remontów realizowanych wykonawstwem obcym, koszty monitoringu, a także usług telekomunikacyjnych, koszty ochrony obiektu, utrzymania czystości itp. W szczególności w pozycji tej znajdują się koszty utylizacji odpadów niebezpiecznych trafiających do magazynu materiałów niebezpiecznych.

– Opłaty

Na pozycję opłat składają się głównie: opłaty za wieczyste użytkowanie gruntów oraz opłaty środowiskowe. Opłaty za gospodarcze korzystanie ze środowiska to opłaty za:

- składowanie odpadów,
- emisję do powietrza pyłów i gazów.

Koszty opłat za gospodarcze korzystanie ze środowiska zaliczają się w zasadzie do kosztów zmiennych, są bowiem uzależnione od ilości i jakości unieszkodliwianych odpadów. Prognozy kształtowania się kosztów podatków i opłat oparto na obowiązujących stawkach opłat oraz na założeniu inflacyjnego wzrostu stawek opłat we wszystkich latach objętych analizą.

- Wynagrodzenia
Wielkość wynagrodzeń obliczono, opierając się na zakładanej wysokości miesięcznego kosztu wynagrodzeń dla pracowników, na podstawie średniej płacy w poszczególnych zakładach.
- Świadczenia na rzecz pracowników
Koszt świadczeń na rzecz pracowników określono w relacji do kosztów wynagrodzeń na poziomie 26,10%. W tej pozycji zawierają się przede wszystkim koszty składek do Zakładu Ubezpieczeń Społecznych, Państwowego Funduszu Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych oraz inne.
- Pozostałe
Koszty ujęte w tej pozycji stanowią głównie koszty delegacji, reprezentacji oraz reklamy, a także inne, koszty typowe dla prowadzenia działalności.
- Wartość sprzedanych towarów i materiałów
Koszty ujęte w tej pozycji stanowią głównie koszty wytworzenia sprzedanych towarów i materiałów, usług, w tym koszty opakowania, załadunku i wyładunku odpadów, a także koszty niewykorzystanych zdolności produkcyjnych.

W wariantcie z sortownią ujęto dodatkowo następujące koszty:

- wynagrodzenie nowych pracowników (1 zmiana) 2500 zł brutto/etat (360 000 zł/rok),
- narzuty do ww. wynagrodzeń,
- koszty energii i materiałów 400 000 zł,
- usługi obce 25 000 zł,
- amortyzacja (przy obliczaniu odpisów amortyzacyjnych zastosowano metodę liniową – okres 25 lat. Roczny odpis amortyzacji dla projektu wyliczony został w sposób uproszczony i wyniósł rocznie 443 584 zł),
- zmniejszą się koszty „opłaty marszałkowskiej” w 2012 roku o 646 000 zł.

W tabeli 1 przedstawiono porównanie kosztów funkcjonowania systemu odpadów z udziałem i bez udziału sortowni odpadów.

Tabela 1

Zestawienie kosztów funkcjonowania systemu bez sortowni i z sortownią (w zł)

Rodzaj kosztu	System bez sortowni 2010 r.	System bez sortowni 2011 r.	System z sortownią 2012 r.
zużycie materiałów i energii	4 341 000	4406 115	4 806 115
usługi obce	2 960 000	2989 600	3 014 600
opłaty	2 811 800	2825 859	2 179 859
wynagrodzenia	4 800 000	4848 000	5 208 000
świadczenia na rzecz pracowników	1 250 000	1262 500	1395 332

cd. tabeli 1

wartość sprzedanych towarów i materiałów	920 000	920 000	920 000
amortyzacja	0	0	443 584
koszty inwestycyjne	0	2 046 774	0
pozostałe	160 000	160 000	160 000
Koszty ogółem	17 242 800	19 45 8848	18 12 7490

Źródło: Opracowano na podstawie: Studium wykonalności: Budowa linii do segregacji odpadów komunalnych wraz z infrastrukturą towarzyszącą na składowisku odpadów komunalnych, MPGK Sp. z o.o., miasto X, wrzesień 2009; wywiad.

W badanym obiekcie struktura kosztów wg udziału w kosztach logistycznych ogółem przedstawiała się następująco:

- wynagrodzenia – 25,0%,
- zużycie materiałów i energii – 22,6%,
- usługi obce – 15,3%,
- opłaty, w tym ekologiczne – 14,5%,
- wartość sprzedanych towarów i usług – 4,7%,
- inne (świadczenia na rzecz pracowników, amortyzacja, pozostałe) – 0,9%.

Wprowadzenie do systemu logistycznego odpadów sortowni spowoduje zwiększenie ogólnych kosztów systemu. W 2011 roku dodatkowo poniesione zostały koszty inwestycyjne związane z budową sortowni odpadów w wysokości 2 046 774 zł.

Pomimo tego, iż koszty ogólne systemu po zastosowaniu sortowni odpadów wzrosną, w 2012 roku zostanie osiągnięty zysk w wysokości 1 839 937 zł, co pozwoli na częściową spłatę poniesionych w 2011 roku kosztów budowy sortowni. Natomiast w kolejnych latach będzie występował zysk funkcjonowania systemu gospodarki odpadami związany z odzyskiem i sprzedażą surowców wtórnych.

3.3. Systemem logistyczny odpadów medycznych niebezpiecznych

Badania dotyczące przebiegów procesów logistycznych zagospodarowania odpadów szpitalnych, łącznie z procesami i wykorzystaną infrastrukturą, prowadzono w 2002 roku¹⁶ i były one kontynuowane w latach następnych. Łączna ilość unieszkodliwionych odpadów w latach 1996 – 2010 wyniosła 19 261 280 kg (ilość odpadów unieszkodliwionych wzrosła w 2010 roku ponad 4,6-krotnie w stosunku do 1996 roku); ilość wytworzonych popiołów i żużli popaleniskowych wyniosła 1 973 000 kg.

¹⁶ Bendkowski J., Wengierek M.: Logistyka odpadów. T. I i II. Politechnika Śląska, Gliwice 2000 – 2004.

Ponad 90% całości unieszkodliwionych odpadów stanowiły odpady o kodach 180103 i 180104.¹⁷ Średnio w ciągu roku zakład przerabia ok. 1 400 000 kg odpadów. Wprowadzenie od 1 grudnia 2006 roku do systemu oczyszczania gazów odlotowych instalacji suchego odpylania spalin wpłynęło na zmniejszenie opłat środowiskowych o 45% w 2009 roku. Pozostałe koszty uległy w niektórych pozycjach niewielkim wahanom. Dla porównania, koszty logistyczne unieszkodliwiania odpadów szpitalnych w badanej spalarni na terenie miasta, poniesione w latach 2006 – 2009, kształtowały się jak podano w tabeli 2.

Tabela 2

Zestawienie kosztów logistycznych spalarni Y w latach 2006 – 2009

Poszczególne rodzaje kosztów logistycznych	Koszty wyrażone w zł			
	2006 r.	2007 r.	2008 r.	2009 r.
Podatki od nieruchomości, gruntów, środków transportu	480 000	490 000	500 000	500 000
Koszty dzierżawy nieruchomości, gruntów	50 000	55 000	55 000	60 000
Opłaty za korzystanie ze środowiska	10 000	5 000	4 500	4 500
Amortyzacje/zużycie majątku trwałego w procesie unieszkodliwiania odpadów (w tym również amortyzacja sprzętu informatycznego i oprogramowania, zużycie materiałów i energii w procesach informacyjnych)	500 000	500 000	500 000	500 000
Amortyzacja/zużycie bazy transportowej (samochodów)	123 000	123 000	123 000	123 000
Koszty remontów i konserwacji bazy transportowej	8 000	10 000	11 000	12 000
Zużycie paliw związanych z eksploatacją bazy transportowej	67 000	75 000	80 500	90 500
Koszty pracy kierowców i obsługi transportowej – wynagrodzenie, narzuty na wynagrodzenia	290 000	290 000	300 000	300 000
Pozapłacowe koszty pracy np. BHP – ubezpieczenie pracowników od NW	23 000	24 000	25 000	25 000
Usługi obce materialne – transportowe, remontowe, łączności, również koszty procesów informacyjnych, usług informatycznych i telekomunikacyjnych (przesyłanie i transmisja danych)	370 000	370 000	370 000	380 000
Koszty magazynowania – utrzymania zapasów	20 000	25 000	25 000	25 000
Koszty odbioru popiołów i żużli popaleniiskowych	72 000	80 000	70 000	70 000
Koszty związane ze zużyciem materiałów niezbędnych do utylizacji odpadów	415 000	410 000	430 000	400 000
RAZEM	2 428 000	2 457 000	2 494 000	2 490 000

Źródło: Dokumentacja księgowa firmy.

Struktura pozycji kosztów według udziału w kosztach logistycznych ogółem wygląda następująco:

- amortyzacja – 25,02%
- podatki – 20,08%,
- zużycie materiałów i energii – 19,70%
- usługi obce – 15,26%,
- wynagrodzenia oraz pozapłacowe koszty pracy – 13,05%,
- inne – 6,89%.

¹⁷ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (DzU nr 112, poz. 1206).

4. Podsumowanie i wnioski

Koszty logistyczne stanowią podstawę rachunku w ekonomicznej ocenie efektywności działalności logistycznej przedsiębiorstwa. Są również jednym z podstawowych kryteriów wyboru i optymalizacji decyzji przedsiębiorstwa, jego przewagi konkurencyjnej, niejednokrotnie decydują o wartości produktów i usług dla klientów.

1. Koszty logistyczne nie są wydzielone z ewidencji kosztów przedsiębiorstwa. W przypadku większości przedsiębiorstw ma to miejsce szczególnie w zakresie działalności związanej z powstawaniem i zagospodarowaniem odpadów.
2. Brak systemów ewidencji, rozliczania i sprawozdawczości kosztów logistycznych powoduje, że mogą być one wyodrębniane i liczone według różnych kryteriów dostosowanych do wymogów systemu informacyjno-decyzyjnego i informatycznego firmy.
3. Badania dotyczące systemów logistycznych odpadów komunalnych funkcjonujących w różnych miastach aglomeracji śląskiej oraz wybranych rodzajów odpadów, w tym niebezpiecznych, pokazują, że przedsiębiorstwa zajmujące się zbiórką odpadów oraz ich segregacją; unieszkodliwianiem odpadów niebezpiecznych poprzez pirolizę; odzyskiem i recyklingiem zużytego sprzętu, grupują i rozliczają koszty logistyczne według układu rodzajowego oraz według etapów procesu logistycznego zbiórki i przerobu (odzysku, utylizacji, unieszkodliwiania).
4. Nie można podać udziału procentowego – według ważności – pozycji kosztów w kosztach ogółem badanych przedsiębiorstw, ponieważ:
 - rodzaj kosztów i ich udział zależą od klasy obiektu (sortownia, zakład odzysku, zakład unieszkodliwiania) oraz wielkości zakładu i rozmiarów prowadzonej działalności,
 - występują inne procesy zagospodarowania odpadów, co z kolei warunkuje inną infrastrukturę,
 - procesy logistyczne są w różnym stopniu zmechanizowane, zautomatyzowane lub wykonywane ręcznie,
 - procesy logistyczne są wykonywane przez przedsiębiorstwa lub zlecane na zewnątrz,
 - przedsiębiorstwa ujmują koszty szczegółowo lub zagregowane, zaliczając niektóre pozycje do różnych grup.

5. Przychody z prowadzonej działalności, związane z gospodarką odpadami, mimo poniesionych kosztów eksploatacyjnych wykazywały zysk w okresie bieżącym, a w przypadku kosztów inwestycyjnych nowych przedsięwzięć – zysk w okresie prognozowanym.
6. Dla coraz większej liczby firm objętych badaniami w latach 2002 – 2011, działalność związana z zagospodarowaniem powstających odpadów jest opłacalna.

Bibliografia

1. Beier F.J., Rutkowski K.: Logistyka. SGH, Warszawa 1993.
2. Bendkowski J., Wengierek M.: Logistyka odpadów. T. I i II. Politechnika Śląska, Gliwice 2000 – 2004.
3. Bozarth C., Handfield R.B.: Wprowadzenie do zarządzania operacjami łańcuchem dostaw. One Press, Gliwice 2007.
4. Coyle J.J., Bardi E.J., Langley C.J.: Zarządzanie logistyczne. PWE, Warszawa 2002.
5. Kempny D.: Logistyczna obsługa klienta. PWE, Warszawa 2001.
6. Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak S.: Logistyka. Biblioteka Logistyka, Poznań 2009.
7. Matuszewicz J.: Rachunek kosztów. Finans-Servis, Warszawa 2000.
8. Ochrona Środowiska. IiOS. GUS, Warszawa 2008.
9. Pfohl H.Ch.: Systemy logistyczne. ILiM, Poznań 1998.
10. Porter M.E.: Strategia konkurencji. PWE, Warszawa 1992.
11. Skowronek Cz., Sarjusz-Wolski Z.: Logistyka w przedsiębiorstwie. PWE, Warszawa 2007.
12. Sprawozdanie z realizacji PGO dla miasta, WGMiEUM 2009, Regulamin Utrzymania Czystości i Porządku w gminie.
13. Wengierek M.: Logistyczny system gospodarki odpadami dla regionu przemysłowego. Struktura systemu. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 3, Gliwice 1998.
14. Wengierek M.: System logistyczny odpadów. Sfera regulacji. Współpraca uczestników łańcucha dostaw. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 56, Gliwice 2011.
15. Witkowski J.: Zarządzanie łańcuchem dostaw. PWE, Warszawa 2003.
16. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (DzU nr 112, poz. 1206).
17. Dokumentacja firm, wywiady.

Abstract

Logistics costs are the basis in assessing the economic efficiency of the logistics business. They are also one of the main criteria for selection and optimization of business decisions – its competitive advantage, often determine the value of products and services to customers.

1. Logistics costs are not separated from the records of the company's costs. For most companies this is particularly the case in the activities of generation and waste management.
2. There is no system of records, billing and reporting results in logistics costs that they can be isolated and counted by different criteria adapted to the requirements of information and decision-making system and company information.
3. Studies of municipal waste logistics systems operating in various cities in the Silesian agglomeration and selected types of waste (including hazardous), show that both the companies and their collection of waste segregation, disposal of hazardous waste by pyrolysis, recovery and recycling of waste equipment – grouping together and paying the costs of logistics by type of process steps and by the logistics of collection and processing (recovery, recycling, disposal).
4. One cannot specify the percentage of the major cost item in the total costs of the enterprises, because:
 - type of costs and their contribution depends on the class object (sorting, recycling facility, disposal facility), and the size of the plant and size of the business,
 - there are other waste management processes, which in turn determines the other infrastructures,
 - logistics processes are mechanized to varying degrees, automated or done manually,
 - logistics processes are performed by the company or outsourced,
 - enterprise recognizes the costs or aggregated detail, classifying certain items for different groups.
5. Revenues from running operations related to waste management, despite operating expenses showed a profit in the current period, in the case of the investment costs of new projects – profit during the projected period.
6. For a growing number of companies covered by research in the years 2002 – 2011 activities with the development of waste is profitable.