



Bożena Gajdzik¹
Politechnika Śląska

Wprowadzenie do systemów logistycznych gospodarki odpadami w przedsiębiorstwach hutniczych²

Logistyka odpadów polega na tworzeniu łańcuchów logistycznych łączących miejsca wytwarzania odpadów z miejscami ich utylizacji lub przerobu i powtórnego zagospodarowywania. Proces ten powinien przebiegać w sposób uporządkowany i kompleksowy. Dlatego też przedsiębiorstwa przystępują do tworzenia systemów logistycznych, ułatwiających racjonalne gospodarowanie odpadami. Poszczególne elementy (podsystemy) muszą być odpowiednio uporządkowane i współpracować ze sobą w procesie realizacji celu, jakim jest zapobieganie i minimalizacja odpadów, aby osiągnąć zjawisko synergii, to jest wzmocnienia efektów działań w realizacji strategii zrównoważonego rozwoju [1]. Potocznie można przyjąć, że system umożliwia systematyczne wykonywanie czegoś. W przypadku systemów logistycznych stosowanych w gospodarce odpadami, wyróżnia się między innymi podsystem utylizacji odpadów (segregowanie, przemieszczanie, składowanie, przetwarzanie, udostępnianie surowców wtórnych) i powtórnego ich zagospodarowania (we wnętrzu przedsiębiorstwa lub przez inne podmioty gospodarcze) [2]. Systemy logistyczne stosowane w gospodarce odpadami oparte są na modelach dynamicznych ochrony środowiska (przede wszystkim mają zapobiegać negatywnym oddziaływaniom przedsiębiorstwa na środowisko). Niniejszy artykuł stanowi jedynie wprowadzenie do systemowego podejścia w zakresie gospodarowania odpadami. Jako studium przypadku posłużyło przedsiębiorstwo hutnicze.

Procedura minimalizacji odpadów w logistycznym systemie gospodarki odpadami

W ciągu ostatnich kilku lat, dzięki doskonaleniu się przedsiębiorstw sektora

hutniczego do norm środowiskowych, osiągnięto znaczny postęp w ochronie środowiska. Zbiór procesów zorientowanych na osiągnięcie zaplanowanych celów, to jest zapobieganie lub/i minimalizacja odpadów u źródła, określa się mianem systemu gospodarki odpadami. Logistyczne podejście pozwala na uporządkowanie przebiegu poszczególnych procesów, usprawnienie zarządzania i zwiększenie efektów ekologicznych oraz ekonomicznych poszczególnych działań. Nawet bardzo prosty odpad (złom stalowy) wymaga wielu czynności umożliwiających ponowne jego wykorzystanie (transport, magazynowanie, segregacja, czyszczenie). Poszczególnym czynnościom rzeczowym towarzyszą procesy informacyjno – decyzyjne.

Cechą charakterystyczną myślenia systemowego w gospodarce odpadami jest kompleksowy sposób rozpatrywania zagadnienia oraz objaśnienie roli poszczególnych elementów systemu (podsystemów) i relacji zachodzących między nimi [3]. Ujęcie systemowe wymaga zatem myślenia całościowego o problemie, jakim jest wytwarzanie, utylizacja i zagospodarowywanie odpadów. W podejściu systemowym wskazuje się na integralność problemów ekologicznych, technologicznych, ekonomicznych, a nawet społecznych (kwestia świadomości ekologicznej). Logistyczny system gospodarki odpadami jest podsystemem logistycznym całego przedsiębiorstwa. Zachodzą zatem interakcje pomiędzy gospodarką odpadami a zaopatrzeniem, produkcją i zbytem wyrobów.

U podstaw opracowania logistycznego systemu gospodarki odpadami w przedsiębiorstwie hutniczym leży analiza przebiegu całego procesu produkcyjnego (strumienie wejścia, przetwarzanie, strumienie wyjścia). Analiza pozwala zidentyfikować miejsca, kategorie, ilość odpadów i ich wpływ na środowisko. Wyniki analizy słu-

żą do opracowania założeń systemu gospodarki odpadami w ujęciu funkcjonalnym, instrumentalnym i instytucjonalnym. Wymiar funkcjonalny pozwala na umiejscowienie gospodarki odpadami jako kompleksu działań w obszarze całej działalności przedsiębiorstwa. Tym samym uznaje się, że jedną z funkcji przedsiębiorstwa hutniczego jest racjonalne wykorzystanie i unieszkodliwianie odpadów. Kolejnym założeniem systemu jest podejście instrumentalne. W systemie stosowane są instrumenty planowania, sterowania i kontroli. Następną grupą konsekwencji podejścia systemowego wynika z umiejscowienia logistycznego systemu gospodarki odpadami w strukturze organizacyjnej przedsiębiorstwa. System wymaga wskazania komórek odpowiedzialnych za gospodarkę odpadami [3]. Opracowany system gospodarki odpadami w ujęciu logistycznym wykazuje zwiększoną liczbę interakcji z otoczeniem (współpraca z firmami zewnętrznymi zajmującymi się utylizacją i powtórnym zagospodarowaniem odpadów) oraz rosnącą złożoność strukturalną (systemy logistyczne dostawców, odbiorców zintegrowane z logistycznym systemem przedsiębiorstwa).

Przydatnym narzędziem dla przedsiębiorstw hutniczych w racjonalnej gospodarce odpadami jest procedura minimalizacji odpadów (*Waste Minimization Assessment WMA*). Jak sama nazwa wskazuje, jej założeniem jest zmniejszenie ilości odpadów w miejscu ich powstawania. Ta redukcja może odbywać się poprzez zmiany w produkcji, materiale wyjściowym, technologii oraz stosowanych praktykach eksploatacyjnych i organizacyjnych. W tabeli 1 i 2 przedstawiono procedurę minimalizacji odpadów u źródła w odniesieniu do poszczególnych procesów zachodzących w przedsiębiorstwie hutniczym, z uwzględnieniem klasyfikacji odpadów na niebezpieczne i inne, niż niebezpieczne.

¹ Dr inż. B. Gajdzik, Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii (przyp. red.).

² W kolejnym wydaniu czasopisma „Logistyka” ukaże się artykuł B. Gajdzik poświęcony praktycznemu ujęciu tego zagadnienia (przyp. red.).



Konceptje i strategie logistyczne

Tab. 1. Procedura minimalizacji odpadów niebezpiecznych u źródła (na przykładzie wybranych odpadów przedsiębiorstw hutniczych).

Rodzaj odpadu	Kod odpadu	Miejsce powstawania lub/i rodzaj działalności	Sposoby zapobiegania powstawaniu odpadów
ODPADY POPRODUKCYJNE			
Odpady stałe z oczyszczania gazów odlotowych zawierających substancje niebezpieczne	10 02 07	Produkcja (wytop stali)	<ul style="list-style-type: none"> – właściwy sposób sterowania procesem technologicznym wytopu stali, – dostarczanie do pieców elektrycznych – łukowych przygotowanych „czystych” złomów, – odpad w całości jest zwracany do odzysku.
Odpadowe emulsje i roztwory z obróbki metali nie zawierające chlorowców	12 01 09	Produkcja (obróbka metali)	<ul style="list-style-type: none"> – właściwy nadzór operacyjny i monitoring procesów, – zakup dobrych jakościowo surowców nie zawierających w składzie substancji niebezpiecznych, – zabezpieczenie w trakcie magazynowania i transportu, – w przypadku rozlania emulsji na terenie zakładu natychmiastowa likwidacja skutków rozlewu.
Szlamy zawierające substancje niebezpieczne z innego niż biologiczne oczyszczanie ścieków przemysłowych	19 08 13	Produkcja (obróbka wyrobów hutniczych)	<ul style="list-style-type: none"> – właściwe prowadzenie procesu technologicznego obróbki wyrobów hutniczych, – ekonomiczne wykorzystanie wody chłodniczej pozwalające na minimalizację powstających szlamów.
Odpady poszlifierskie zawierające substancje niebezpieczne	12 02 16	Produkcja (prace szlifierskie)	<ul style="list-style-type: none"> – minimalizacja odpadu polega na optymalnym i oszczędnym prowadzeniu prac szlifierskich, – korzystanie z dobrych materiałów szlifierskich ograniczających ilości wytwarzanych odpadów.
Mineralne oleje hydrauliczne zawierające związki chlorowco – organiczne	13 01 09	Produkcja, transport, magazynowanie	<ul style="list-style-type: none"> – właściwy nadzór operacyjny i monitoring procesów, – odzysk olejów wykorzystanych w procesach produkcyjnych, – sprzedaż do ponownego wykorzystania w rafineriach, – zakup dobrych jakościowo surowców,
Oleje silnikowe, przekładniowe i smarowe	13 02 08		
Mineralne oleje i ciecze stosowane jako elektroizolatory oraz nośniki ciepła zawierające związki chlorowco-organiczne	13 03 06		<ul style="list-style-type: none"> – zabezpieczenie w trakcie magazynowania i transportu, – w przypadku rozlania oleju na terenie zakładu natychmiastowa likwidacja skutków rozlewu.
Elementy zawierające rtęć	16 01 08	Strumienie wejścia do procesu produkcyjnego	<ul style="list-style-type: none"> – właściwy nadzór operacyjny nad jakością złomu dostarczonego do zakładu, – segregacja złomu, – eliminacja złomów zanieczyszczonych rtęcią, – zabezpieczenie w trakcie magazynowania i transportu
POZOSTAŁE ODPADY			
Niebezpieczne elementy lub części składowe usunięte ze zużytych urządzeń	16 02 15	Gospodarka remontowa	<ul style="list-style-type: none"> – minimalizacja odpadu polega na optymalnym i oszczędnym korzystaniu z urządzeń, – właściwa obsługa serwisowa mająca na celu przedłużenie cyklu życia urządzenia, – przekazywanie zużytych części do zakładów utylizacji i odzysku
Baterie i akumulatory ołowiowe	16 06 01	Gospodarka konserwacyjno-remontowa	<ul style="list-style-type: none"> – właściwa eksploatacja i konserwacja akumulatorów prowadząca do przedłużenia czasu ich eksploatacji, – zabezpieczenia w trakcie magazynowania i transportu, – przekazanie akumulatorów do firm prowadzących odzysk i unieszkodliwianie materiałów wchodzących w ich skład
Bateria i akumulatory niklowo-kadmowe	16 06 02		
Materiały izolacyjne zawierające azbest	17 06 01	Gospodarka inwestycyjno-remontowa	<ul style="list-style-type: none"> – niezwłoczne przekazywanie materiałów izolacyjnych oraz konstrukcyjnych zawierających azbest do firmy prowadzącej unieszkodliwianie tego rodzaju odpady, – zabezpieczenie w trakcie magazynowania i transportu
Materiały konstrukcyjne zawierające azbest	17 06 05		

Konceptcje i strategie logistyczne

Ciąg dalszy tab. 1.

Rodzaj odpadu	Kod odpadu	Miejsce powstawania lub/i rodzaj działalności	Sposoby zapobiegania powstawaniu odpadów
POZOSTAŁE ODPADY			
Transformatory i kondensatory zawierające PCB	16 02 09	Gospodarka inwestycyjno-remontowa	<ul style="list-style-type: none"> – niezwłoczne przekazywanie urządzeń do firmy prowadzącej unieszkodliwienie PCB zawartego w urządzeniach, – zabezpieczenie w trakcie magazynowania i transportu
Sorbenty, materiały filtracyjne i ubrania ochronne zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi	15 02 02	Produkcja, dział utrzymania czystości, gospodarka remontowa	<ul style="list-style-type: none"> – optymalne wykorzystanie sorbentów, czyściwa i odzieży ochronnej, – dbanie o czystość i sprawność urządzeń, – eliminowanie przyczyn ewentualnych przecieków na urządzeniach, właściwe serwisowanie urządzeń
Zużyte lampy	16 02 13	Gospodarka magazynowo-remontowa	<ul style="list-style-type: none"> – zużyte lampy są magazynowane w oryginalnych opakowaniach w przystosowanych do tego pojemnikach zlokalizowanych w specjalnych pomieszczeniach, – zastosowanie energooszczędnych, o długim czasie pracy lamp sodowych
ODPADY BIUROWE			
Odpadowy toner drukarski zawierający substancje niebezpieczne	08 03 17	Administracja (praca biurowa)	<ul style="list-style-type: none"> – minimalizacja odpadu poprzez optymalne i oszczędne korzystanie z urządzeń – właściwa obsługa serwisowa mają na celu przedłużenie cyklu życia urządzeń

Źródło: [6]

Tab. 2. Procedura minimalizacji u źródła pozostałych odpadów (na przykładzie odpadów przedsiębiorstw hutniczych)

Rodzaj odpadu	Kod odpadu	Miejsce powstawania lub/i rodzaj działalności	Sposoby zapobiegania powstawaniu odpadów
ODPADY POPRODUKCYJNE			
Żużel, popioły paleniskowe i płyty z kotłów	10 01 01	Produkcja	<ul style="list-style-type: none"> – zmiany technologiczne (urządzenia zatrzymujące pyły i popioły), – przekazywanie odpadów (żużel) innym podmiotom gospodarczym w celu ponownego wykorzystania w procesach produkcyjnych, – wykorzystywanie do produkcji wewnątrz zakładu
Popioły lotne z węgla	10 01 02		
Złom żelazny usunięty z popiołów paleniskowych	19 01 02		
Żużel z procesów wytapiania (stalowniczy)	10 02 01	Produkcja (wytop stali, produkcja wyrobów hutniczych)	<ul style="list-style-type: none"> – ograniczenie ilości wytwarzanych odpadów poprzez właściwy sposób sterowania procesem technologicznym wytopu stali i produkcji tur walcowanych, – dostarczanie do pieców elektrycznych – łukowych „czystych” złomów, – właściwe sterowanie procesem technologicznym wytopu stali i produkcji wyrobów hutniczych, – wytworzone odpady w całości są przeznaczane do odzysku w piecach elektrycznych zakładu lub w firmach zewnętrznych
Zgorzelina walcownicza – zendra	10 02 10		
Odpady stałe z oczyszczania gazów odlotowych, inne niż wymienione w 10 02 07	10 02 08		
Żelazo i stal	17 04 05	Produkcja, gospodarka remontowa	<ul style="list-style-type: none"> – właściwe sterowanie procesami technologicznymi, – na bieżąco prowadzona konserwacja obiektów i urządzeń pozwala na zmniejszenie ilości przeprowadzonych remontów tym samym zmniejszając ilości odpadów żelaza i stali powstających w trakcie remontów

Konceptje i strategie logistyczne

Ciąg dalszy tab. 2.

Rodzaj odpadu	Kod odpadu	Miejsce powstawania lub/i rodzaj działalności	Sposoby zapobiegania powstawaniu odpadów
ODPADY POPRODUKCYJNE			
Odpady z toczenia i piłowania żelaza oraz jego stopów	12 01 01	Produkcja (wytop stali, produkcja wyrobów hutniczych)	<ul style="list-style-type: none"> – ograniczenie ilości wytwarzanych odpadów poprzez właściwy sposób sterowania procesem technologicznym wytopu stali i produkcji wyrobów, – odpady z toczenia i piłowania żelaza oraz jego stopów w całości są przeznaczane do odzysku w piecach elektrycznych zakładu, – cząstki i pyły żelaza i jego stopów oraz odpady z toczenia i piłowania metali nieżelaznych są częściowo przeznaczone do odzysku w piecach elektrycznych zakładu, reszta przeznaczona do odzysku w firmach zewnętrznych
Cząstki i pyły żelaza oraz jego stopów	12 01 02		
Odpady z toczenia i piłowania metali nieżelaznych	12 01 03		
Cząstki i pyły metali nieżelaznych	12 01 04		
Odpady spawalnicze	12 01 13	Produkcja	<ul style="list-style-type: none"> – ograniczenie ilości wytwarzanych odpadów poprzez właściwy sposób sterowania procesami spawalniczymi i szlifierskimi, – całość wytwarzanych odpadów przeznaczona jest do odzysku w firmach zewnętrznych
Odpady poszlifierskie	12 01 17		
Zużyte materiały szlifierskie	12 01 21		
Okładziny piecowe i materiały ogniotwórcze z procesów metalurgicznych, inne niż wymienione w 16 11 03	16 11 04	Produkcja	<ul style="list-style-type: none"> – właściwy sposób sterowania procesami technologicznymi prowadzonymi w piecach elektrycznych i gazowych, – prowadzona bieżąca konserwacja instalacji pozwala na prowadzenie dużej kampanii i tym samym zmniejszyć ilość wytworzonego odpadu
Szlamy z innego niż biologiczne oczyszczania ścieków przemysłowych, inne niż wymienione w 19 08 13	19 08 14	Produkcja	<ul style="list-style-type: none"> – właściwe prowadzenie procesu technologicznego obróbki wyrobów i ekonomiczne wykorzystanie wody chłodniczej pozwala na minimalizację powstających szlamów
OPAKOWANIA			
Opakowania z tworzyw sztucznych	15 01 02	Gospodarka magazynowa i dział zakupu	<ul style="list-style-type: none"> – preferowanie przy zakupie produktów o mniejszej masie opakowań podlegających recyklingowi, – recykling
Opakowania z drewna	15 01 03		
Opakowania z metali	15 01 04		
MATERIAŁY BIUROWE			
Odpadowy toner drukarski, inny niż wymieniony w 08 03 17	08 03 18	Administracja (praca biurowa)	<ul style="list-style-type: none"> – minimalizacja odpadu polega na optymalnym i oszczędnym korzystaniu z urządzeń oraz właściwym serwisowaniu mającym na celu przedłużenie żywotności urządzenia
Magnetyczne i optyczne nośniki informacji	16 80 01		
POZOSTAŁE ODPADY			
Sorbenty, materiały filtracyjne, tkaniny do wycierania (np. szmaty, ścierki) i ubrania	15 02 03	Gospodarka remontowa i konserwacyjna, obsługa serwisowa	<ul style="list-style-type: none"> – optymalne wykorzystanie sorbentów, czyściwa i odzieży ochronnej, – dbanie o czystość i sprawność urządzeń, eliminowanie przyczyn ewentualnych przecieków na urządzeniach, – właściwa obsługa serwisowa urządzeń.

Ciąg dalszy tab. 2.

POZOSTAŁE ODPADY			
Zużyte opony	16 01 03	Procesy transportowe	– właściwa eksploatacja i konserwacja ogumienia prowadzi do przedłużenia ich żywotności, – zużyte opony przekazywane są do firm prowadzących odzysk i unieszkodliwianie tego typu odpadów
Okładziny hamulcowe inne niż 16 01 11	16 01 12	Procesy i warsztaty transportowe	– właściwa eksploatacja pojazdów samochodowych prowadzi do przedłużenia żywotności okładzin hamulcowych, – zużyte okładziny przekazywane są do firm prowadzących odzysk i unieszkodliwianie tego typu odpadów
Elementy usunięte z zużytych urządzeń	16 02 16	Gospodarka remontowa i konserwacyjna	– minimalizacja odpadów polega na optymalnym i oszczędnym korzystaniu z urządzeń, – właściwa obsługa serwisowa mająca na celu przedłużenie cyklu życia urządzeń
Baterie alkaiczne (z wyłączeniem 16 06 03)	16 06 04	Gospodarka remontowa i konserwacyjna	– właściwa eksploatacja i konserwacja baterii i akumulatorów prowadzi do przedłużenia czasu ich eksploatacji, – przekazanie akumulatorów i baterii do firm prowadzących odzysk i unieszkodliwianie tego rodzaju odpadów
Inne baterie i akumulatory	16 06 05		
Odpady betonu oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów	17 01 01	Gospodarka inwestycyjno-remontowa	– właściwe sterowanie procesami technologicznymi i na bieżąco prowadzona konserwacja obiektów i urządzeń pozwala na zmniejszenie ilości przeprowadzonych remontów tym samym zmniejszając ilości odpadów ceramicznych powstających w trakcie remontów
Drewno	17 02 01	Magazyny, dział opakowań	– eliminowanie strat drewna odpadowego przy przygotowaniu wyrobów do wysyłki
Kable, inne niż wymienione w 17 04 10	17 04 11	Gospodarka remontowa i konserwacyjna	– właściwe sterowanie procesami technologicznymi i na bieżąco prowadzona konserwacja obiektów i urządzeń pozwala na zmniejszenie ilości przeprowadzonych remontów tym samym zmniejszając ilości odpadów powstających w trakcie remontów
Materiały izolacyjne (np. wełna mineralna), inne niż wymienione w 17 06 01 i 17 06 03	17 06 04		
Zmieszane odpady z budowy remontów i demontażu, inne niż w 17 09 01 i 17 09 02	17 09 04		

Źródło: [4]

Stosując procedurę minimalizacji odpadów u źródła, przedsiębiorstwa hutnicze podejmują działania technologiczne (doskonalenia przebiegu procesu wytwarzania), organizacyjno – zarządcze (działania porządkowe, właściwe sterowanie procesami, właściwa eksploatacja urządzeń), remontowo – konserwacyjne (bieżąca konserwacja maszyn i urządzeń, właściwa obsługa serwisowa), logistyczne (przekazywanie odpadów do firm prowadzących odzysk i unieszkodliwianie odpadów lub/i ponowne zagospodarowanie odpadów w przedsiębiorstwie).

Podsumowanie

W artykule przedstawiono podstawowe założenia systemu gospodarki odpadami, eksponując procedurę minimalizacji odpadów u źródła. Przedmiotowa procedura pozwala przedsiębiorstwom skonstruować poprawnie elementy logistycznego systemu gospodarki odpadami, uwzględ-

niając interakcje zachodzące pomiędzy elementami wewnątrz przedsiębiorstwa (przebiegu procesów podstawowych i cząstkowych) oraz pomiędzy przedsiębiorstwem a otoczeniem.

Streszczenie

W artykule przedstawiono wybrane zagadnienia logistyki odpadów w sektorze hutniczym. System ten składa się z kilku podsystemów. Do kluczowych należą podsystem unieszkodliwiania odpadów i podsystem powtórnego zagospodarowania. W sektorze hutniczym odpady stalowe i odpady z żelaza są w całości wykorzystywane w procesach produkcyjnych hut (złom stalowy, skrzepy stalowe, odpady z toczenia i piłowania żelaza). Inne odpady poprodukcyjne, na przykład żużle hutnicze po przeróbce, stosowane są do produkcji materiałów budowlanych czy asfaltu. Pozostałe odpady przekazywane są firmom zajmujących się ich utylizacją.

Abstract:

Introduction to logistics waste management systems in steelworks

In the paper some questions connected with waste logistics system for example of steelworks. There are some components in the system. The key components are pre-treatment, neutralization and reusing of wastes in production. In steelworks some wastes are reused in completely (scrape-iron, steel clot, iron waste). Besides wastes are reused by other enterprises for example steel slag is input into building products or asphalt. Other wastes are utilized.

LITERATURA

1. R. Griffin: *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa 2000, s. 86.
2. J. Bendkowski, M. Wengierek: *Logistyka odpadów*, Politechnika Śląska, Gliwice 2002, tom I, s. 9-11.
3. M. Nowicka-Skowron: *Efektywność systemów logistycznych*, PWE, Warszawa 2000, s. 14-17.
4. Przegląd procedur minimalizacji odpadów przedsiębiorstw hutniczych (Huta Batory, Ferrum SA, ArcelorMittal Poland Oddział w Dąbrowie Górniczej).