

Zbigniew ŁUKASIK¹
Joanna BRIL²

PROBLEMATYKA ODPADÓW Z UWZGLĘDNIENIEM LOGISTYCZNEGO SYSTEMU GOSPODARKI ODPADAMI

Problematyka zawarta w artykule dotyczy zagadnień związanych z gospodarką odpadami. Zostały w nim przedstawione miejsca powstawania odpadów, ich rodzaje i sposoby postępowania, zawarte w stosownych aktach prawnych określających wymagania w zakresie gospodarki odpadami. Artykuł przedstawia także cele i zakres logistyki zwrotnej, w poszukiwaniu najlepszych rozwiązań ekologicznych, organizacyjnych i kosztowych.

THE SUBJECT MATTER OF WASTE MATERIAL TAKING INTO CONSIDERATION LOGISTIC SYSTEM OF WASTE MANAGEMENT.

The issue included in the article concerns problems connected with the waste management. Places of the waste origin are presented here, as well as their types and proceedings, which are enclosed in the proper legal acts specifying requirements in the waste management. The article also presents the aims and the range of the reverse logistics in search of the best ecological, organizational and cost solutions.

1. WSTĘP

W Polsce usuwa się rocznie wiele milionów ton odpadów, w tym około 45 mln metrów sześciennych samych odpadów komunalnych. Odpady te trafiają po części na wysypiska, a po części do przeróbki, chociaż jeszcze nie w pełni są wykorzystywane nowoczesne systemy zbierania i utylizacji odpadów komunalnych. Większość gospodarstw na terenach wiejskich nie jest objętych zbiórką i usuwaniem odpadów w sposób zorganizowany. Drugą, liczną grupę stanowią odpady produkcyjne, które także wymagają zorganizowanej zbiórki i odpowiedniego ich zagospodarowania.

Gospodarka odpadami stanowi zatem istotny czynnik ochrony środowiska i racjonalnego wykorzystania zasobów surowcowych oraz materiałowych. Skuteczne rozwiązywanie występujących tu problemów wymaga podejmowania wielu zakrojonych na szeroką skalę działań, przy jednoczesnym zapewnieniu ich skuteczności.

¹ Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.
Tel: + 48 48 361-77-30, z.lukasik.@pr.radom.pl

² Podkarpacka Szkoła Wyższa, Wydział Ekonomii i Transportu; 38-200 Jasło; ul. Na Kotlinę 8.
Tel: + 48 13 445-95-13, Fax: + 48 13 445-95-37, E-mail: konf.logitrans@pr.radom.pl

W związku ze wstąpieniem Polski do Unii Europejskiej zwiększa się znaczenie gospodarki odpadami, która musi respektować wymagania i standardy unijne w dziedzinie czystości środowiska. Równolegle należy doceniać znaczenie gospodarki odpadami jako bazy surowcowej, której wykorzystanie pozwala na ograniczenie eksploatacji rodzimych surowców nieodnawialnych i odnawialnych.

Celem niniejszego artykułu jest miejsc i rodzajów powstających odpadów oraz sposobów ich zagospodarowania, z uwzględnieniem logistycznego systemu gospodarki odpadami.

2. MIEJSCA POWSTAWANIA ODPADÓW

Szybki postęp cywilizacyjny we współczesnym świecie charakteryzujący się m.in. dużą ilością i różnorodnością dóbr konsumpcyjnych i inwestycyjnych, powoduje wzrost ilości odpadów powstających zarówno w zakładach produkcji i innych miejscach pracy (odpady przemysłowe), jak też w gospodarstwach domowych (odpady komunalne). Dlatego odpady i związane z nimi zagrożenia stają się w ostatnich latach coraz bardziej zauważalnym problemem i to nie tylko w ochronie środowiska.

Z całokształtu cyrkulacyjnego przepływu dóbr fizycznych w gospodarce można umownie wyodrębnić sześć faz, które mają związek z powstawaniem odpadów [5]:

Faza I - obejmuje procesy pozyskania surowców naturalnych z przyrody i ich produkcyjne zagospodarowanie. Dotyczy ona głównie przemysłu wydobywczego, rolnictwa, leśnictwa i rybołówstwa. Produktem tej fazy są surowce pierwotne, które w większości przypadków stają się przedmiotem przetwórstwa w kolejnych fazach procesów przepływu. Tylko niewielka część tych surowców w postaci nie przetworzonej trafia bezpośrednio do spożycia konsumpcyjnego. Z punktu widzenia procesów logistycznych, w tej fazie mamy do czynienia zarówno ze strumieniami przepływu surowców, jak i z gromadzeniem zapasów surowcowych w postaci produktów gotowych w przedsiębiorstwach wydobywczych (węgiel, ruda żelaza), rolnych i leśnych. W większości przypadków dostawy tych surowców do przedsiębiorstw przetwórczych odbywają się bezpośrednio z miejsca pozyskania, bez większego udziału pośredników handlowych. W fazie tej powstaje dość znaczna ilość odpadów, które w części poddawane są przeróbce w kierunku recyklingu, a w części trafiają na wysypiska.

Faza II - obejmuje procesy przetwarzania surowców pierwotnych w materiały produkcyjne i półfabrykaty o różnym stopniu przetworzenia i uszlachetnienia. Fazę tę charakteryzuje rozwinięty system procesów logistycznych. Procesy przepływu przebiegają zarówno bezpośrednio między producentami, jak też z udziałem pośredników handlowych. We wszystkich ogniwach utrzymywane są zapasy (materiałowe, produkcji nie zakończonej, wyrobów gotowych, towarów handlowych). Cechuje ich masowość, szeroki asortyment materiałów i powszechne zastosowanie w gospodarce. Trafiają one praktycznie do większości przedsiębiorstw i innych podmiotów. Również w tej fazie powstaje pewna ilość odpadów, które częściowo poddawane są przeróbce w kierunku recyklingu, a w części trafiają na wysypiska.

Faza III - obejmuje procesy produkcyjne realizowane w przetwórczych gałęziach przemysłu. Materiały i półfabrykaty są w tej fazie w sposób zaawansowany przetwarzane w wyroby popytu finalnego o przeznaczeniu konsumpcyjnym i inwestycyjnym (budownictwo i handel). Procesy logistyczne charakteryzuje w tej fazie masowość przepływu. Faza ta jest

również znamienne tym, że powstaje w niej duża ilość tzw. odpadów specjalistycznych, często zaliczanych do grupy niebezpiecznych, wymagających całkowitej likwidacji lub unieszkodliwienia w stopniu, który jest determinowany wymogami normowymi ochrony środowiska.

Faza IV - obejmuje procesy działalności przedsiębiorstw handlu środkami produkcji i konsumpcji, takich jak: przedsiębiorstwa hurtowe, detaliczne, łączące funkcje hurtu i detalu, a także inne wyspecjalizowane podmioty, np. przedsiębiorstwa pośrednictwa handlowego, usług, specjalistyczne przedsiębiorstwa transportowe. Podstawowymi składnikami logistyki w tej fazie są: przepływ dóbr rzeczowych, utrzymywanie zapasów oraz infrastruktura magazynowo-transportowa. W tej fazie powstaje pewna ilość odpadów głównie z opakowań, mechanicznie uszkodzonych lub niewłaściwie przechowywanych jednostek towarowych, bądź też na skutek utraty przez nie ważności handlowej itp. Większość tego typu odpadów podlega przeróbce w kierunku recyklingu. Część trafia na wysypiska.

Faza V - obejmuje procesy eksploatacji środków pracy i artykułów konsumpcyjnych trwałego użytku. W tej fazie procesów gospodarczych potrzebne są określone środki materiałowe, zwłaszcza części zamienne, paliwo, energia oraz serwisowa infrastruktura logistyczna (magazyny, stacje obsługi, specjalny transport itp.). Większość odpadów generowanych w tej fazie podlega recyklingowi, ale pewna część trafia na wysypiska.

Faza VI - obejmuje procesy systemowego gromadzenia, transportu i recyklingu powstających odpadów: surowcowych, produkcyjnych i pokonsumpcyjnych. Istota tej fazy opiera się na zintegrowanej koncepcji planowania, zarządzania i sterowania przepływami materiałów odpadowych (stałych ciekłych i gazowych) oraz ich unieszkodliwiania, względnie końcowej likwidacji, według przyjętych zasad technicznych i procesowych, spełniających wymogi normowe ochrony środowiska. Odzyskiwane w tej fazie surowce wtórne i energia są ponownie kierowane do cyklu produkcyjnego, natomiast tzw. odpady reszkowe poddawane są w miarę potrzeb całkowitej likwidacji bądź też po unieszkodliwieniu są składowane na wysypiskach.

Jak wynika z podanych wyżej faz z cyrkulacyjnym przepływem dóbr fizycznych w gospodarce powiązany jest zwrotny (recykulacyjny) przepływ materiałów odpadowych, charakteryzujący się tym, że:

- odpady generowane ze źródeł przemysłowych, ze źródeł socjalnych oraz ze źródeł specjalnych (odpady niebezpieczne) są gromadzone w pewnych punktach węzłowych i następnie dostarczane do miejsc lub obiektów przeróbki wstępnej, a stąd do przeróbki wtórnej i finalnej celem ich recyklingu, unieszkodliwienia, względnie likwidacji,
- surowce wtórne oraz energia, pozyskiwane w procesach przeróbczych są ponownie kierowane do sfery produkcji lub konsumpcji i krąg się zamyka,
- pewne rodzaje materiałów odpadowych, poczynając już od etapu produkcji, poprzez etap konsumpcji, a następnie wszystkie cząstkowe etapy przeróbki są kierowane do stref deponowania (składowania na wysypiskach) [5]

3. RODZAJE ODPADÓW PODLEGAJĄCYCH PROCESOM POWTÓRNEGO ZAGOSPODAROWANIA

Definicja odpadów zawarta w ustawie o odpadach mówi, że: „Odpady oznaczają każdą substancję lub przedmiot należący do jednej z kategorii, określonych w załączniku nr 1 do

ustawy, których posiadacz pozbywa się, zamierza pozbyć się lub do ich pozbycia się jest zobowiązany" [2]. Aby substancja mogła zostać uznana za odpad musi spełniać dwa podstawowe warunki, a mianowicie nieprzydatności w miejscu lub czasie. Powstawanie odpadów powinno być eliminowane lub ograniczane przez ich odbiorców i wytwarzających.

W celu uporządkowania gospodarki zasobami i ochrony środowiska niezbędna jest klasyfikacja odzwierciedlająca genezę odpadów, ich właściwości, ekologiczną szkodliwość, użyteczność i masowość ich wytwarzania. Podstawą każdej klasyfikacji są odpowiednio dobrane kryteria o charakterze fizykochemicznym, biologicznym, technologicznym, ekonomicznym, np.:

- źródło pochodzenia - sfera powstawania,
- kryterium surowcowe,
- stan skupienia,
- skład chemiczny,
- toksyczność,
- stopień zagrożenia dla środowiska,
- stopień przydatności (branżowej) do dalszego wykorzystania [7]

Według w/w ustawy klasyfikuje się odpady w zależności od źródeł powstawania, stopnia uciążliwości bądź stwarzania zagrożeń dla życia lub zdrowia ludzi oraz dla środowiska. W problematyce dotyczącej ochrony środowiska rozpatruje się i klasyfikuje odpady, jako substancje pochodzące z produkcji lub konsumpcji, które zanieczyszczają środowisko.

Przy klasyfikacji odpadów w oparciu o kryterium toksyczności i zagrożenia dla środowiska przyjmuje się, że o ich szkodliwości decyduje:

- składnik najniebezpieczniejszy, który jednocześnie determinuje przynależność odpadów do odpowiedniej kategorii szkodliwości i określa technologię jego utylizacji,
- toksyczność i szkodliwość odpadu dla organizmów żywych,
- właściwości rakotwórcze substancji odpadowych,
- zagrożenie dla wód powierzchniowych i gleby na podstawie wielkości dopuszczalnych zanieczyszczeń śródlądowych wód powierzchniowych I klasy czystości,
- zanieczyszczenie atmosfery przez odpady pyłące, wydzielające pary lub gazy szkodliwe i o nieprzyjemnym zapachu,
- łatwość zapłonu.

Podział odpadów wg stopnia szczególnego zagrożenia dzieli je na:

- odpady grożące zakażeniem - zawierające drobnoustroje chorobotwórcze,
- odpady grożące skażeniem - zawierające substancje promieniotwórcze,
- odpady szczególnie szkodliwe dla środowiska - zawierające substancje uznane przez ministra zdrowia za trucizny lub środki szkodliwe,
- surowe produkty i inne materiały uznane za nieprzydatne do wykorzystania gospodarczego.

Ze względu na właściwości odpadów, a głównie udział frakcji organicznej, dzieli się na:

- mineralne, zawierające znikomą ilość (do 1%) substancji organicznej,
- organiczno-mineralne, zawierające 5-50% substancji organicznej,
- organiczne, w których udział substancji organicznej wynosi więcej niż 50%.

W zależności od źródła powstawania Ustawa dzieli je na 16 następujących grup:

- Q1 Pozostałości z produkcji lub konsumpcji, nie wymienione w pozostałych kategoriach.
- Q2 Produkty nie odpowiadające wymaganiom jakościowym.
- Q3 Produkty, których termin przydatności do właściwego użycia upłynął.
- Q4 Substancje lub przedmioty, które zostały rozlane, rozsypane, zgubione lub takie, które uległy innemu zdarzeniu losowemu, w tym zanieczyszczone wskutek wypadku lub powstałe wskutek prowadzenia akcji ratowniczej.
- Q5 Substancje lub przedmioty zanieczyszczone lub zabrudzone w wyniku planowych działań (np. pozostałości z czyszczenia, materiały z opakowań – odpady opakowaniowe, pojemniki, itp.).
- Q6 Przedmioty lub ich części nie nadające się do użytku (np. usunięte baterie, zużyte katalizatory itp.).
- Q7 Substancje, które nie spełniają już należycie swojej funkcji (np. zanieczyszczone kwasy, zanieczyszczone rozpuszczalniki, zużyte sole hartownicze itp.).
- Q8 Pozostałości z procesów przemysłowych (np. żużle, pozostałości podestylacyjne itp.).
- Q9 Pozostałości z procesów usuwania zanieczyszczeń (np. osady ściekowe, szlamy z płuczek, pyły z filtrów, zużyte filtry itp.).
- Q10 Pozostałości z obróbki skrawaniem lub wykańczania (np. wióry, zgary itp.).
- Q11 Pozostałości z wydobywania lub przetwarzania surowców (np. pozostałości górnicze).
- Q12 Podrobione lub zafalszowane substancje lub przedmioty (np. oleje zanieczyszczone itp.).
- Q13 Wszelkie substancje lub przedmioty, których użycie zostało prawnie zakazane.
- Q14 Substancje lub przedmioty, dla których posiadacz nie znajduje już dalszego zastosowania (np. odpady z rolnictwa, gospodarstw domowych, odpady biurowe, z placówek handlowych, sklepów itp.).
- Q15 Zanieczyszczone substancje powstające podczas rekultywacji gleby i ziemi.
- Q16 Wszelkie substancje lub przedmioty, które nie zostały uwzględnione w powyższych kategoriach (np. z działalności usługowej, remontowej). [2].

W praktyce gospodarczej, tzn. w gospodarce materiałowej stosuje się klasyfikację tych odpadów, które stanowią potencjalne surowce wtórne. Klasyfikacja stanowi więc podstawę do jednoznacznego oznaczenia poszczególnych rodzajów surowców wtórnych, umożliwiając właściwe odróżnienie poszczególnych grup zarówno przez dostawców jak i przez odbiorców. Klasyfikacja taka oparta jest na konstrukcji wieloszczeblowej przy zastosowaniu różnych kryteriów podziału odpadów, jest dość szczegółowa i w miarę kompleksowa. Według niej odpady podzielono na 5 podstawowych rodzajów:

- metaliczne,
- niemetaliczne,
- mineralne,
- komunalne,
- energii cieplnej.

W drugim etapie klasyfikacji podstawą podziału poszczególnych rodzajów surowców wtórnych na grupy są ich źródła pochodzenia (miejsca powstawania).

W trzecim etapie przyjęto niejednolite kryteria dla poszczególnych rodzajów surowców wtórnych. W odniesieniu do metalicznych, niemetalicznych i energii przyjęto kryterium

surowcowe, dla mineralnych kryterium miejsca ich powstawania, natomiast dla komunalnych kryterium stanu skupienia.

W czwartym stopniu klasyfikacji za podstawę przyjęto kryterium właściwości fizyczno-chemicznych lub technologicznych. Omawiana klasyfikacja, mimo wielu niedoskonałości, umożliwia jednak objęcie nią wszystkich surowców wtórnych i może być wykorzystywana w praktyce gospodarczej [7].

Charakter, wielkość i uciążliwość wytwarzanych odpadów jest odzwierciedleniem prawidłowości stosowanej technologii produkcji, gospodarki zasobami i konsumpcji dóbr materialnych. Powstawanie odpadów w nadmiernej ilości jest oznaką nieprawidłowej gospodarki i należy dążyć do przewycięzania takiej tendencji, aby zapobiec degradacji środowiska.

Mając na uwadze względy środowiskowe, odpady klasyfikuje się jako substancje pochodzące z konsumpcji lub produkcji, zanieczyszczające środowisko:

- Do pierwszej grupy zaliczamy odpady komunalne - powstające w gospodarstwach domowych, a także odpady nie zawierające odpadów niebezpiecznych, pochodzące od innych wytwórców odpadów, które ze względu na swój charakter lub skład są podobne do odpadów powstających w gospodarstwach domowych [7].
- Do drugiej grupy zaliczamy odpady przemysłowe - będące produktami ubocznymi powstającymi w wyniku działalności gospodarczej. Ilość odpadów przemysłowych zależy od: stopnia rozwoju cywilizacji, struktury przemysłu, technologii i rozwoju gospodarki odpadami jako surowcami wtórnymi. W Polsce odpady przemysłowe stanowią ponad 90% całkowitej ilości odpadów wytwarzanych [3].

4. SPOSOBY I ZASADY ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW

W Unii Europejskiej odpady są zdefiniowane jako: „substancje lub przedmioty w kategoriach ustalonych w załączniku, które posiadacz usuwa lub których usuwanie zamierza przeprowadzić, albo ich usuwanie jest wymagane z mocy prawa krajowego”. Przy czym usuwanie - to wszystkie operacje, które nie prowadzą do możliwości odzyskania zasobów, recyklingu, regeneracji, bezpośredniego wtórnego użycia jako surowców wtórnych lub zastosowań alternatywnych, a zachodzą w praktyce np. przez:

- składowanie w ziemi lub na jej powierzchni,
- rozkład w glebie,
- odprowadzenie w głąb ziemi,
- retencję powierzchniową,
- inżynierskie wykorzystanie na powierzchni ziemi,
- odprowadzanie do wód powierzchniowych z wyłączeniem mórz i oceanów,
- odprowadzanie do mórz i oceanów, w tym lokowanie na ich dnie,
- spalanie na ziemi,
- spalanie na morzu,
- składowanie stałe,
- składowanie pośrednie na czas zastosowania jednego z wyżej wymienionych sposobów.

Ponadto przez odzyskiwanie rozumie się recykling, regenerację, bezpośrednie użycie jako surowców lub zastosowanie alternatywne, obejmujące takie operacje, jak:

- zastosowanie jako paliwa lub jako środka do wytwarzania energii,

- odzyskiwanie lub regeneracja rozpuszczalników,
- odzyskiwanie lub regeneracja substancji organicznych nie używanych jako rozpuszczalniki,
- odzyskiwanie lub regeneracja metali i ich związków,
- odzyskiwanie lub regeneracja innych materiałów nieorganicznych,
- regeneracja kwasów lub zasad,
- odzyskiwanie niektórych komponentów odpadów w celu obniżenia w nich zawartości zanieczyszczeń,
- odzyskiwanie komponentów z katalizatorów,
- wykorzystanie odpadów przez wprowadzenie ich do gleby, powodujące korzyści dla rolnictwa lub polepszenie sytuacji ekologicznej terenu,
- gromadzenie w celu poddania ich któremukolwiek z w/w działań [7].

Wydanie w/w ustawy o odpadach przybliżyło prawodawstwo polskie do unormowań prawnych UE. W rozdziale I, zatytułowanym „przepisy ogólne”, zaznaczono, że przepisy ustawy mają również zastosowanie do postępowania:

- ze zużytymi opakowaniami,
- z substancjami przeterminowanymi lub w uszkodzonych opakowaniach, nie nadającymi się do dalszego użytku,
- z masami ziemnymi lub skalnymi, jeżeli są usuwane lub przemieszczane w związku z realizacją inwestycji lub eksploatacją kopalin.

Tak więc każdy odpad powinien być zagospodarowany, w przeciwnym wypadku tracona jest praca uprzedmiotowiona (zawarta w środkach produkcji, a przenoszona na gotowe wyroby w procesie produkcji), ale też przyczynia się do degradacji środowiska naturalnego, przynosząc dodatkowe straty.

Odpad z chwilą jego zagospodarowania w ramach recyklingu staje się surowcem wtórnym. Kwalifikowanie poszczególnych materiałów do odpadów lub surowców jest determinowane przez dysponenta danego dobra, jak również technologie produkcji i systemy bytowo-gospodarcze na określonym terenie. Wspomniana Ustawa o odpadach wprowadziła pojęcie odzysku odpadów stanowiące w przybliżeniu synonim pojęcia wykorzystanie. Zgodnie z ustawą pod pojęciem odzysku rozumie się wszelkie działania, niestwarzające zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub dla środowiska, polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub w części lub prowadzące do odzyskania z odpadów substancji, materiałów lub energii i ich wykorzystania.

Nie wszystkich odpadów można uniknąć, tak jak nie wszystkie rodzaje produktów poddają się wielokrotnemu użyciu. Odpady, których nie da się uniknąć ani używać wielokrotnie należy poddać segregacji, aby odzyskać te, które nadają się do ponownego przetworzenia, czyli recyklingu.

Zgodnie z ustawą o odpadach wyróżnia się generalnie dwa podstawowe kierunki wykorzystania (odzysku) odpadów, a mianowicie [8]:

1. odzysk energii - rozumie się przez to termiczne przekształcanie odpadów w celu odzyskania energii;
2. recykling - jest taki odzysk, który polega na powtórny przetwarzaniu substancji lub materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym w celu uzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub o innym przeznaczeniu, w tym też recykling organiczny, z wyjątkiem odzysku energii.

Recykling, który można w przybliżeniu określić odzyskiem materiałowym, prowadzi zatem do:

1. uzyskania z odpadów substancji lub materiałów o pierwotnym przeznaczeniu przez:
 - ponowne wykorzystanie;
 - odzyskiwanie;
2. uzyskania substancji lub materiałów o innym przeznaczeniu.

Ponowne wykorzystanie oznacza, że odpad jest skierowany do użytku w swej oryginalnej formie po ewentualnym oczyszczeniu, dezynfekcji i innych operacjach przywracających mu wartość użytkową. Przykładem ponownego wykorzystania są opakowania wielokrotnego użytku.

W procesie postępowania z odpadami wyróżnia się trzy podstawowe metody unieszkodliwiania odpadów, do których należą [8]:

1. składowanie na wysypiskach,
2. termiczne unieszkodliwianie (spalanie),
3. kompostowanie.

Unieszkodliwianie odpadów polega na poddaniu odpadów procesom przekształceń biologicznych, fizycznych lub chemicznych w celu doprowadzenia ich do stanu, który nie stwarza zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub dla środowiska.

Wykorzystanie odpadów jest jednym z podstawowych elementów składowych każdego systemu gospodarowania odpadami. Ważną więc sprawą w gospodarce odpadami jest rozpoznanie komponentów odpadów w aspekcie potrzeby i możliwości ich wtórnego wykorzystania. Wydzielenie z masy odpadów grup czy składników możliwych do wykorzystania warunkowane również będzie potrzebą minimalizacji obciążenia środowiska odpadami lub pochodnymi procesu ich unieszkodliwiania.

Jak już wcześniej wspomniano **recykling** to odzysk, który polega na powtórny przetwarzaniu substancji lub materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym tj. poprzez sortowanie lub rozdzielanie w celu uzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub wtórnym, nadającym się do wykorzystania.

Rozróżnia się następujące rodzaje recyklingu:

- Recykling materiałowy polega na wtórnym wykorzystaniu odpadów, w którym zużyte wyroby są zwracane jako surowce wtórne do ponownego przetworzenia na nowe produkty. Innymi słowy jest to ponowne, bezpośrednie przetworzenie odpadów.
- Recykling chemiczny (surowcowy) polega na rozłożeniu makrocząstek na frakcje o mniejszej masie cząsteczkowej. Może to nastąpić np. metodą pirolizy, uwodornienia lub hydrolizy. Uzyskane frakcje o mniejszej masie cząsteczkowej mogą być następnie ponownie użyte w syntezie. Najczęściej stosowana piroliza polega na zgazowaniu odpadów w temperaturze 500 - 800°C, przy bardzo ograniczonym dostępie powietrza lub bez tego dostępu, przeprowadzonym w specjalnych urządzeniach. Efektem tego procesu jest uzyskiwanie takich produktów, jak: olej opałowy, gaz, koks, para wodna a także zmniejszenie o około 70 % ilości odpadów przeznaczonych do składowania.
- Recykling termiczny polega na spalaniu odpadów w specjalnie na ten cel budowanych zakładach. Celem spalania jest zmniejszenie masy i objętości odpadów oraz odzyskiwanie zawartej w nich energii.

Głównym celem termicznego unieszkodliwiania odpadów jest zmniejszenie ich objętości (masy), gdyż ogromne ilości odpadów wytworzone przez ludzi zanieczyszczają

środowisko, tam gdzie są składowane. Przede wszystkim brakuje jednak odpowiednich miejsc na ich składowanie. Dotyczy to nie tylko Polski. Jest to problem o skali światowej, szczególnie ważny w krajach o rozwiniętych technologiach przemysłowych.

W technice istnieją obecnie trzy metody termicznej likwidacji odpadów: likwidacja przez spalanie w obecności tlenu (centrum recyklingu), likwidacja pirolityczna bez dostępu tlenu (utyliczator pirolityczny), likwidacja w plazmie (reaktor plazmowy).

Likwidacja odpadów metodą klasyczną – to jest w obecności powietrza, czyli spalanie.

Do współcześnie stosowanych lub oczekujących na przemysłowe wdrożenie technologii termicznego unieszkodliwiania odpadów należą następujące rozwiązania konstrukcyjne [6]:

- instalacja z paleniskami rusztowymi,
- piece obrotowe,
- instalacje ze spalaniem w różnych odmianach warstwy fluidalnej,
- instalacje wykorzystujące proces pirolizy, zgazowania bądź kombinację tych procesów łącznie z procesem spalania

5. ELEMENTY LOGISTYCZNEGO SYSTEMU GOSPODARKI ODPADAMI

Problemy gospodarowania odpadami coraz częściej znajdują się w gestii logistyków, dlatego znalazły one swoje odzwierciedlenie w rozwijającej się logistyce zwanej zwrotną. Jest ona również znana w krajowej literaturze przedmiotu pod pojęciem logistyki: odwrotnej, utylizacji, odpadów, odwróconej, ekologii oraz logistyki powtórnego zagospodarowania [3].

Logistyka zwrotna obejmuje ogół procesów zarządzania przepływami odpadów (w tym również produktów pełnowartościowych i uszkodzonych, ale uznanych przez ich dysponentów za odpady) i informacji (związanych z tymi przepływami), od miejsc ich powstawania (pojawiania się w systemie logistycznym) do miejsca ich przeznaczenia w celu ich ponownego użycia, odzyskania wartości (poprzez naprawę, recykling lub przetworzenie) lub właściwego ich unieszkodliwienia i długoterminowego składowania w taki sposób, by przepływy te były efektywne ekonomicznie i minimalizowały negatywny wpływ na środowisko naturalne człowieka [9].

Logistyka odpadów stanowi czwarty, bardzo ważny składnik łańcucha logistycznego, po logistyce zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji. Polega ona na zbiorce, gromadzeniu, usuwaniu i kierowaniu do utylizacji lub nieuciążliwej dla społeczeństwa i środowiska likwidacji odpadów. Ponieważ bodźcem do ich podejmowania i celem są postulaty ekologiczne, najtrafniejszym określeniem dla takich badań i działań wydaje się właśnie logistyka. Termin ten opisuje zintegrowany proces, który [1]:

- opiera się na koncepcji zarządzania recykulacyjnymi przepływami materiałów odpadowych oraz sprzężonych z nimi informacjami;
- zapewnia gotowość i zdolność organizacyjną do unieszkodliwienia i recyklingu tego typu materiałów według przyjętych zasad technicznych i procesowych spełniających wymogi normalizacyjne i prawne ochrony środowiska;
- umożliwia podejmowanie technicznych i menedżerskich decyzji w kierunku zmniejszania tych negatywnych skutków oddziaływań na środowisko, które towarzyszą łańcuchom dostaw zaopatrzeniowych, produkcyjnych, dystrybucyjnych i serwisowych w gospodarce.

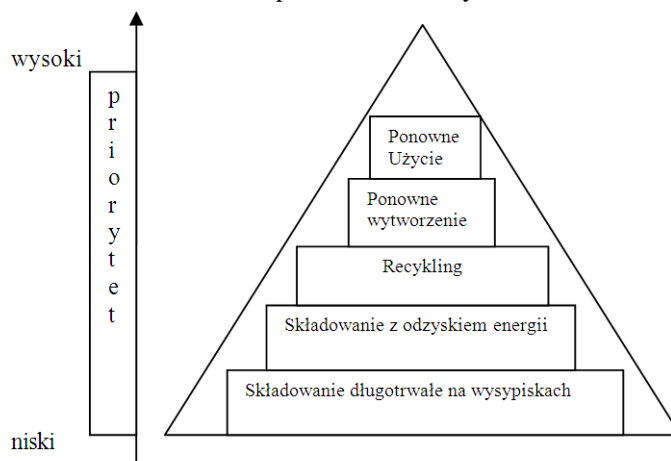
Niezwykle ważnym zadaniem logistyki jest rozwiązywanie problemów organizacyjnych, technicznych i ekonomicznych dotyczących pozostałości poutylizacyjnych oraz odpadów nienadających się do utylizacji, lecz wymagających nieuciążliwej i niezagrażającej środowisku naturalnemu likwidacji.

Celem logistyki zwrotnej jest poszukiwanie najdogodniejszych rozwiązań organizacyjnych i kosztowych, jeśli chodzi o procesy transportu i magazynowania, usuwania i utylizacji odpadów komunalnych za pomocą nowoczesnych metod zagospodarowywania odpadów jako surowców wtórnych, źródła energii itp. Zakres logistyki jest stosunkowo szeroki i obejmuje między innymi:

- edukację społeczeństwa w sprawach ekorozwoju,
- organizację segregowanej zbiórki odpadów,
- regularne usuwanie zebranych odpadów,
- dostarczanie wywożonych odpadów do zakładów utylizacyjnych, z którymi uprzednio zawarto wiążące porozumienie w tej sprawie,
- troskę o stan techniczny i estetykę elementów infrastruktury gromadzenia odpadów,
- lokowanie na wysypiskach odpadów nienadających się do utylizacji,
- specjalne traktowanie odpadów niebezpiecznych.

Przedmiotem logistyki zwrotnej, jak już wspomniano są przepływy odpadów (z zastrzeżeniem ich szerokiego rozumienia) oraz informacji związanych z tymi przepływami). W tym kontekście jednym z celów logistyki zwrotnej jest więc także integrowanie wymienionych przepływów w czasie i przestrzeni, aby optymalizując koszty przepływów, zapewnić właściwy stan środowiska naturalnego i minimalizować koszty ponoszone przez system logistyczny, w którym te odpady funkcjonują.

Najprostszą działalnością z punktu widzenia czynności logistycznych byłoby zapewne kierowanie wszystkich odpadów do długotrwałego składowania, integrując wszelkie możliwe przepływy odpadów i kierując je do wyznaczonych miejsc składowania. Z punktu widzenia zasad zrównoważonego rozwoju należy tak je organizować, by zachować hierarchię odzyskiwania wartości. Ta hierarchia została zaprezentowana na rysunku ...



Rys. Hierarchia odzyskiwania wartości z odpadów [3]

Zadania logistyki zwrotnej są konsekwencją przyjęcia takiego właśnie stanowiska. Do zadań logistyki odwrotnej należą m.in.:

- budowa systemów obrotu opakowaniami zwrotnymi bądź zarządzania przepływami wycofywanych w kanałach dystrybucji produktów gotowych w związku z ich czasową nieprzydatnością w poszczególnych ogniwach - sklepach detalicznych, hurtowniach;
- tworzenie sprawnych łańcuchów logistycznych (poziom „ponowne wytworzenie”),
- tworzenie sprawnego systemu sortowania, gromadzenia i odbioru zużytych dóbr oraz ich elementów składowych (poziom recyklingu),
- tworzenie sprawnego systemu sortowania, gromadzenia i odbioru zużytych dóbr oraz ich elementów składowych i dowozu do wysypisk śmieci bądź stacji utylizacji (poziomy: „składowanie z odzyskiem energii” oraz „długotrwałe składowanie”).

Warunkiem stosowania zasad logistycznych w gospodarowaniu odpadami jest istnienie odpowiedniego systemu logistycznego. Podejście systemowe jest kluczem do rozumienia logistyki i występuje ono zarówno na płaszczyźnie: przestrzennej, organizacyjnej, jak i informacyjnej. Logistycznie zintegrowany system gospodarki odpadami może być identyfikowany i konstruowany z punktu widzenia obszarów funkcjonalnych. Obszary funkcjonalne wyróżnia się ze względu na działalność, która związana jest z powstawaniem odpadów, transportem do obiektów gospodarki odpadami, składowaniem, gospodarczym wykorzystaniem i utylizacją (sfera realna) oraz działalności, która związana jest z regulacją i sterowaniem w systemie (sfera regulacji).

Do głównych składników logistycznie zintegrowanego systemu gospodarki odpadami można zaliczyć podsystem: gromadzenia odpadów, wywozu odpadów, gospodarczego wykorzystania, przetworzenia lub unieszkodliwiania odpadów, zgodnie z zaprezentowaną hierarchią odzyskiwania wartości z odpadów, obejmującą ponowne użycie, ponowne wytworzenie, recykling i składowanie [3].

Podstawowymi determinantami funkcjonowania logistycznie zintegrowanego systemu gospodarowania odpadami są:

- 1) ilość, charakter i rozmieszczenie przestrzenne odpadów,
- 2) stopień regularności i dynamika wytwarzania odpadów,
- 3) przyjęte zasady realizacji ochrony środowiska,
- 4) czynniki przestrzenno-urbanistyczne: struktura i ukształtowanie sieci osadniczej regionu, możliwości lokalizacji obiektów systemu, trasy komunikacyjne, przestrzenna struktura działalności gospodarczej itp.,
- 5) ogólne standardy oraz miejscowe (lokalne i regionalne) wymagania dotyczące dopuszczalnych obciążeń elementów środowiska [5].

Wyrazem dostosowania struktury systemu do realizacji przypadających nań zadań jest jego sprawność, niezawodność, dostępność dla użytkowników, przepustowość eksploatacyjna (odpowiednia częstotliwość wywozu i przeróbki odpadów z danego obszaru), podatność systemu na zmiany, stopień spełniania wymagań przepisów prawnych oraz wpływ obiektów systemu na środowisko.

6. WNIOSKI

W ramach wdrażania idei równoważonego rozwoju państwa europejskie coraz więcej uwagi poświęcają problemom utylizacji i gospodarczemu wykorzystaniu odpadów. W obszarze polityki dotyczącej gospodarki odpadami mieści się szerokie spektrum

różnorodnych zagadnień, w tym: zagadnienia legislacyjne, organizacyjne, ekonomiczne, techniczne i technologiczne.

Zgromadzone na składowiskach odpady mają duże znaczenie jako potencjalne surowce wtórne, których wartość szacuje się na kilkaset milionów dolarów. Około 25% tej sumy stanowi węgiel, 35% - cynk, ołów, żelazo i inne metale, a pozostałe 40% przypada na składniki, takie jak: iły, popioły, mikro sfery, żużle, odpady skalne, kruszywa itp.

Problem gospodarki odpadami, oprócz znaczenia środowiskowego, związany jest również z szukaniem możliwości obniżki kosztów własnych przedsiębiorstw i kosztów społecznych, a także z organizacją łańcucha logistycznego – jako jego ogniwo. Materiały odpadowe (złom, makulatura, odpad radioaktywny i inne) występują jako produkt uboczny procesów produkcyjnych i dystrybucyjnych. Mogą być one zużyte np. w innych procesach produkcyjnych lub trzeba nimi inaczej zadysponować. Bez względu na to, jaki jest to produkt uboczny - do zadań logistycznych należy skuteczny i efektywny transport oraz składowanie. Gdy odpady będą ponownie zużyte – zadaniem logistycznym będzie zarządzanie ich przepływem do miejsc powtórnego wykorzystania w procesach produkcyjnych, bądź utylizacyjnych

7. BIBLIOGRAFIA

- [1]. Dembińska-Cyran I., Jedliński M., Milewska B, *Logistyka – wybrane zagadnienia do studiowania przedmiotu*, Szczecin, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, 2001.
- [2]. Dz.U. nr 62 z 2001r., poz. 628.
- [3]. Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak S (red.): *Logistyka*, Poznań, Biblioteka Logistyka 2009.
- [4]. Korzeń Z., *Logistyka recykulacji odpadów - istota i cele główne*, część I, „Logistyka” nr 1/ 1996.
- [5]. Korzeń Z.: *Ekologistyka*, Poznań. Biblioteka Logistyka 2001.
- [6]. Pająk T., *Termiczna utylizacja odpadów komunalnych jako element współczesnej kompleksowej gospodarki komunalnej*. Przegląd Komunalny, Nr 3/98.
- [7]. Rosik - Dulewska Cz: *Podstawy gospodarki odpadami*, Warszawa, PWN, 2000.
- [8]. Skalmowski K., *Poradnik gospodarowania odpadami*, Wydawnictwo VERLAG DASHÖFER Sp.z o. o.
- [9]. Szoltysek J., *Logistyka zwrotna – Reverse Logistics*, Poznań, Instytut Logistyki I Magazynowania 2009 .