

Marian Kopczewski<sup>1</sup>  
 Bartłomiej Pączek<sup>2</sup>  
 Sebastian Niedźwiedzki<sup>3</sup>

## Gospodarka odpadami w bazach morskich

### Wstęp

Gospodarka odpadami jest jednym z najpoważniejszych problemów współczesnej cywilizacji w dziedzinie ochrony środowiska. Wraz z rozwojem gospodarczym i technicznym człowiek stał się największym producentem odpadów w przyrodzie. Dotyczy to zarówno odpadów komunalnych jak i przemysłowych. Postępująca industrializacja i koncentracja ludności w miastach oraz chęć ułatwienia sobie życia doprowadziły do gwałtownego wzrostu ilości odpadów, co stanowi poważny problem. Jego rozwiązaniem może być jedynie kompleksowa i racjonalna gospodarka odpadami we wszystkich podmiotach gospodarczych, w tym w bazach morskich. rozumianych jako obszar na wybrzeżu morskim przeznaczony do bazowania marynarki wojennej obejmujący odpowiednio wyposażony i urządzony obszar wybrzeża morskiego z przylegającym do niego akwenem, służący do zabezpieczenia bojowej i codziennej działalności okrętów i jednostek marynarki wojennej.

Bazy morskie dzielą się na: główne i operacyjne, a te na stałe i manewrowe. W skład bazy morskiej wchodzi:

- punkty bazowania (porty) z miejscami i urządzeniami do postoju okrętów, pobierania i uzupełniania zapasów amunicji, paliwa, żywności, wody słodkiej, umundurowania;
- punkty poboru energii elektrycznej, pary i sprężonego powietrza;

- składy do przechowywania uzbrojenia i wszelkiego rodzaju zaopatrzenia;
- stocznie okrętowe produkcyjne i remontowe;
- zakłady i warsztaty remontowe uzbrojenia i techniki okrętowej;
- centrale radiowe i przewodowe;
- stacje radiotechniczne i inne środki do wykrywania nieprzyjaciela;
- koszary, domy mieszkalne, szpitale, łaźnie, pralnie, kluby itp.

Ponadto w skład bazy morskiej wchodzi odpowiednie siły i środki do jej obrony od strony morza, lądu i z powietrza. Powyższe wskazuje że brak jest elementów systemu gospodarki odpadami, zwanych komunalnymi.

### Zagadnienia realizacji ustawodawstwa Unii Europejskiej w dziedzinie gospodarki odpadami

Rozwój gospodarczy, pociągający za sobą wzrost produkcji i konsumpcji spowodował na całym świecie zwiększoną produkcję odpadów. Problemy związane ze skutkami środowiskowymi zwiększającej się ilości i toksyczności odpadów znacząco nasiliły się w ciągu minionego dwudziestolecia. Niewłaściwa gospodarka odpadami stała się przyczyną licznych przypadków zanieczyszczenia gleby i wód gruntowych oraz stanowi zagrożenie dla zdrowia ludności. Z wielu powodów znajomość ustawodawstwa Unii Europejskiej jest przydatna władzom lokalnym, w tym jednostkom MW. Należy zdawać sobie sprawę, że mamy do czynienia z sytuacją dynamiczną. Jednak w podstawowych zasadach polityki UE od wielu lat nie zachodziły istotne zmiany, a były one zawarte w dyrektywach, których nie respektowało wojsko, w tym MW.

Podstawową jest **Dyrektywa Ramowa nr 75/442/EEC w sprawie gospodarki odpadami**, która zapewnia podstawy unikania wytwarzania odpadów, gospodarowania nimi i ich usuwania. Dyrektywa zawiera podstawowe definicje odpadów, wytwórcy od-

<sup>1</sup> Dr hab. inż. Marian Kopczewski, prof. nadzw. AMW, Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni

<sup>2</sup> Dr inż. Bartłomiej Pączek, r, Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni

<sup>3</sup> Sebastian Niedźwiedzki, Wyższa Szkoła Bezpieczeństwa w Poznaniu

padów, posiadacza odpadów, manipulowania odpadami, usuwania, odzysku i zbiórki odpadów. W szczególności, dyrektywa w sprawie gospodarki odpadami ustala następujące zasady gospodarki odpadami:

- **zasada zapobiegania wytwarzaniu odpadów:** promocja czystych technologii i produktów, redukcja zagrożenia stwarzanego przez odpady, ustanowienie norm technicznych i prawdopodobnie unijnych przepisów dotyczących ograniczenia zawartości niektórych substancji niebezpiecznych w produktach, promocja systemów recyklingu i ponownego użycia odpadów, odpowiednie stosowanie instrumentów ekonomicznych, eko-równowaga, systemy audytu środowiskowego, analiza obiegu odpadów oraz programy działań mających na celu informowanie i edukację konsumentów oraz rozwijanie systemu eko-labellingu;
- **zasada odzysku:** należy stworzyć preferencje dla odzysku surowców ponad odzyskiem energii. Zasada ta odzwierciedla większą skuteczność odzysku surowców niż odzysku energii w kontekście zapobiegania wytwarzaniu odpadów;
- **zasada bezpiecznego usuwania odpadów:** należy dołożyć szczególnych starań w celu unikania, w miarę możliwości, spalania odpadów bez odzysku energii. Niekontrolowane wysypiska i obszary zanieczyszczone stanowią dwa problemy wymagające specjalnych, zdecydowanych działań na różnych poziomach;
- **zasada "wytwórca płaci":** dyrektywa określa odpowiedzialność finansową wytwórcy odpadów za odzysk lub usunięcie odpadów i stwierdza, że powstałe w związku z tym koszty muszą być pokryte przez posiadacza lub poprzedniego posiadacza odpadów.

Ponadto, plany dotyczące gospodarki odpadami muszą obejmować całość terytorium kraju i zawierać postanowienia dotyczące odpadów ogółem, odpadów niebezpiecznych i opakowań. Przygotowanie tych planów zwykle związane jest z zaangażowaniem miejscowości i lokalnych mieszkańców w celu znalezienia najbardziej odpowiadającego im rozwiązania problemu odpadów, dotyczy to również baz MW. Wiążą się z nimi następujące **zagadnienia realizacyjne:**

- System gospodarki odpadami w UE zakłada istnienie odpowiednich systemów administracyjnych na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym oraz odpowiedniej infrastruktury do celów bezpiecznego odbioru, sortowania, transportu, recyklingu, odzysku surowców i energii oraz usuwania różnych typów odpadów;

- Podczas przygotowywania krajowych przepisów prawnych należy zwracać szczególną uwagę na definicje zawarte w dokumentach UE, szczególnie w odniesieniu do kategorii odpadów, definicji "gospodarki", "posiadacza", "odbioru" i "odzysku" oraz na hierarchię zasad przeróbki odpadów i zasadę "wytwórca płaci", zasadę bliskości i samowystarczalności;
- Dla celów realizacji Dyrektywy ramowej w sprawie gospodarki odpadami należy wyznaczyć kompetentne władze. Konieczne będą odpowiednie struktury administracyjne na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym;
- Właściwa realizacja Dyrektywy musi obejmować konsultację i współpracę z przemysłem, handlem i szeroką rzeszą konsumentów. Społeczeństwo musi być informowane;
- Regionalne plany gospodarki odpadami lub plany stanowiące część strategicznych planów narodowej gospodarki odpadami muszą być przygotowywane z dużym wyprzedzeniem;
- Należy ustanowić systemy licencjonowania działalności w zakresie usuwania i przeróbki odpadów oraz rejestry lub systemy licencjonowania profesjonalnych odbiorców i transporterów odpadów lub profesjonalnych brokerów usług w zakresie usuwania i przeróbki odpadów;
- Należy wprowadzić jasne instrumenty ekonomiczne takie, jak podatki, opłaty i systemy depozytów w celu stymulowania działań zmierzających do minimalizacji ilości odpadów.

Z kolei **Dyrektywa nr 99/31/EEC w sprawie wysypisk odpadów**, stosuje się do nowych i istniejących wysypisk, przyjmujących odpady od osób trzecich oraz zakładowych wysypisk odpadów przemysłowych. Wprowadza ona podania o zezwolenie na składowanie odpadów oraz specyfikacje techniczne dotyczące projektowania, eksploatacji, monitorowania, zamykania i utrzymywania zamkniętych wysypisk wszystkich typów. Wysypiska klasyfikowane są w zależności od rodzaju przyjmowanych odpadów: niebezpiecznych, nie niebezpiecznych i obojętnych. Operatorzy wysypisk będą zobowiązani do zapewnienia gwarancji finansowych na pokrycie kosztów eksploatacji wysypiska. Władze muszą być informowane o wystąpieniu negatywnego wpływu wysypiska na środowisko.

Dyrektywa stawia również wymóg wstępnej przeróbki odpadów, w tym sortowania, i zabrania mieszania różnych typów odpadów na wysypisku (współ-

nego składowania) oraz przyjmowania na wysypisko zużytych opon.

W celu zmniejszenia ogólnej emisji metanu, Dyrektywa zmierza do zmniejszenia ilości biodegradowalnych odpadów komunalnych przekazywanych na wysypiska. Zarówno na nowych, jak i istniejących wysypiskach metan będzie musiał być odbierany i zużywany lub spalany.

W Artykule 5 Dyrektywy stwierdza się, że kraje członkowskie wdrożą narodową strategię zmniejszenia ilości biodegradowalnych odpadów komunalnych przekazywanych na wysypiska. Odpady biodegradowalne zdefiniowane są jako żywność, odpady ogrodnicze, papier i kartonaże. Strategia taka ma zapewnić zmniejszenie ilości biodegradowalnych odpadów komunalnych do poziomu:

- 75% łącznej ilości tych odpadów wytworzonych w 1995r. (w ciągu 5 lat od wejścia Dyrektywy w życie);
- 50% łącznej ilości tych odpadów wytworzonych w 1995r. (w ciągu 8 lat od wejścia Dyrektywy w życie);
- 35% łącznej ilości tych odpadów wytworzonych w 1995r. (w ciągu 15 lat od wejścia Dyrektywy w życie).

Obejmuje ona następujące zagadnienia realizacyjne:

- Ze względu na to, że wysypiska stanowią najbardziej rozpowszechnioną i najtańszą metodę usuwania odpadów, przy jednoczesnym częstym braku norm, zaleca się krajom członkowskim dopasowanie nowych przepisów prawnych w dziedzinie eksploatacji wysypisk do postanowień Dyrektywy.
- Wymogi Dyrektyw powinny zostać wcielone do narodowych strategii i planów gospodarki odpadami zgodnie z Dyrektywą Ramową. Plany takie muszą zawierać identyfikację wysypisk nie objętych proponowaną Dyrektywą.
- Ponieważ efektywna strategia zmniejszania ilości odpadów przekazywanych na wysypiska wymagać będzie udziału i aktywnego wsparcia ze strony wszystkich kręgów gospodarczych i społecznych, konieczna będzie realizacja kampanii edukacyjnych i wprowadzenie instrumentów ekonomicznych.
- Należy zapewnić rezerwy budżetowe na poziomie krajowym i innych poziomach administracji w celu zapewnienia klarowności i dostępności funduszy na utrzymanie zamkniętych składowisk zgodnie z wymogami Dyrektywy.

Szczególnie istotna jest Dyrektywa z 1989r. w sprawie spalarni odpadów komunalnych (Dyrektywa nr 89/369/EEC i 89/429/EEC), która określa dopuszczalne wartości emisji ze spalarni odpadów komunalnych. Te dwie Dyrektywy powiązane są z Dyrektywą Ramową nr 84/360/EEC w sprawie zwalczania zanieczyszczeń powietrza pochodzących z zakładów przemysłowych. Regulują one kwestie związane z wydaniem zezwoleń, projektowaniem, wyposażaniem, eksploatacją i składaniem raportów dotyczących spalarni odpadów komunalnych. Obejmując następujące zagadnienia realizacyjne:

- Wytyczne dotyczące budowy nowych spalarni odpadów komunalnych muszą stanowić część narodowych strategii gospodarki odpadami i ochrony powietrza w celu uzyskania zgodności z celami zarządzania jakością środowiska.
- Kraje członkowskie mogą określić dodatkowe limity emisji w celu uwzględnienia specyficznych technologii lub emisji potencjalnie szkodliwych.
- Należy opracować procedury gospodarki odpadami i kontroli odpadów w celu uniknięcia niewłaściwego lub nielegalnego użytkowania spalarni poprzez spalanie typów odpadów, do których spalarnie te nie są przystosowane lub na które nie mają zezwolenia.
- Należy opracować odpowiednie programy zapewniające zgodność małych, istniejących spalarni z wymogami Dyrektywy.

### **Gospodarka odpadami komunalnymi w bazach morskich**

Podstawą prawidłowej gospodarki odpadami jest ich selektywna zbiórka (rozwiązanie niepopularne wśród społeczeństwa), bądź wstępna selekcja w specjalnym zakładzie przeróbki odpadów (metoda droższa stosowana również w bazach morskich we Włoszech, Holandii, Niemczech, Danii). Selekcja odpadów umożliwia powtórne ich wykorzystanie - recykling, do którego nadaje się większość odpadów komunalnych. Istotnym problemem przy selektywnej zbiórce odpadów jest jej skuteczność. Doświadczenia krajów, i ich sił zbrojnych, które selektywną zbiórkę odpadów prowadzą od wielu lat, nie są optymistyczne - średni odzysk surowców wtórnych (papieru, szkła) z odpadów komunalnych bardzo daleki jest od 100%, a kształtuje się na poziomie 60% [1]. Należy jednak pamiętać, że kluczowe znaczenie w organizacji selektywnej zbiórki odpadów ma ekonomia, bo powodzenie recyklingu

uwarunkowane jest głównie opłacalnością. Termin "odpady komunalne" odnosi się do odpadów pochodzących z: gospodarstw domowych, działalności komercyjnej, handlu, przedsiębiorstw (w tym baz morskich), nie obejmuje: osadów ściekowych, odpadów chemicznych, odpadów toksycznych i niebezpiecznych.

Niepokojąca jest sytuacja w zakresie gospodarki odpadami komunalnymi w polskich dużych miastach, w których zagospodarowywanych jest jedynie około 2% odpadów komunalnych (dane za rok 2000 [1]). Podstawowe tego przyczyny to wieloletnie zaniedbania, brak kapitału na inwestycje i niska świadomość społeczeństwa.

Jak zatem należy postępować z odpadami komunalnymi? Jedynym sensownym rozwiązaniem jest naśladowanie krajów Unii Europejskiej, tzn. wprowadzenie spalania jako podstawowego procesu w gospodarce odpadami, których miejsce w bazach morskich jest szczególne. Alternatywnym rozwiązaniem jest składowanie - trudne jednakże do pogodzenia z unijnym prawodawstwem. Innych dróg nie ma. Selektynna zbiórka, recykling i kompostowanie są wskazane, gdyż ułatwiają prowadzenie racjonalnej gospodarki odpadami, ale podkreślić należy, że metody te stanowią zaledwie kilkunastoprocentowy margines w krajach Unii Europejskiej i trudno oczekiwać, że w Polsce będzie inaczej [1].

Alternatywa: spalanie czy składowanie odpadów, też nie jest do końca prawdziwa. Składowisko będzie potrzebne zawsze, choćby do gromadzenia na nim produktów pozostałych po spalaniu, ale te pozostałości stanowią tylko około 7% początkowej masy odpadów komunalnych, co w widoczny sposób wydłuży czas eksploatacji składowiska. Analizując dane dotyczące bilansu nowoczesnej spalarni należy oczekiwać, że przy jej istnieniu na składowisko trafiać będzie rocznie ok. 11 tysięcy ton pozostałości po spalaniu, zamiast 250÷300 tys. ton odpadów komunalnych [1].

Podsumowując powyższe argumenty, można zaproponować dla miast polskich, w tym obiektów wojskowych jakimi są też bazy morskie, schemat kompleksowej gospodarki odpadami komunalnymi przedstawiony na rys. 1 [1]. Jest on zbliżony do systemów działających w Unii Europejskiej i wydaje się być rozwiązaniem optymalnym.



**Rys. 1. Schemat systemu kompleksowej gospodarki odpadami komunalnymi w bazach morskich**

Źródło: Zarzycki R., Wielgoński G.: *Gospodarka odpadami komunalnymi w metropoliach polskich*, Materiały III Międzynarodowej Konferencji "Spalanie odpadów - technologie i problemy", Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, Szczyrk 30.09-02.10.1997, s. 1-18.

### Spalarnie odpadów komunalnych

Spalanie odpadów budzą wiele kontrowersji i emocji, jednak są skuteczną i powszechną w Unii Europejskiej metodą usuwania odpadów. Udział odpadów tak unieszkodliwianych wynosi 40÷60% ogółu odpadów komunalnych [2]. Spalarnie odpadów pozwalają na zmniejszenie ilości odpadów kierowanych na składowisko o około 2/3 oraz na odzysk znaczącej ilości energii [1].

Obecnie budowane spalarnie, bądź ostatnio zmodernizowane, a także oddane do użytku w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, zostały zaprojektowane z myślą o spełnianiu najbardziej rygorystycznych norm w zakresie zawartości substancji toksycznych w spalinach [1].

W tabeli 1 zestawiono wymogi, jakie muszą spełniać spaliny ze współczesnych spalarni odpadów komunalnych. Analizując tę tabelę, widać że najostrożniejsze przepisy dotyczące kontroli emisji zanieczyszczeń ze spalarni wprowadzono w Niemczech. Podobnie Austria, Holandia i Szwajcaria, bazując na dyrektywie Unii Europejskiej, wprowadziły własne uregulowania prawne, które są bardziej restrykcyjne i kompleksowe niż wymogi Unii Europejskiej [1 i 2].

Z punktu widzenia budowy nowoczesnej spalarni odpadów komunalnych, można wyróżnić następujące elementy [1]:

- zasobnik odpadów,
- kocioł do spalania odpadów z rusztem i systemem wytwarzania pary,
- układ oczyszczania spalin,
- system odprowadzania żużla z kotła,
- system oczyszczania i regeneracji absorbentów,
- komin.

Najważniejszym elementem spalarni z punktu widzenia ochrony środowiska jest układ oczyszczania

spalin i powiązany z nim system oczyszczania i regeneracji absorbentów. Instalacje oczyszczania spalin stają się obecnie coraz bardziej rozbudowane. Zwykle w ich skład wchodzi następujące urządzenia [1]:

- system odpylania spalin (elektrofiltr, bateria cyklonów lub rzadziej filtry tkaninowe) - jest on bardzo ważny, gdyż pył jest nośnikiem emisji metali ciężkich, a jego cząsteczki są doskonałym sorbentem dioksyn,
- układ mokrego oczyszczania - zwykle dwustopniowy; w pierwszym stopniu następuje schłodzenie spalin wodą i absorpcja chlorków i fluorków, a w drugim absorpcja gazów kwaśnych w zawiesinie wodorotlenku lub  $\text{CaCO}_3$ ,

- opcjonalnie - system usuwania  $\text{NO}_x$  realizowany dwiema technikami: SNCR - selektywna niekatalityczna redukcja; polega na wprowadzeniu do komory spalania amoniaku lub mocznika, które w temperaturze około  $100^\circ\text{C}$  redukują  $\text{NO}_x$  do wolnego azotu, SCR - selektywna katalityczna redukcja; polega na podgrzaniu gazów spalinowych oczyszczonych z pyłu i gazów kwaśnych do temperatury około  $300^\circ\text{C}$  i wymieszaniu z amoniakiem, a następnie skierowaniu ich na złoża katalityczne, gdzie  $\text{NO}_x$  są redukowane do wolnego azotu.

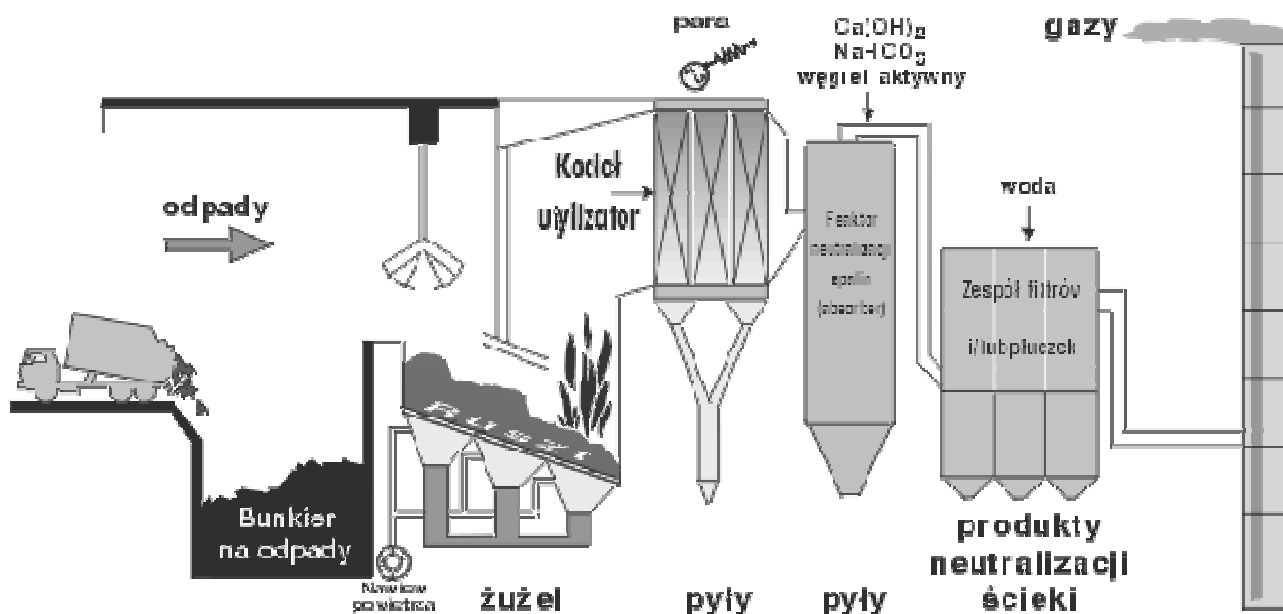
**Tabela 1. Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń w spalinach pochodzących ze spalania odpadów komunalnych [1] w wybranych państwach UE**

Rodzaj substancji	Dopuszczalne stężenie w gazach spalinowych [mg/m <sup>3</sup> ]					
	Dyrektywa 89/369/EE C 1989	Austria LRG-K/LRV-K 1988/89	Niemcy 17BjMSchV 1990	Szwajcaria LRV 1992	Holandia RV 1989	Dania
Pył	30	15	10	10	5	30
Dwutlenek siarki	300	50	50	50	40	300
Dwutlenek azotu	-	100	200	80	70	-
Tlenek węgla	100	50	-	50	50	100
Chlorowodór	50	10	10	20	10	50
Fluorowodór	2	0,7	1	2	1	2
Metale ciężkie: Pb+Cu+Cr+Mn	5	2	0,5	1,0 (Pb+Zn)	1	5
Metale ciężkie: As+Ni	1	0,5	0,5	-	-	1
Kadm - Cd	0,2	0,05	0,05	0,1	0,05	0,2
Rtęć - Hg	0,2	0,05	0,05	0,1	0,05	0,2
Całkowity tlen organiczny (TOC)	20	20	10	20	10	20
PCDD/PCDF [ng TEQ/m <sup>3</sup> ]	-	0,1	0,1	-	0,1	-
Amoniak	-	-	-	5	-	-

Analiza bilansu masowego spalarni [1] wykazuje, że około 30% masy odpadów wprowadzanych do spalania stanowi powstający podczas spalania żużel (który znów w ok. 85% może być użyty za kruszywo do budowy dróg), ok. 3% pył z odpylania spalin, ok. 0,5% odpad z oczyszczania i regeneracji absorbentów, ok. 5% stanowi złom stalowy kierowany do hut, zaś ok. 10% pozostały odpad (który wraz z pyłem i odpadem z oczyszczania i regeneracji absorbentów kierowany jest na składowisko. Można przyjąć, że w wyniku spalania na składowisko kierowane jest ok. 6,4% początkowej masy odpadów.

- dozowanie koksu aktywnego eliminującego dioksyny, a następnie odpylanie gazów spalinowych na filtrach tkaninowych,

Analizując z kolei bilans energetyczny spalarni odpadów komunalnych można ponadto stwierdzić, że średnia sprawność energetyczna spalarni wynosi ok. 40%, co nieco nawet przewyższa średnią sprawność elektrowni i elektrociepłowni w Polsce [1]. Każda spalarnia może być więc źródłem energii cieplnej i/lub elektrycznej, tym bardziej, że kaloryczność odpadów komunalnych, zależna od poziomu życia ludności i rozwoju gospodarczego, stale wzrasta - w Polsce wynosi  $6\div 9$  MJ/kg [1]. Za przykład niech służy spalarni odpadów komunalnych w bazie morskiej w Holandii, której schemat działania spalarni pokazano na rys. 2, natomiast jej podstawowe dane zamieszczono w tabeli 2.



Rys. 2 Schemat spalarni

Po rozładowaniu ciężarówek stałe odpady komunalne są gromadzone w zbiorniku o pojemności 8000 ton; część z nich jest rozdrabniana przed dalszą obróbką. Następnie odpady są ładowane dźwigami do koszy samowładowczych 3 pieców do spopielania. Tłoki w piecach przesuwają odpady z koszy do paleniska, gdzie są przejmowane przez ruchomy ruszt - ruch rusztu powoduje transport i mieszanie odpadów. Powietrze pierwotne (wdmuchiwane bezpośrednio do złoża odpadów) i powietrze wtórne (w większości z recykulacji gazów spalinowych) zapewniają dobrą kontrolę procesu spalania odpadów i całkowite ich spalanie.

Jedną z części systemu jest produkcja energii. Po spalaniu, gazy spalinowe są schładzane w kotle parowym, w którym z wody otrzymuje się parę o temperaturze 400°C i ciśnieniu 40 bar. Para kierowana jest na turbinę mocy i generator energii elektrycznej. Całkowita produkcja energii elektrycznej wynosi 42 MW, z czego 7 MW wykorzystuje zakład, a 35 MW jest dostarczane do sieci. Dzięki tej zamianie odpadów na energię oszczędza się 60 mln m<sup>3</sup> gazu naturalnego w ciągu roku [3].

Największą część całej instalacji stanowią układy oczyszczania gazów spalinowych. Po opuszczeniu kotłów parowych są one oczyszczane z niemal wszystkich szkodliwych dla środowiska substancji. Za usunięcie określonych składników z gazów spalinowych odpowiadają poszczególne sekcje instalacji oczyszczania.

Najpierw gazy spalinowe o temperaturze 185÷210°C przechodzą przez elektrofiltr, w którym usuwa się 99% popiołów lotnych, następnie przez suszarkę rozpryskową i kolejny elektrofiltr. Dalej kierowane są do płuczek wieżowych, w których usuwane są składniki kwaśne i pozostałe metale ciężkie. Woda zużyta w płuczkach, wraz z usuniętymi z gazów substancjami, jest oczyszczana i filtrowana w oczyszczalni ścieków. Osad zdejmowany jest z filtra i stanowi odpad. W ten sposób uzyskuje się czysty ściek zawierający rozpuszczalne sole.

Po przejściu przez płuczki, temperatura gazów spalinowych spada od ok. 64°C. Przed ostatnim etapem oczyszczania gazy zostają podgrzane do 110°C. Po podgrzaniu, do gazów spalinowych wstrzykuje się kontrolowane ilości węgla aktywnego, z którym łączą się pozostałe jeszcze w gazach metale ciężkie i dioksyny.

W kominie jest zainstalowana aparatura pomiarowa, która w ciągły sposób kontroluje, czy gazy spalinowe spełniają wymagania określone w przepisach. Ścieki z oczyszczalni są odparowywane w suszarce rozpryskowej położonej za pierwszym elektrofiltrem.

W tabeli 3 porównano dane o emisji spalin ze spalarni z wymogami prawnymi obowiązującymi w UE [2 i 3]. Wynika z tego, że emisja zanieczyszczeń ze spalarni jest niższa od wymagań obowiązujących np. w Holandii. Spalarnia ta jest więc całkowicie bezpieczna dla środowiska.

Tabela 2. Ogólna charakterystyka zakładu

Całkowita wydajność	385.000 t/rok
Liczba linii pieca	3
Sposób działania	ciągły
Pozostałości	żużel, odpady, popioły lotne, sole, osad na filtrze
Produkcja energii elektrycznej	42 MW (35 MW do sieci, 7 MW na własny użytek)

Źródło: Verkuyl A.: *Spalarnie odpadów nowej epoki*, Materiały III Międzynarodowej Konferencji "Spalanie odpadów - technologie i problemy", Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, Szczyrk 30.09-02.10.1997, s. 41-45.

Zanieczyszczony węgiel wylapywany jest następnie przez filtr tkaninowy a gazy spalinowe są poddawane procesowi SCR, w którym zachodzi reakcja katalityczna między amoniakiem a  $\text{NO}_x$ . Wprowadzany  $\text{NH}_3$  powoduje rozkład  $\text{NO}_x$  do wody i  $\text{N}_2$ . Reakcja ta przebiega w temperaturze ok.  $300^\circ\text{C}$  a tę temperaturę uzyskuje się z ciepła wypływających gazów spalinywych (za pomocą wymienników ciepła).

Pozostały po spalaniu żużel transportowany jest do odrębnego zakładu utylizacji, w którym jest przerabiany na materiał budowlany (do budowy dróg), ale tam żużel podlega też regularnej kontroli. Poza tym z żużla odzyskuje się żelazo, które wraca ponownie do huty. Popioły lotne (zawierające metale ciężkie), po związaniu asfaltem, są znów wykorzystywane jako wypełniacz mas bitumicznych, część osadów jest składowana. Dalsze pozostałości z procesu oczyszczania gazów spalinowych to sole i osad na filtrze. Osad zawiera metale ciężkie usunięte z gazów spalinowych i dlatego pozostaje składowany zgodnie z wymogami ochrony środowiska.

Tabela 3. Dane dotyczące emisji ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )

Składniki emisji	Wymogi prawne wg RV 1898	Gwarantowana maksymalna emisja
Całkowity pył	5	3
HCl	10	5
HF	1	0,5
CO	50	25
$\text{C}_x\text{H}_y$	10	5
$\text{SO}_2$	40	30
$\text{NO}_x$	70	70
Cd.	0,05	0,02
Hg	0,05	0,03
Inne metale ciężkie	1,0	0,25
PCDD/PCDF (dioksyny) $\text{ng}/\text{m}^3$	0,1	0,05

Źródło: [www.otzo.most.org.pl/publikacje/fw/systemy/10rozdz.htm](http://www.otzo.most.org.pl/publikacje/fw/systemy/10rozdz.htm), Zintegrowane systemy gospodarki odpadami komunalnymi (rozdz. 10), Verkuyl A.: *Spalarnie odpadów nowej epoki*, Materiały III Międzynarodowej Konferencji "Spalanie odpadów - technologie i problemy", Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, Szczyrk 30.09-02.10.1997, s. 41-45.

### Podsumowanie

W Polsce powstaje rocznie około 250 milionów ton odpadów komunalnych, brak danych ile jest w wojsku, a szczególnie ile w bazach morskich, które niemal w całości są składowane. Krajowe technologie przetwarzania, wykorzystania i neutralizacji odpadów pozwalają na recykling tylko niewielkiego ułamka powstałych odpadów (ok. 5%). Dla porównania odpowiadające mu wykorzystanie odpadów w krajach wysokorozwiniętych osiąga wartość 40%, a odpadów przetworzonych 80%. Wartości te uzyskano przez system legislacyjny i społeczne uświadomienie skali problemu [4].

Strategia państw Unii Europejskiej w zakresie gospodarki odpadami została sformułowana na początku lat dziewięćdziesiątych. Główne jej zasady to przede wszystkim zapobieganie powstawaniu odpadów, wprowadzanie "czystszych" technologii, powszechny recykling oraz wykorzystanie odpadów jako źródła energii. Ostatecznym zaś „przeznaczeniem” odpadów powinny być spalarnie, tak aby po roku 2010 nie deponować już na składowiskach odpadów nie przetworzonych [1].

Pod tym względem w Polsce istnieje ponad 2000 zinwentaryzowanych składowisk odpadów powodujących nieracjonalne deponowanie pełnej masy odpadów. Procent powtórnego wykorzystania oraz recykling jest znikomy i dlatego w pełni uzasadnione są wszelkie inicjatywy mogące poprawić ten stan.

Trzeba, nawet wbrew opiniom głoszonym przez ruchy "ekologiczne", uznać, że spalanie odpadów powinno być u nas niezbędnym już dzisiaj zasadniczym elementem gospodarki odpadami.

Wydaje się, że najbardziej racjonalny system gospodarki odpadami został przedstawiony na rysunku 1. Wprowadzenie go w Polsce wymaga jednak wybudowania 10-15 nowoczesnych spalarni, w tym kilka dla potrzeb Sił Zbrojnych, a ile dla baz morskich?, co staje się wyzwaniem dla całego naszego społeczeństwa i wojska, w dobie poprawy stanu ochrony środowiska

### Streszczenie

Gospodarka odpadami jest jednym z najpoważniejszych problemów współczesnej cywilizacji w dziedzinie ochrony środowiska. Wraz z rozwojem gospodarczym i technicznym człowiek stał się największym producentem odpadów w przyrodzie. Dotyczy to zarówno odpadów komunalnych jak i przemysłowych. Postępująca industrializacja i koncentracja ludności w miastach oraz chęć ułatwienia sobie życia doprowadziły do gwałtownego wzrostu ilości odpadów, co stanowi poważny problem. Bardzo istotnym problemem jest również gromadzenie i utylizacja odpadów w bazach morskich, szczególnie przyjmowanych ze statków i okrętów Marynarki Wojennej. Jego rozwiązaniem może być jedynie kompleksowa i racjonalna gospodarka odpadami, poprzez budowę w bazach składowisk i urzędzeń utylizujących.

### Abstract

*Waste management is one of the most serious problems of modern civilization on the environment. With the development of economic and technical man has become the largest producer of waste in nature. This applies to both municipal waste and industrial applications. Increasing industrialization and urban concentration and the desire to facilitate the life led to a sharp increase in the quantity of waste, which is a serious problem. A very important problem is the collection and disposal of waste at naval bases, especially taking the ships and vessels of the Navy. Its solution can only be comprehensive and effective waste management through the construction of landfills in the bases and facilities neutralizing.*

### Literatura

1. Zarzycki R., Wielgościński G.: *Gospodarka odpadami komunalnymi w metropoliach polskich*, Materiały III Międzynarodowej Konferencji "Spalanie odpadów - technologie i problemy", Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, Szczyrk 30.09-02.10.1997, s. 1-18.
2. [www.otzo.most.org.pl/publikacje/fw/systemy/10rozdz.htm](http://www.otzo.most.org.pl/publikacje/fw/systemy/10rozdz.htm), Zintegrowane systemy gospodarki odpadami komunalnymi (rozdz. 10).
3. Verkuyl A.: *Spalarnie odpadów nowej epoki*, Materiały III Międzynarodowej Konferencji "Spalanie odpadów - technologie i problemy", Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, Szczyrk 30.09-02.10.1997, s. 41-45.
4. Okoń W. A.: *Wykorzystanie stałych odpadów wtórnych ze spalarni odpadów komunalnych do budowy składowisk odpadów*, Materiały III Międzynarodowej Konferencji "Spalanie odpadów - technologie i problemy", Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, Szczyrk 30.09-02.10.1997, s. 147-149.