

Grzegorz WIELGOSIŃSKI

Politechnika Łódzka,

Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska

Rola spalarni w systemie gospodarki odpadami komunalnymi

GOSPODARKA ODPADAMI A STAN ŚRODOWISKA

Ochrona środowiska stała się w ostatnich latach kluczowym elementem nowej, globalnej strategii gospodarowania. Wiąże się to bezpośrednio z faktem postępującej degradacji naszego środowiska spowodowanej zarówno efektami działalności gospodarczej człowieka, jak i rosnącą lawinowo liczbą ludności świata. Problemy ochrony środowiska przez dziesiątki, a nawet setki lat były niedostrzegane, traktowano je wręcz jako nie istniejące. Problem zaczął się od rewolucji przemysłowej w dziewiętnastym wieku. Od tego momentu obserwuje się błyskawiczny proces uprzemysłowienia Europy, rozwój wytwórczości przemysłowej, koncentrację ludności w rejonie centrów przemysłowych i narastającą degradację środowiska. Zjawiska, które nie miały uprzednio większego znaczenia powoli stawały się problemami, z których rozwiązaniem do dzisiejszego dnia są kłopoty. Rozwój przemysłu, jego koncentracja w rejonach bogatych w surowce energetyczne, rozwój miast i osiedli przemysłowych na pierwszy plan wysunął problem zaopatrzenia powstającego przemysłu i ludności w wodę, a następnie problem odprowadzenia ścieków będących ubocznym efektem gospodarowania. Problem ścieków zresztą został pierwszy zauważony w najbardziej uprzemysłowionych krajach świata. Już w 1876 roku w Anglii uchwalone zostało prawo o ochronie rzek przed zanieczyszczeniem. Problem zanieczyszczenia powietrza, a przede wszystkim problem z usuwaniem odpadów został zauważony znacznie później.

Przez ponad 100 lat od początków wielkiej rewolucji przemysłowej wraz z postępującym rozwojem gospodarczym i równocześnie postępującą degradacją środowiska zmieniało się podejście do zagadnień ochrony środowiska. Początkowo panował pogląd, że wobec niewielkiej liczby ludności i ogromnych obszarów przyroda poradzi sobie z zanieczyszczeniami wprowadzanymi do środowiska przez człowieka. Istotnie, tak było w skali globalnej, choć koncentracja ludności w miastach spowodowała konieczność powstania pewnych uregulowań prawnych dotyczących zagadnień gospodarki odpadami i usuwania nieczystości - w Paryżu już w 1539 roku, zaś w Wiedniu w 1560 r. Rewolucja przemysłowa

spowodowała ogromną koncentrację ludności w centrach przemysłowych i jednocześnie podniosła poziom życia ogromnych rzesz obywateli. Zaowocowało to wkrótce ogromnym przyrostem naturalnym, tak że większość uprzemysłowionych krajów Europy w ciągu około półwiecza zwiększyła liczbę swych obywateli blisko dwukrotnie. Dalszą konsekwencją dużego przyrostu naturalnego był wzrost koniunktury w przemyśle spowodowany rosnącymi potrzebami coraz większej liczby ludności, a tym samym wzrost produkcji, zwiększone potrzeby zatrudnienia i oczywiście coraz większe zanieczyszczenie środowiska. Okazało się również, że mimo ogromnych możliwości samoregeneracyjnych i dużej odporności na zanieczyszczenia po przekroczeniu pewnej granicy przyroda nie jest w stanie się sama obronić. Trzeba było zmienić filozofię w podejściu do wzajemnych relacji człowiek - środowisko. Ochrona środowiska stała się koniecznością. Oczywiście w ówczesnym stanie wiedzy, a równocześnie przy ogromnej konkurencji i pogoni za zyskiem, ochrona środowiska musiała odbywać się najtańszym kosztem. Tak powstały tzw. technologie rozcieńczania. U ich źródeł leżało przekonanie, że zdolności samoregeneracyjne przyrody są ogromne i sama przyroda poradzi sobie z zanieczyszczeniem środowiska pod warunkiem, że zanieczyszczenia te przedostaną się do środowiska w postaci rozcieńczonej. Teza ta przez wiele lat była prawdziwa. Budowano więc coraz wyższe kominy aby ułatwić rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w powietrzu na coraz większym obszarze, rozcieńczano ścieki czystą wodą przed wprowadzeniem ich do rzek. Problem pojawił się dopiero wtedy, gdy do tej samej rzeki swoje ścieki zaczęło wprowadzać coraz więcej zakładów przemysłowych, gdy zaczęło brakować czystej wody nie tylko do rozcieńczania ścieków, ale również niezbędnej do procesów technologicznych, gdy emisja z kilkudziesięciu kominów zlokalizowanych niedaleko siebie zaczęła powodować szkody na skalę globalną - np. „kwaśne deszcze”. Nastąpiła wtedy kolejna zmiana w podejściu do ochrony środowiska. Przyjęto, że granice samoregeneracyjne przyrody zaczynają powoli być przekraczane i grozi nam katastrofa ekologiczna. Rozpoczęto ograniczanie negatywnego oddziaływania działalności ludzkiej na środowisko. Pojawiły się technologie oczyszczania ścieków, ograniczania emisji zanieczyszczeń, przeróbki odpadów. Zaczęto budować ogromne oczyszczalnie ścieków, zaczęto instalować urządzenia do odpylania, odsiarczanie gazów odlotowych itp. Wspólną cechą tych technologii było tzw. podejście „końca rury” - co oznacza, że próbowano ograniczać negatywne oddziaływanie nie analizując przyczyn tego oddziaływania. Wprowadzenie tzw. technologii „końca rury” przyniosło skutek w postaci zmniejszenia emisji zanieczyszczeń i ograniczenia zawartości zanieczyszczeń w ściekach. Niestety, bardzo często

dodatkowym elementem ubocznym zastosowania tych technologii było wytworzenie toksycznego ścieku w wyniku oczyszczania powietrza lub uciążliwego odpadu powstałego w efekcie oczyszczania ścieków lub gazów odlotowych. Można więc powiedzieć, że było to przeniesienie problemu z jednego obszaru w drugi. Z punktu widzenia techniki i technologii ochrony środowiska możliwe stało się oczyszczenie prawie każdego dowolnie zanieczyszczonego ścieku lub usunięcie dowolnych zanieczyszczeń z gazów odlotowych, jednak globalnie patrząc problem najczęściej rozwiązywany był tylko połowicznie. Po pewnym czasie okazało się więc, że taka działalność, często skuteczna z punktu widzenia ochrony środowiska, dla danego procesu jest nie do przyjęcia z punktu widzenia globalnego podejścia do ochrony środowiska, a przede wszystkim z punktu widzenia ekonomii. Zaczęto więc myśleć o innym podejściu do problemu wzajemnych oddziaływań człowiek - działalność produkcyjna - przyroda. Pojawiło się kolejno wiele koncepcji, z których najważniejsze to:

- technologie redukcji zanieczyszczeń u źródła,
- tzw. „czyste technologie”
- najlepsze osiągalne technologie, najlepsze dostępne techniki

Po raz pierwszy zdano sobie sprawę, że nie do przyjęcia jest sytuacja, gdy z jednej strony specjaliści starają się ulepszyć proces produkcyjny (zwiększyć wydajność, skrócić jego czas itp.) wszelkimi dostępnymi metodami, a z drugiej strony inni specjaliści muszą ograniczyć negatywny wpływ technologii na środowisko, np. oczyszczając ścieki z zanieczyszczeń wprowadzonych tam przez pierwszą grupę specjalistów. Połączenie wiedzy i doświadczenia obu grup specjalistów pozwoliło tak poprowadzić procesy wytwórcze, aby ograniczać emisje zanieczyszczeń gazowych, ciekłych i stałych do środowiska. Następnym krokiem stały się więc tzw. „czyste technologie”, których główną zasadą jest ograniczenie ilości powstających odpadów (gazowych, ciekłych i stałych) w procesie produkcyjnym poprzez, między innymi, szerokie stosowanie recyklingu oraz zamykanie obiegów wodnych w przemyśle. Wdrażając czyste technologie przedsiębiorstwa osiągnęły podwójny sukces - z jednej strony zmniejszono negatywne oddziaływanie procesów produkcyjnych na środowisko, a z drugiej strony uzyskano wymierny efekt oszczędności ekonomicznych. Ostatnim etapem stają się powoli tzw. najlepsze osiągalne technologie, najlepsze dostępne techniki (BAT - best available techniques), dla których określenie najlepsze oznacza najlepsze pod względem wydajności, produktywności, najlepsze pod względem minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko.

Kiedy okazało się, że ograniczanie negatywnego oddziaływania produkcji przemysłowej na środowisko może przynosić wymierne efekty ekonomiczne, pojawiły się na całym świecie globalne programy, których ostatecznym celem jest zmniejszenie zanieczyszczanie środowiska przez działalność przemysłową. Potrzeba więc było blisko 150 lat od chwili wielkiej rewolucji przemysłowej aby zmienić i przewartościować nasze pojęcie o celach gospodarowania i o środowisku. Okazało się jednak, że skutki tych blisko 150 lat często wręcz rabunkowej gospodarki odczuwać będziemy jeszcze przez całe dziesięciolecia.

Paradoksalnie postęp gospodarczy, rozwój procesów wytwórczych, który miał służyć człowiekowi stał się jego istotnym zagrożeniem.

GOSPODARKA ODPADAMI - UWARUNKOWANA HISTORYCZNE

Jak sięgnąć daleko w historię ludzkości człowiek zawsze był producentem odpadów. Odpady wytwarzał już człowiek pierwotny - były to niejadalne części upolowanej zwierzyny, popiół z ogniska itp. Wraz z rozwojem cywilizacji ludzie zaczęli gromadzić się w coraz większych skupiskach i z czasem powstały zaczątki dzisiejszych miast. W tym momencie pojawiły się pierwsze kłopoty z odpadami. To co nie było problemem w przypadku kilku bądź kilkunastoosobowej rodziny bytującej w warunkach wiejskich, w skupisku setek bądź tysięcy takich rodzin - w mieście, stało się dosyć ważnym problemem. Na wsi od zarania dziejów dominowała tzw. naturalna gospodarka odpadami - to co da się wykorzystać powtórnie (szkło, opakowania, plastik) - należy wykorzystać, to co da się przerobić na kompost (odpadki organiczne) należy skompostować, to co da się spalić w piecu kuchennym należy spalić, a całą resztę można zakopać za domem. Ten model gospodarki odpadami funkcjonuje z resztą do dziś na terenach wiejskich i na przedmieściach naszych miast - nie należy dziwić się więc, że w świetle danych statystycznych w Polsce do niedawna istniały gminy, które oficjalnie nie produkowały żadnych odpadów. Koncentracja ludności w miastach spowodowała, że tego modelu gospodarki odpadami nie dało się dłużej stosować.

Już w 1539 roku władze Paryża zmuszone były wyznaczyć niezamieszkałe tereny na przedmieściach miasta, gdzie nakazano wywozić odpady. Podobnie w Wiedniu w 1560 roku wydano zarządzenie zobowiązujące wszystkich mieszkańców do wywożenia odpadów i nieczystości poza teren miasta. Można więc uznać, że były to pierwsze w historii próby uporządkowania gospodarki odpadami i stworzenie pierwszych wysypisk śmieci. Z całą pewnością można jednak przyjąć, że wysypiska były znane ludzkości wcześniej i już w

starożytności (ponad 3000 lat temu na Krecie oraz w Atenach) odpady miejskie lokowano poza terenem miast. Wzrastająca liczba mieszkańców miast, wzrastający poziom ich życia oraz rozwój cywilizacji spowodował, że ilość opadów wytwarzanych przez ludzi systematycznie wzrastała. Historycznie można przyjąć, że pierwszymi odpadami „wyprodukowanymi” przez człowieka były resztki żywnościowe, popiół z ognisk oraz nieczystości. Z czasem wśród odpadów pojawiły się zużyte ubrania, sprzęty codziennego użytku, meble itp. Rozwój ogrzewania miast zwiększał systematycznie ilość popiołu, a rozwój kultury handlu spowodował pojawienie się opakowań. Opakowania właśnie stały się pierwszym w historii towarem z założenia przeznaczonym do wyrzucenia - czyli odpadem. Upowszechnienie wykształcenia, powszechna umiejętność pisanie i czytania obok oczywistych funkcji kulturotwórczych doprowadziła jednak do powstania nowego zjawiska - pojawił się kolejny odpad - makulatura, przy czym im więcej pisano i czytano, im więcej drukowano gazet i książek tym więcej powstawało makulatury. Paradoksalnie gazeta, podobnie jak opakowanie towaru z samego założenia jest odpadem przeznaczonym do wyrzucenia. W ostatnich dziesięcioleciach pojawiły się opakowania jednorazowe - plastikowe kubki, tacki, woreczki foliowe, kartonikowe pojemniki na napoje itp. - z założenia przeznaczone do wyrzucenia po użyciu. Można tu krytykować samą ideę ich stosowania, jednak tą drogą rozwiązano problemy trwałości żywności i higieny. Dziś nikt już nie wyobraża sobie picia wody sodowej na ulicy z „saturatora”, w niedomytej, ledwo opłukanej szklance, dziś już nikt nie kupuje mleka nalewanego w sklepie do aluminiowej bańki - ale tym samym znacznie zmniejszyła się ilość zachorowań na zatrucia pokarmowe i inne „choroby brudnych rąk”. Ilość odpadów jednak rośnie i rośnie.

Od dawien dawna, zgodnie z odpowiednimi zaleceniami władz miejskich odpady komunalne były wywożone poza teren miast. W ten sposób na ich obrzeżach zaczęły tworzyć się wysypiska, składowiska śmieci. Z czasem jednak okazało się, że takie swobodne gromadzenie odpadów na składowiskach ma swój kres. Ziemia pod składowiska zaczęła być coraz droższa, coraz trudniej było znaleźć tereny, na których można było gromadzić odpady. Wrócono więc do pomysłu powszechnie stosowanego w gospodarstwach wiejskich - do spalania w piecach. Pierwsza w świecie profesjonalna, przemysłowa spalarnia odpadów powstała w Anglii w miejscowości Meanwood Road niedaleko Leeds w 1875 roku. Następną już w rok później wybudowano w Manchesterze. W sumie w 1890 roku w Anglii pracowało już 39 spalarni odpadów. W 1892 roku po epidemii cholery, w związku z koniecznością likwidacji zakażonych ubrań, mebli itp. władze Hamburga zdecydowały o budowie spalarni

odpadów - została ona uruchomiona w 1895 roku. W kolejnych latach na terenie Niemiec powstawały następne spalarnie - między innymi w Kolonii (1906), Frankfurtu (1909). W 1903 r. uruchomiono pierwszą spalarnię w Danii w miejscowości Frederiksberg, w 1906 roku w Szwecji w Sztokholmie, i w Belgii - w Brukseli, zaś w 1929 roku uruchomiono pierwszą spalarnię w Szwajcarii - w Zürichu. Ogółem w latach 1876 - 1908 w Europie wybudowano ponad 210 instalacji do spalania odpadów (w Anglii, Danii, Szwecji, Belgii, Szwajcarii, Niemczech i Czechach) oraz ponad 180 w Stanach Zjednoczonych. Również w Polsce istniały spalarnie odpadów komunalnych - w Warszawie w 1912 roku została wybudowana spalarnia o wydajności ok. 10 000 Mg/rok, która pracowała do 1944 roku, kiedy to podczas Powstania Warszawskiego została zniszczona. Natomiast w Poznaniu w 1929 roku oddano do użytku spalarnię odpadów komunalnych, która pracowała aż do 1954 roku. Widać więc, że spalanie odpadów posiada już swoją długą historię. Masowy rozwój tej metody pozbywania się odpadów obserwuje się w Europie począwszy od lat sześćdziesiątych. Rozwój spalarni został przyhamowany w latach osiemdziesiątych, lecz po roku 1991 obserwujemy ponownie szybki wzrost ich liczby i wydajności, szczególnie w krajach należących do Unii Europejskiej.

Zagadnienie gospodarki odpadami jest jednym z najpoważniejszych problemów współczesnej cywilizacji przemysłowej. Współczesny człowiek w pogoni za podnoszeniem wygody życia jak i systematycznym zwiększaniem produkcji spowodował gigantyczny wzrost ilości odpadów stanowiących zawsze, w zależności od rodzaju, mniejsze lub większe zagrożenie dla środowiska naturalnego. Przez całe lata człowiek po prostu wyrzucał wytworzone przez siebie odpady zwiększając powierzchnie wysypisk, licząc że przyroda sama upora się z tym problemem. Jednakże okazało się, że postępująca industrializacja, koncentracja ludności w wielkich miastach, a nade wszystko chęć ułatwienia sobie życia spowodowały, że odpady stały się poważnym problemem i jednym z hamulców wzrostu gospodarczego. Problem odpadów, w szczególności odpadów komunalnych został w Polsce dostrzeżony kilka lat temu, gdy okazało się, że liczne protesty społeczne mogą skutecznie zablokować budowę nowej infrastruktury gospodarki odpadami - nowych składowisk, kompostowni, czy wreszcie spalarni odpadów.

Wysoka ranga problematyki związanej z gospodarką odpadami uzasadniona jest nie tylko powszechnością ich powstawania, ale również wymiernymi korzyściami materialnymi wynikającymi z racjonalnej gospodarki (odzysk surowców i materiałów oraz wykorzystanie zmagazynowanej w nich energii). Źle prowadzona gospodarka odpadami stanowi źródło zanieczyszczeń wszystkich elementów środowiska, a więc gleb, powietrza, wód

powierzchniowych i podziemnych, natomiast racjonalna daje ogromne możliwości tworzenia rynku surowcowo-materiałowego. Należy w związku z tym wprowadzać całkowicie nowatorskie podejście do planowania inwestycji z nią związanych. Stosowanie efektywnych rozwiązań ekonomicznych, wykorzystujących mechanizmy rynkowe, jest gwarancją dynamicznego rozwoju gospodarki odpadami. Zdecydowane podniesienie udziału środków na ochronę powierzchni ziemi w województwie, przeznaczonych na inwestycje proekologiczne, to zadanie dla funduszy ochrony środowiska.

Gospodarka odpadami traktowana jest jako odrębna dziedzina ochrony środowiska. Działania w ochronie środowiska mające na celu unikanie zagrożeń powodowanych przez odpady rozpoczynają się od zapobiegania ich powstawaniu, redukcji ilości oraz unikaniu stosowania w produkcji substancji niebezpiecznych. Zagospodarowanie odpadów stanowi znaczącą gałąź przemysłu, obejmującą szereg technologii odzysku i unieszkodliwiania.

Pierwszą zasadą gospodarki odpadami pozostaje wciąż zapobieganie ich powstawaniu. Wyraża się to dążeniem do stosowania niskoodpadowych, czystszych technologii produkcji, oraz zapewniających produkcyjne wykorzystanie wszystkich składników przerabianych surowców. Odpady powstające jako produkty uboczne są cechą procesu technologicznego, ale właściwością najlepszych technologii jest mała ilość produktów ubocznych.

Podobnie jak w odniesieniu do innych dziedzin ochrony środowiska, w gospodarce odpadami bardzo istotne jest zachowanie, w skali międzynarodowej, warunku podobnych kosztów zagospodarowania odpadów, co ma eliminować wykorzystywanie obciążania środowiska w celach konkurencji przemysłowej. W wielu ważnych gałęziach przemysłu udział kosztów zagospodarowania odpadów w kosztach produkcji jest poważny i różnice w tym zakresie mogą przesądzać o konkurencyjności cenowej wyrobu. Stąd potrzeba akceptacji sposobów zagospodarowania odpadów przyjmowanych w skali międzynarodowej, oparta na umowach i konwencjach międzynarodowych, powszechnie obecnie stosowana w odniesieniu do odpadów zawierających substancje zagrażające człowiekowi lub środowisku w szczególny sposób.

SYSTEM GOSPODARKI ODPADAMI W POLSCE I W UNII EUROPEJSKIEJ

Klasyfikacja odpadów jest sprawą niezmiernie trudną. Ogromna różnorodność substancji i materiałów, które można zakwalifikować jako odpady powoduje, że po pierwsze zdefiniowanie tego, co jest odpadem, a co nim nie jest bardzo kłopotliwe, a po drugie

zaliczenie konkretnego odpadu do ustalonej kategorii sprawia też wiele kłopotów. Zgodnie z ustawą o odpadach „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 obowiązany.

Istniejące w Polsce rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów, będące implementacją Decyzji Komisji UE 94/3/EC ustanawiającej listę odpadów (Europejski Katalog Odpadów), nadaje odpadom umowne kody i dzieli je na 20 zasadniczych grup według rodzaju aktywności gospodarczej, w związku z którą odpady te powstały. Powoduje to, że czasami ten sam jakościowo odpad może być klasyfikowany pod różnymi kodami, w zależności od branży, w której powstał. Biorąc jednak pod uwagę specyficzne właściwości odpadów oraz znane metody ich zagospodarowania celowym wydaje się posługiwanie uproszczonym podziałem na cztery zasadnicze grupy:

- odpady komunalne,
- odpady przemysłowe,
- odpady medyczne i weterynaryjne
- odpady z oczyszczalni ścieków

Inna linia podziału, przebiegająca przez wszystkie wyszczególnione powyżej grupy dzieli odpady na odpady niebezpieczne i inne niż bezpieczne. Zgodnie z ustawą o odpadach odpady niebezpieczne - to odpady należące do kategorii lub rodzajów odpadów określonych na liście A załącznika nr 2 do ustawy oraz posiadające co najmniej jedną z właściwości wymienionych w załączniku nr 4 do ustawy (np.: wybuchowe, łatwopalne, szkodliwe, toksyczne, rakotwórcze, żrące, zakaźne itp.), lub należące do kategorii lub rodzajów odpadów określonych na liście B załącznika nr 2 do ustawy i zawierające którykolwiek ze składników wymienionych w załączniku nr 3 do ustawy oraz posiadające co najmniej jedną z właściwości wymienionych w załączniku nr 4 do ustawy.

Każda z tych grup odpadów jak już wspomniano posiada własne, swoiste właściwości i powinna być rozpatrywana oddzielnie. Stąd też w dalszej części pracy zdecydowano się posługiwać podanym powyżej podziałem na cztery zasadnicze grupy, nie wnikając, czy są to odpady niebezpieczne, czy też inne niż niebezpieczne.

W Polsce odpady przemysłowe (wśród których 52% stanowią odpady z kopalnictwa węgla i metali nieżelaznych), powstające w ilości 126 mln Mg rocznie (1999 r.), są w ok. 73% wykorzystywane, głównie do niwelacji gruntów i robót ziemnych, a w 22% składowane na składowiskach. Tylko 2 % odpadów przemysłowych jest unieszkodliwiane innymi

metodami, a ok. 3% - przejściowo magazynowane. W latach 1980-2000 nastąpił spadek ilości odpadów przemysłowych (z 165 mln Mg/rok do 126 mln Mg/rok), co jest wynikiem przede wszystkim zmniejszenia wydobycia węgla. Największe ilości odpadów powstają w kopalnictwie węgla (30% ogólnej ilości) oraz w procesie flotacyjnego wzbogacania rud metali nieżelaznych (22%).

W grupie odpadów przemysłowych specyficzną ich część stanowią odpady niebezpieczne. Postępowanie z nimi, ze względu na charakter i poziom zagrożenia dla człowieka i środowiska, wymaga stosowania sposobów, procedur i systemów nadzoru zapobiegających przenikaniu substancji niebezpiecznych do środowiska. Taką ochronę człowieka i środowiska przed odpadami niebezpiecznymi wprowadzono m. in. ustawą o odpadach a także szeregiem rozporządzeń Ministra Środowiska, Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej, Ministra Zdrowia.

W skali kraju obserwuje się stały wzrost ilości odpadów komunalnych. Powstają one w ilości bliskiej 300 kg na mieszkańca w ciągu roku, co stanowi dziś około połowy ilości przypadającej na 1 mieszkańca w najbogatszych krajach Unii Europejskiej. Różnica ta wskazuje na wielkość zagrożenia i potrzeby rozwoju gospodarowania tymi odpadami, przede wszystkim jednak na konieczność podejmowania działań zapobiegawczych, redukujących ilość odpadów w gospodarstwach domowych. Pierwsze kroki w tym kierunku stanowią ustawy wprowadzające obowiązek odzysku (w tym recyklingu) odpadów opakowaniowych, a także pobieranie opłat produktowych, w przypadku niespełnienia przez podmioty gospodarcze ustalonych wymagań w zakresie poziomów recyklingu niektórych odpadów.

Polska od dnia 1 maja 2004 roku jest członkiem Unii Europejskiej. Proces integracji z Unią Europejską jest dla Polski wielkim wyzwaniem. Nasze członkostwo niesie szansę, ale i wymagania, a także zagrożenia wynikające z istniejącej konkurencji oraz konieczności dostosowania się do standardów europejskich zarówno w dziedzinie prawa, jak i praktyki gospodarczej. Stąd też w ostatnich kilku latach został położony ogromny nacisk na przyjęcie do naszego prawodawstwa tzw. „*acquis communautaire*” - wspólnotowego dorobku prawnego, między innymi w zakresie ochrony środowiska i doprowadzenie stanu środowiska w naszym kraju do standardów unijnych. Dorobek prawny Unii Europejskiej jest bogaty i stawia przed Polską liczne wyzwania.

Kraje Unii Europejskiej, przykładają wielką wagę do problemów ochrony środowiska, w tym również do zagadnień gospodarki odpadami. Strategia państw Unii Europejskiej w tym zakresie została sformułowana w 1990 roku. Główne jej zasady są następujące:

- zapobieganie powstawaniu odpadów poprzez technologie i produkty („czyste technologie”, sieć informacyjna o technologiach związanych z ochroną środowiska, w tym z nowoczesnymi technologiami zagospodarowania odpadów, znakowanie ekologiczne wyrobów),
- recykling i powtórne poddanie odzyskowi odpadów jako surowców w procesach technologicznych, selektywne zbieranie odpadów,
- optymalizacja ostatecznego usuwania (nowe normy techniczne budowy składowisk odpadów, ograniczenia w składowaniu niektórych odpadów, normy techniczne dotyczące spalania odpadów),
- rygorystyczne regulacje prawne dotyczące kontroli przewozu odpadów,
- adekwatne środki prawne dotyczące odpowiedzialności producenta za produkt, powstałe odpady oraz opakowania,

Dyrektywa Unii Europejskiej 75/442/EEC z dnia 15 lipca 1975 roku w sprawie odpadów, znowelizowana w 1991 roku (91/156/EEC) określa, że głównym celem gospodarki odpadami jest zapobieganie powstawaniu odpadów, wprowadzanie „czystszych” technologii, szerokie stosowanie recyklingu, oraz wykorzystanie odpadów jako źródła energii.

Efektem wykonanego w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych przeglądu realizacji Strategii Wspólnoty w Dziedzinie Gospodarowania Odpadami jest nowa dyrektywa (1999/31/EC) w sprawie składowisk odpadów. Przewiduje ona zakaz składowania na składowiskach:

- wszelkich odpadów ulegających biodegradacji:
 - do 2006 roku redukcja ilości ulegających biodegradacji odpadów składowanych na składowiskach o 25% masowo w stosunku do roku 1995,
 - do 2009 roku redukcja ilości o 50 %,
 - do 2016 roku redukcja ilości o 65% (do 35% bazowej masy odpadów).
- odpadów ciekłych,
- odpadów palnych i zapalnych,
- odpadów wybuchowych i utleniających,
- odpadów szpitalnych i medycznych,
- opon samochodowych całych i rozdrobnionych.

Ponadto, na składowiskach można składować jedynie odpady, które były uprzednio przedmiotem obróbki, przy czym „obróbka” to proces fizyczny, chemiczny lub biologiczny a

także sortowanie, który zmienia charakterystykę odpadów w celu zmniejszenia ich ilości, właściwości niebezpiecznych lub służy do odzysku energii.

Analiza systemów gospodarki odpadami w krajach Unii Europejskiej wykonana w połowie lat dziewięćdziesiątych wykazała, że przyjęte w 1989 roku regulacje dotyczące spalarni odpadów komunalnych nie odpowiadają aktualnemu stanowi techniki. W międzyczasie Austriacy (w 1989 roku), Holendrzy (1990), Niemcy (1991), Szwajcarzy (1992) i Duńczycy (1992) wprowadzili w swoich krajach znacznie ostrzejsze regulacje, wynikające z konieczności ograniczenia emisji niektórych substancji (w tym dioksyn i furanów) ze spalarni odpadów. W wyniku długich dyskusji, i ogromnych oporów, w szczególności ze strony Anglii, Francji, Belgii i Hiszpanii, w których to krajach istniejące spalarnie odpadów komunalnych posiadały bardzo uproszczone systemy oczyszczania spalin, lub wręcz ich nie posiadały, w grudniu 2000 roku została przyjęta nowa dyrektywa dotycząca spalania odpadów - 2000/76/EC, która w stosunku do instalacji istniejących będzie obowiązywać od grudnia 2005 roku, zaś w stosunku do instalacji nowych od 2001 roku.

Efektem przeglądu realizacji Strategii Wspólnoty w Dziedzinie Gospodarowania Odpadami dokonanej w połowie lat dziewięćdziesiątych była natomiast propozycja nowej dyrektywy w sprawie składowisk odpadów. Treść tej dyrektywy była w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych przedmiotem wielu dyskusji w gronie państw członków Unii, gdyż mimo wysiłków nie udało się osiągnąć podstawowych celów założonych w strategii - i tak:

- nie udało się ograniczyć ilości powstających odpadów komunalnych i ich ilość w krajach należących do Unii systematycznie rośnie,
- recykling materiałowy odpadów komunalnych osiąga w niektórych krajach poziom ok. 20 % ogólnej masy odpadów, podczas gdy w innych jest on na poziomie kilku procent i nie obserwuje się znaczącego wzrostu,
- gospodarka odpadami w takich krajach jak Grecja, Irlandia i Portugalia odbiega znacznie od standardów przyjętych w pozostałych krajach Unii i brak jest znaczącego postępu w tym zakresie.

Z drugiej strony stwierdzono, że składowiska odpadów komunalnych odpowiedzialne są za ok. 32 % emisji metanu do atmosfery (w krajach UE) i tym samym w znaczący sposób przyczyniają się do pogłębiania się efektu cieplarnianego. Uznano więc, że podstawowym celem nowej strategii gospodarowania odpadami powinno więc być ograniczenie składowania na składowiskach odpadów biodegradowalnych. Efektem stała się dyrektywa 1999/31/EC w sprawie składowisk odpadów.

Warto w tym miejscu zauważyć, że w niektórych krajach UE (Szwajcaria, Dania, Holandia, Szwecja) już obowiązuje zakaz składowania na składowiskach odpadów zawierających powyżej 5% substancji organicznych, palnych, a w kilku innych mają one obowiązywać w niedalekiej przyszłości - od 2005 roku (Niemcy, Austria, Francja).

Aktualny stan gospodarki odpadami komunalnymi w krajach Unii Europejskiej i w Polsce obrazuje tabela nr 1. Pokazano w niej zmiany w ilości powstających odpadów komunalnych oraz w sposobie ich zagospodarowania wg danych za rok 1990 oraz 2000.

Analiza danych zawartych w tabeli pozwala wysnuć wniosek o zależności ilości powstających odpadów komunalnych od stopnia zamożności społeczeństwa. Najbogatsze kraje Unii „produkują” odpady komunalne w ilościach ok. 500 kg (i nawet więcej) na jednego mieszkańca rocznie, natomiast najbiedniejsze (Grecja, Portugalia, Hiszpania) nie przekraczają ilości 400 kg na jednego mieszkańca rocznie, podczas gdy aktualnie w Polsce wskaźnik ten wynosi ok. 320 kg na jednego mieszkańca rocznie. Biorąc pod uwagę, że dochód narodowy Grecji w przeliczeniu na jednego mieszkańca jest w przybliżeniu dwa razy wyższy niż w Polsce, należy oczekiwać, że w miarę podnoszenia się w naszym kraju stopy życiowej ilość odpadów komunalnych będzie rosła. Widać to zresztą w praktycznie wszystkich krajach Unii. Systematyczny rozwój gospodarczy oraz postępujący wzrost dobrobytu skutkuje wzrostem konsumpcji i tym samym wzrostem ilości powstających odpadów komunalnych. Jedynym krajem, w którym udało się ustabilizować poziom „produkcji” odpadów komunalnych w ostatnim dziesięcioleciu są Niemcy. W pozostałych krajach zaobserwowano znaczący wzrost.

Prognozowany model gospodarki odpadami w krajach Unii Europejskiej zakłada, że w 2020 roku ok. 30% odpadów będzie poddawanych recyklingowi, ok. 30% będzie spalanych, maksimum 20% będzie kompostowanych i maksimum 20% będzie składowanych. W tym świetle polski model gospodarki odpadami (aktualny), w którym składowanych jest blisko 95% odpadów, 2% odpadów jest kompostowanych, 3% poddawanych jest recyklingowi a niespełna 0,5% jest spalanych bardzo odbiega od obowiązujących standardów unijnych.

Można więc powiedzieć, że praktycznie cała masa odpadów komunalnych jest aktualnie w Polsce deponowana na składowiskach. Istniejące kompostownie (Warszawa, Katowice, Kołobrzeg, Grodzisk Mazowiecki) nie wpływają znacząco na stan gospodarki odpadami komunalnymi - dominują składowiska odpadów. Recykling odpadów w Polsce stanowi margines jeszcze mniejszy od kompostowania.

Tabela 1. Gospodarka odpadami komunalnymi w krajach Unii Europejskiej i w Polsce w latach 1990-2000 [3-5].

Lp.	Kraj	Ilość odpadów		Recykling		Spalanie		Kompostowanie		Składowanie	
		kg/M/rok		%		%		%		%	
		1990	2000	1990	2000	1990	2000	1990	2000	1990	2000
1	Austria	370	460	6	34	11	17	17	14	65	35
2	Belgia	350	450	3	23	54	55	0	9	43	13
3	Dania	510	660	19	29	48	58	4	2	29	11
4	Finlandia	500	560	15	29	2	4	0	9	83	58
5	Francja	360	510	3	6	42	46	10	6	45	42
6	Grecja	310	440	0	7	0	0	0	0	100	93
7	Hiszpania	340	430	13	3	6	7	17	17	65	73
8	Holandia	520	560	16	39	35	42	5	6	45	13
9	Irlandia	310	450	3	8	0	0	0	5	97	87
10	Luksemburg	480	540	2	7	75	75	1	0	22	18
11	Niemcy	410	420	16	30	36	25	2	5	46	40
12	Portugalia	260	420	0	3	0	11	15	10	85	76
13	Szwecja	380	470	16	25	47	56	3	6	34	13
14	Wielka Brytania	520	550	2	6	8	8	0	1	90	85
15	Włochy	300	490	3	3	16	7	7	10	74	80
	Średnio	395	494	8	17	25	27	5	7	62	49
	Polska	250	270	0	1,38	0	0,13	1	2,78	99	95,7

Konsekwencją przyjętej w Unii Europejskiej strategii gospodarki odpadami oraz wspomnianej powyżej dyrektywy składowiskowej (1999/31/EC) jest znaczący rozwój spalania jako podstawowej techniki pozbywania się odpadów i systematyczny wzrost ilości spalarni, a także procentu spalanych odpadów, we wszystkich krajach Unii Europejskiej. Wydaje się, że dla takiej strategii gospodarki odpadami nie ma alternatywy, a tym samym również w Polsce będziemy musieli ją wdrożyć - czy to z przyczyn praktycznych (brak innej możliwości rozwiązania problemu odpadów) czy też z przyczyn formalnych - przyjęcia dorobku prawnego UE do polskiego prawodawstwa.

Podstawowym celem, dla którego buduje się spalarnie jest maksymalne zmniejszenie objętości i masy odpadów. Zazwyczaj przyjmuje się, że spalarnia daje zmniejszenie ilości odpadów do ok. 30% ich pierwotnej masy i ok. 10% ich pierwotnej objętości. Współczesne spalarnie odpadów komunalnych z rozwiniętymi systemami oczyszczania gazów spalinowych oraz z prawidłowo rozwiązaniem problemem gospodarki odpadami wtórnymi pozwalają skierować na składowisko jedynie ok. 6-8% pierwotnej masy odpadów. Pozwala to na znaczne ograniczenie potrzeb w zakresie pozyskiwania terenów pod składowiska odpadów.

Spalanie odpadów ogranicza również wydatnie ilość odpadów organicznych (biorozkładalnych) trafiających na składowiska odpadów i wpływających w sposób istotny na zwiększenie efektu cieplarnianego. Dlatego też kraje Unii Europejskiej przyjęły dyrektywę w drastyczny sposób ograniczającą ilość odpadów organicznych - biorozkładalnych kierowanych na wysypiska odpadów.

Spalenie odpadów zabezpiecza także środowisko przed niekontrolowanym przedostawaniem się wielu toksycznych substancji organicznych i mikrobiologicznych, które mogą być wymywane z odpadów poprzez wodę (opady atmosferyczne, wylewy rzek itp.). Doskonały przykład ilustrujący ten ostatni argument pochodzi z Niemiec - w 1892 roku po epidemii cholery, w związku z koniecznością likwidacji zakażonych ubrań mebli itp. władze Hamburga zdecydowały o budowie spalarni odpadów, która została uruchomiona w 1895 roku. W Polsce, podczas pamiętnej powodzi w 1997 roku, woda zalała liczne wysypiska odpadów, co było przyczyną ogromnego chemicznego i biologicznego skażenia wód, a potem również i gleby na terenach zalanych.

Kolejnym argumentem za spalaniem odpadów jest wykorzystanie ich właściwości paliwowych. Każde odpady zawierają pewną ilość materii organicznej - palnej. Skład morfologiczny, zawartość substancji palnych, zawartości substancji mineralnych (niepalnych)

oraz zawartość wilgoci w odpadach zależy od stopnia rozwoju gospodarczego. Generalnie rzecz biorąc im wyższy stopień rozwoju gospodarczego tym lepsze właściwości paliwowe odpadów (mniejsza zawartość wilgoci i substancji niepalnych, a wyższa wysokokalorycznych składników - papieru, tworzyw sztucznych, tekstyliów itp.). Aktualnie wartość opałowa polskich odpadów jest bardzo zróżnicowana - od ok. 7,5 MJ/kg w Warszawie, poprzez 6,5-7,0 MJ/kg w Łodzi, Krakowie, Poznaniu, Szczecinie, aż po ok. 1,5-2,1 MJ/kg na terenach wiejskich oraz małych miasteczek. Obserwuje się przy tym tendencję systematycznego wzrostu wartości opałowej odpadów pochodzących z wielkich miast na poziomie ok. 0,2 MJ/kg/rok. W wielu krajach europejskich, znajdujących się na wysokim poziomie rozwoju gospodarczego wartość opałowa sięga aktualnie aż 10-12 MJ/kg. Rozpatrując problem z energetycznego punktu widzenia składowanie odpadów, a także ich kompostowanie jest bezpowrotną stratą ich właściwości energetycznych. Ze spalania 1 Mg odpadów komunalnych można odzyskać ok. 500 kW energii. Pozytywnym przykładem może być tu Paryż - trzy wielkie spalarnie odpadów komunalnych zlokalizowane w aglomeracji paryskiej dostarczają energii do ogrzewania ponad połowy miasta. Podstawowe dane dotyczące ilości spalanych odpadów oraz wielkości produkowanej energii przez te spalarnie pokazano w tabeli nr 2.

Tabela nr 2. Podstawowe dane dotyczące ilości spalanych odpadów oraz wielkości produkowanej energii przez spalarnie paryskie.

Spalarnia	Ilość spalanych odpadów	Ilość wytworzonego ciepła	Ilość wytworzonej energii elektrycznej
	Mg/rok	MWh _t	MWh _e
Saint Ouen	630 000	1 004 660	41 170
Issy-les-Molineaux	560 000	1 379 820	103 740
Ivry-sur-Seine	560 000	1 208 590	20 520

Podobnie wygląda sytuacja w Wiedniu gdzie trzy spalarnie: Spittelau - 260 000 Mg/a, Flötzersteig - 185 000 Mg/a oraz spalarnia EBS - Wiedeń II spalająca odpady niebezpieczne i osady ściekowe z oczyszczalni ścieków - 56 000 Mg/a pokrywają ok. 30% zapotrzebowania miasta w ciepło, w Uppsali (spalarnia o wydajności 230 000 Mg/a pokrywa praktycznie całe zapotrzebowanie miasta na ciepło w okresie zimowym), w Bresci gdzie duża spalarnia odpadów komunalnych (wydajność 550 000 Mg/rok) pokrywa ok. 35% zapotrzebowania miasta w ciepło. Mamy więc tu dodatkowy zysk w postaci zmniejszenia zużycia węgla, nie mówiąc o tym, że spaliny ze spalarni odpadów zawierają daleko mniej zanieczyszczeń niż spaliny z rzekomo bezpieczniejszych elektrowni węglowych. W kontekście ograniczonych

zasobów energetycznych naszej planety jest to również bardzo ważne. Najważniejsze dane o wielości energii cieplnej i energii elektrycznej pozyskiwanej ze spalania odpadów w krajach Unii przedstawiono w tabeli nr 3.

Na początku lat dziewięćdziesiątych w 15 krajach Unii Europejskiej pracowały 443 spalarnie odpadów komunalnych [5] o łącznej wydajności 39 187 125 Mg/a. Średnia wydajność spalarni odpadów komunalnych wynosiła ok. 88 500 Mg/a. Najwięcej spalarni było we Francji (223 instalacje o średniej wydajności ok. 53 800 Mg/a, sumaryczna wydajność ok. 12 mln Mg/a). Podobną wydajność miały spalarnie niemieckie - było ich jednak znacznie mniej bo tylko 47 instalacji (średnia wydajność ok. 250 000 Mg/a). W 1990 roku 90% spalarni odpadów w Anglii (na 33 instalacje) posiadało jedynie odpylanie gazów spalinowych (bez systemów mokrego oczyszczania spalin), a 10% nie posiadało w ogóle instalacji oczyszczania spalin. Podobnie było w Hiszpanii (15 instalacji), gdzie 7 spalarni nie posiadało w ogóle systemów oczyszczania spalin, 7 posiadało jedynie odpylanie a jedynie jedna spalarnia posiadała kompletny system oczyszczania spalin oraz w Belgii (25 instalacji) gdzie 75% spalarni posiadało jedynie odpylanie. W latach dziewięćdziesiątych dokonał się ogromny przełom w zakresie budowy spalarni odpadów. Zaczęto budować spalarnie znacznie większe niż dotychczas, posiadające bardzo wydajne i rozbudowane systemy oczyszczania spalin. W roku 2000 w 15 krajach Unii Europejskiej pracowały tylko 354 spalarnie odpadów komunalnych o łącznej wydajności 50 262 500 Mg/a. Średnia wydajność spalarni wynosiła ok. 142 000 Mg/a. W dalszym ciągu najwięcej spalarni odpadów komunalnych było we Francji (120 instalacji, ale o średniej wydajności 107 200 Mg/a - likwidacja 103 instalacji przy jednoczesnym wzroście sumarycznej wydajności o ponad 7%).

Natomiast w Niemczech sumaryczna wydajność spalarni wzrosła o blisko 50% (do ok. 17,6 mln Mg/a - 62 spalarnie, średnia wydajność ok. 284 00 Mg/a). W 1999 roku pojawiły się spalarnie w Portugalii - dwie instalacje: jedna w Porto - 400 000 Mg/a, druga w Lizbonie - 600 000 Mg/a, a kolejna na Maderze (128 000 Mg/rok) jest aktualnie w budowie. Ocenia się, że do roku 2010 liczba spalarni w krajach Unii Europejskiej ulegnie podwojeniu. W samych Niemczech zostanie wybudowanych ponad 20 spalarni, a we Włoszech około 50. Zmiany w ilości i wydajności spalarni odpadów komunalnych w krajach Unii Europejskiej przedstawiono w tabeli nr 4.

Tabela nr 3. Produkcja energii z odpadów w krajach Unii Europejskiej oraz Norwegii i Szwajcarii w 2000 roku.

Państwo	Energia wytworzona					Energia sprzedana		
	Energia elektryczna		Energia cieplna		Razem	Praca w skojarzeniu	Energia elektryczna	Ciepło
	TJ	%	TJ	%	TJ	%	%	%
Austria	324	10,11	2 880	89,89	3 204	68,1	0	31,9
Belgia	2 628	48,03	2 844	51,97	5 472	63,2	15,5	21,3
Dania	3 852	21,19	14 328	78,81	18 180	64,5	0	35,5
Finlandia	0	0,00	216	100,00	216	0	0	100
Francja	2 880	8,33	31 680	91,67	34 560	67,8	7,1	25,1
Hiszpania	1 116	46,97	1 260	53,03	2 376	19,6	46,3	34,1
Holandia	8 928	88,89	1 116	11,11	10 044	21,4	70	8,6
Niemcy	11 772	29,62	27 972	70,38	39 744	81,4	12,7	5,9
Norwegia	828	23,00	2 772	77,00	3 600	0	44,3	55,7
Portugalia	648	100,00	0	0,00	648	0	100	0
Szwajcaria	3 096	23,43	10 116	76,57	13 212	88,2	11,7	0,1
Szwecja	1 260	7,03	16 668	92,97	17 928	56,9	0	43,1
Wielka Brytania	4 392	84,14	828	15,86	5 220	38,4	61,6	0
Włochy	2 124	71,95	828	28,05	2 952	61,5	34,3	4,2

Tabela nr 4. Spalarnie odpadów komunalnych w krajach Unii Europejskiej - zmiany w latach 1990-2000.

Lp.	Kraj	Rok 1990			Rok 2000			Zmiany	
		Ilość spalarni	Wydajność spalarni (razem)	Średnia wydajność spalarni	Ilość spalarni	Wydajność spalarni (razem)	Średnia wydajność spalarni	Ilość spalarni	Wydajność spalarni (razem) - %
1	Austria	3	411 000	137 000	3	486 750	162 250	0	18,43
2	Belgia	25	2 457 750	98 310	17	2 838 000	166 941	-8	15,47
3	Dania	34	2 427 375	71 393	33	3 424 500	103 773	-1	41,08
4	Finlandia	1	75 000	75 000	1	75 000	75 000	0	0,00
5	Francja	223	11 993 625	53 783	120	12 866 250	107 219	-103	7,28
6	Grecja	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Hiszpania	15	792 750	52 850	8	1 147 500	143 438	-7	44,75
8	Holandia	10	3 009 000	300 900	11	5 169 750	469 977	1	71,81
9	Irlandia	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Luksemburg	1	180 000	180 000	1	180 000	180 000	0	0,00
11	Niemcy	47	11 738 250	249 750	62	17 589 000	283 694	15	49,84
12	Portugalia	0	0	0	2	1 000 500	500 250	2	-
13	Szwecja	21	2 039 625	97 125	19	2 511 750	132 197	-2	23,15
14	Wielka Brytania	33	4 062 750	123 114	15	2 973 500	198 233	-18	-26,81
15	Włochy	30	b.d.	b.d.	42	b.d.	b.d.	12	b.d.
	Razem	443	39 187 125	88 459	354	50 262 500	141 984	-89	28,26

b.d. - brak danych

Spalarnie odpadów istniejące w roku 2000 to w większości instalacje nowe, lub gruntownie zmodernizowane, z wydajnymi, wielostopniowymi systemami oczyszczania spalin. Jedynie 32 spalarnie francuskie oraz 2 spalarnie szwedzkie posiadały tylko odpylanie, zaś wszystkie pozostałe spalarnie dysponowały już systemami usuwania gazów kwaśnych, a także znaczna część spalarni posiadała urządzenia adsorpcyjne bądź katalityczne. Zgodnie z przyjętą w Unii Dyrektywą 2000/76/EC w sprawie spalania odpadów do roku 2005 wszystkie instalacje mają zostać wyposażone w systemy oczyszczania spalin obejmujące odpylanie, usuwanie gazów kwaśnych, DeNOx oraz adsorpcję.

W 2000 roku największą spalarnią odpadów komunalnych w Europie była (gruntownie zmodernizowana w 1997 roku) spalarnia w Berlinie dysponująca 8 liniami o wydajności 24-32 Mg/h - sumarycznie ponad 1,6 mln Mg/a. Na drugim miejscu plasowała się spalarnia w Rotterdamie (7 linii) - o łącznej wydajności 1,4 mln Mg/a. Kolejne miejsca w tym rankingu wielkich instalacji zajmują spalarnie w Amsterdamie (900 000 Mg/a), Monachium (830 000 Mg/a), Essen (800 000 Mg/a), Paryżu - Ivry-sur-Siene (750 000 Mg/a) oraz Oberhausen (700 000 Mg/a). W latach dziewięćdziesiątych obserwujemy wyraźny wzrost wykorzystywania właściwości paliwowych odpadów. W 2000 roku wyprodukowały one sumarycznie energię (ok. 70% w postaci ciepła i 30% w postaci energii elektrycznej) w ilości ok. 180 000 TJ (równoważną ok. 40 mln Mg paliwa umownego) mogącą całkowicie pokryć potrzeby energetyczne Szwajcarii. Łączna moc spalarni wynosiła ponad 8800 MW.

W roku 2000 na 354 spalarnie odpadów komunalnych w krajach Unii Europejskiej zdecydowaną większość stanowiły spalarnie rusztowe - 309 instalacji, ponadto pracowało 17 spalarni ze złożem fluidalnym (stacjonarnym lub cyrkulacyjnym), 27 spalarni z piecami obrotowymi oraz 1 spalarnia wg tzw. nowych technologii - „Thermoselect” w Karlsruhe (Niemcy).

Pomiędzy rokiem 1990 a 2000 w konstrukcji spalarni odpadów zaszły istotne zmiany, szczególnie w zakresie oczyszczania gazów. Początkowo dominowało przekonanie, że nowoczesna spalarnia odpadów musi posiadać następujące elementy w systemie oczyszczania spalin - elektrofiltr do usunięcia pyłów, mokry układ absorpcyjny do usunięcia gazów kwaśnych, adsorber w celu usunięcia dioksyn i lotnych metali ciężkich (np. rtęci) oraz układ DeNOx. Koszt takiego systemu stanowił ponad 50% kosztów budowy spalarni i ważył w sposób istotny na kosztach eksploatacyjnych. Pod koniec lat dziewięćdziesiątych, w wyniku prowadzonych badań zmieniono system oczyszczania spalin na prostszy, lecz równie wydajny. Składa się on z układu DeNOx metodą SNCR, absorbera półsuchego (lub suchego),

wtrysku węgla aktywnego i odpylania na filtrach tkaninowych. Koszt takiego systemu nie przekracza dziś 30% kosztów budowy spalarni.

Dziś średni koszt eksploatacyjny spalarni odpadów komunalnych w Europie nie przekracza 75 € za 1 Mg odpadów (25-700 €/Mg w zależności od kraju i wielkości spalarni) i w porównaniu z rokiem 1990 wzrósł o ok. 45%. Dane o kosztach spalania odpadów komunalnych w porównaniu ze składowaniem i kompostowaniem oraz dane o dodatkowym podatku za składowanie i spalanie odpadów komunalnych przedstawiono w tabeli nr 5.

Analizując dane zawarte w tabeli nr 5 warto przy tym zauważyć, że w niektórych krajach istnieje tzw. podatek od składowania odpadów, który wynosi nawet i 87 €/Mg, co powoduje, że składowanie odpadów staje się całkowicie nieatrakcyjne ekonomicznie. W wielu krajach podatek ten ma z założenia rosnąć w czasie. Przykładowo w Austrii w okresie 1.01.2001 - 31.12.2003 wynosił on 44 €/Mg, w okresie od 1.01.2004 do 31.12.2005 wynosi 65 €/Mg, zaś po 1.01.2006 wynosić będzie aż 87 €/Mg. W Wielkiej Brytanii w latach 2005/2006 podatek od składowania wynosić będzie 26 €/Mg i będzie rosnąć w tempie ok. 4,3 €/Mg rocznie (3 £/Mg rocznie) aż do poziomu 50 €/Mg w roku 2011/2012. Również w Czechach przewidziany jest systematyczny wzrost podatku od składowania odpadów od poziomu 7 €/Mg w 2004 roku aż do 17 €/Mg po roku 2009.

W Polsce w chwili obecnej jednak poza ogólnymi deklaracjami zawartymi w ustawie prawo ochrony środowiska oraz w ustawie o odpadach nie ma żadnego mechanizmu zniechęcającego do składowania odpadów ulegających biodegradacji na składowiskach. Najprawdopodobniej podstawowym mechanizmem implementacji dyrektywy „składowiskowej” (1999/31/EC) do polskiego prawa będzie w przyszłości również wprowadzenie rosnącej z roku na rok opłaty za składowanie odpadów komunalnych, ulegających biodegradacji na składowiskach (w ramach opłat za korzystanie ze środowiska). Jednakże w chwili obecnej w Polsce takiego podatku nie ma i składowanie odpadów jest ciągle najtańszą metodą postępowania z odpadami.

Tabela nr 5. Koszty składowania, spalania oraz kompostowania odpadów komunalnych oraz dodatkowy podatek od składowania lub spalania w krajach Unii Europejskiej oraz innych wybranych krajach Europy (dane za rok 2001 w €/Mg).

Lp.	Państwo	Opłata			Podatek (oprócz opłaty)	
		Składowanie	Spalanie	Kompostowanie	Składowanie	Spalanie
1	Austria	60-130	100-250	45-94	44-87	7
2	Belgia	b.d.	71-83	25-74	35-55	6-20
3	Dania	10-60	10-60	73-77	50	45
4	Finlandia	b.d.	b.d.	37-189	b.d.	b.d.
5	Francja	b.d.	67-130	50-95	10	-
6	Grecja	b.d.	-	-	b.d.	-
7	Hiszpania		34-59	18-30	7-10	-
8	Holandia	110-130	80-150	30-80	84	-
9	Irlandia	b.d.	-	16-25	b.d.	-
10	Luksemburg	b.d.	97	b.d.	b.d.	b.d.
11	Niemcy	15-200	50-400	56-62	-	-
12	Portugalia	12-39	25-98	b.d.	-	-
13	Szwecja	10-50	10-60	30-73	41	-
14	Wielka Brytania	12-43	43-79	22-47	20-50	-
15	Włochy	90-110	70-90	34-53	10-25	-
16	Norwegia	b.d.	b.d.	b.d.	40	10-30
17	Szwajcaria	10-60	127	b.d.	13	-
18	Czechy	27	30-60	b.d.	7-17	-
19	Węgry	10-20	23-45	b.d.	6	-

b.d. - brak danych

Innym sposobem rozwiązania problemu byłoby przejęcie przez gminę od obywateli obowiązków w zakresie gospodarowania odpadami. W takiej sytuacji gmina dysponowałaby odpadami i pieniędzmi na ich unieszkodliwienie, pobranymi od mieszkańców. Pozwoliłoby to decydować gminie o modelu gospodarki odpadami na ich terenie. Niestety takie przejęcie obowiązków wymaga zgody mieszkańców wyrażone w referendum gminnym, co jak pokazuje praktyka w Polsce, w dużych miastach nigdy nie kończy się sukcesem (zbyt mała frekwencja). Propozycja, aby Rada Gminy mogła podjąć taką uchwałę nie znalazła ostatnio uznania w Parlamencie podczas głosowania w końcu 2002 roku tzw. „ustawy czyszczącej” (zmieniającej między innymi zapisy ustawy o utrzymaniu porządku w gminach).

Utrzymaniem status quo w zakresie gospodarki odpadami komunalnymi są zainteresowane przede wszystkim firmy wywożące odpady. Według szacunkowych danych przeciętny mieszkaniec bloku spółdzielczego w dużym mieście płaci miesięcznie (za pośrednictwem spółdzielni mieszkaniowej) średnio ok. 4 zł za wywiezienie ok. 250 kg odpadów rocznie (średnia ilość odpadów komunalnych na jednego mieszkańca w większych miastach). Daje to kwotę równą ok. 192 zł/Mg wywiezionych odpadów, co przy średnim koszcie umieszczenia odpadów komunalnych na składowisku wynoszącym ok. 70 zł/Mg daje ponad 180% zysku firmie wywozowej. Nie należy się więc dziwić, że firmy te protestują najgłośniej przeciwko wszelkim próbom zmiany sytuacji formalno-prawnej w zakresie gospodarki odpadami komunalnymi.

Stąd też trzeba z przykrością stwierdzić, że w chwili obecnej w Polsce nie ma mechanizmu, który mógłby ograniczyć ilość odpadów ulegających biodegradacji składowanych na składowiskach.

Doniesienia z krajów Unii Europejskiej mówią zaś o systematycznie rosnącym udziale recyklingu i spalania w gospodarce odpadami. W chwili obecnej (dane za rok 2000) w krajach Unii Europejskiej (w 13 krajach) istnieją 354 spalarnie odpadów o łącznej wydajności ok. 50,3 mln Mg/rok - udział w zagospodarowaniu odpadów - ok. 27% (w roku 1990 było ich 443 w 12 krajach o łącznej wydajności 39,2 mln Mg - udział ok. 22%). Docelowo, do roku 2020, potencjał instalacji do termicznego przekształcania odpadów komunalnych ma powiększyć się dwukrotnie i osiągnąć udział w rynku na poziomie ok. 40%. Długofalowe programy Unii Europejskiej mówią ponadto o ok. 30-40% recyklingu odpadów komunalnych, ok. 10-15% udziale metod mechaniczno - biologicznych (np. kompostowanie) i o składowaniu maksimum 20% początkowej masy odpadów komunalnych.

Konsekwencją tego jest spodziewany znaczący wzrost ilości odpadów komunalnych poddawanych termicznemu przekształcaniu w spalarniach - przekładowo wzrost ten w Niemczech wyniesie ok. 10 mln Mg rocznie. Plany inwestycyjne w zakresie budowy spalarni odpadów komunalnych obejmują wybudowanie w latach 2004-2006 kolejnych 12 spalarni odpadów komunalnych - Nürnberg (204 000 Mg/rok - już uruchomiona), Freiburg (150 000 Mg/rok), Heilbronn (200 000 Mg/rok), Bramsche (230 000 Mg/rok), Salzbergen (120 000 Mg/rok), Mainz (200 000 Mg/rok - już uruchomiona), Chemnitz (200 000 Mg/rok), Magdeburg (300 000 Mg/rok), Stassfurt (300 000 Mg/rok), Erfurt (290 000 Mg/rok), Suhl (150 000 Mg/rok) oraz Leipzig (175 000 Mg/rok) oraz Ludwigslust, Halle, Leuna (400 000 Mg/rok), Zorbau (200 000 Mg/rok) i Lauta (225 000 Mg/rok) - większość z nich na terenie byłej NRD. Podobnie ambitne plany mają Austriacy - planuje się zbudowanie do roku 2005 kolejnych 5 spalarni odpadów komunalnych (niektóre z nich są już aktualnie na etapie rozruchu) - Wiedeń III (96 000 Mg/rok), Dürnrohr (300 000 Mg/rok - trwa rozruch), Zistersdorf (130 000 Mg/rok), Arnoldstein (80 000 Mg/rok - już uruchomiona) oraz Niklasdorf (100 000 Mg/rok - już uruchomiona).

Wydaje się, że również w Polsce należy dążyć do takiego modelu w gospodarce odpadami komunalnymi. Należy jednak oczekiwać w najbliższych latach dalszego systematycznego wzrostu powstających odpadów komunalnych w przeliczeniu na 1 mieszkańca. Polska znajduje się na etapie systematycznie rosnącej konsumpcji indywidualnej (choć znacznie spowolnionej w ostatnich latach przez sytuację ekonomiczną). Obserwując zmiany w zakresie gospodarki odpadami, jakie zachodziły w Europie w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych należy oczekiwać, że w miarę wzrostu dochodu narodowego i poziomu życia systematycznie będzie rosła ilość powstających odpadów komunalnych. Trzeba pamiętać, że niektóre kraje Unii Europejskiej mają dziś wskaźnik powstawania odpadów komunalnych ponad 500 kg/M/rok, podczas gdy jeszcze 10 lat temu wynosił on ok. 350 kg/M/rok. Można oszacować, że przy planowanym wzroście gospodarczym rzędu 3-4% rocznie w perspektywie najbliższych 10 lat ilość stałych odpadów komunalnych rosnać będzie również o ok. 3-4% rocznie. Tym samym można oczekiwać minimum 40-50% wzrostu ilości powstających odpadów komunalnych w okresie 10-letnim. Oznacza to wskaźnik powstawania odpadów komunalnych wynoszący 360-400 kg/M/rok w perspektywie 10-letniej.

Należy również oczekiwać zmian w morfologii odpadów komunalnych, przede wszystkim w zakresie wzrostu udziału odpadów nieżywnościowych (głównie odpadów

opakowaniowych i papieru) w ogólnej masie odpadów komunalnych. Tendencję tą można zaobserwować w większości krajów, a na przykładzie niektórych miast świata ilustruje to tabela nr 6.

Tabela nr 6. Skład morfologiczny odpadów komunalnych z miast o różnym stopniu rozwoju gospodarczego.

Miasto (Państwo)	Papier	Szkło	Metale	Tworzywa	Organiczne	Inne
Nowy York (USA)	35	9	13	10	22	11
Londyn (Wielka Brytania)	37	8	8	2	28	17
Rzym (Włochy)	18	4	3	4	50	21
Singapur (Singapur)	43	1	3	6	15	32
Hong Kong (Chiny)	32	10	2	6	19	31
Medellin (Kolumbia)	22	2	1	5	56	14
Lagos (Nigeria)	14	3	4	1	60	18
Kano (Nigeria)	17	2	5	4	43	29
Manilla (Filipiny)	17	5	2	4	43	29
Jakarta (Indonezja)	2	1	4	3	82	8
Lahore (Pakistan)	4	3	4	2	69	18
Karachi (Pakistan)	1	1	1	1	56	40
Kalkuta (Indie)	3	8	1	1	56	31

Wraz ze wzrostem gospodarczym i oczekiwanym wzrostem poziomu życia należy również oczekiwać zmian w systemie ciepłowniczym wielkich miast i zwiększenia udziału zdalaczynnych źródeł centralnego zaopatrzenia w ciepło (dla zabudowy wielorodzinnej) oraz przechodzenia w gospodarstwach indywidualnych na ogrzewanie gazowe. Takie zmiany powinny z kolei pociągnąć za sobą spadek udziału frakcji drobnej i niepalnej w odpadach komunalnych. Ewolucję taką można zaobserwować np. na podstawie danych o morfologii odpadów komunalnych z Londynu z lat 1925-1985, pokazanych w tabeli nr 7, gdzie w tym okresie przeprowadzone zostały istotne zmiany w systemie ucieplnienia miasta.

Tabela nr 7. Zmiany składu morfologicznego odpadów komunalnych w Londynie w latach 1925-1985.

Składnik odpadów/Rok	1925	1966	1985
Popiół	55,2	19,6	9,8
Odpady organiczne	15,5	18,7	26,9
papier i tektura	14,9	32,7	34,6
metale	4	11,8	7,5
tekstylia	1,1	1,9	4
szkło,	3,4	11,1	10,2
tworzywa sztuczne	0	1,3	7
inne	5,9	2,9	0

Konieczność dostosowania modelu gospodarki odpadami do nowych przepisów prawnych, będących wynikiem transpozycji prawa unijnego spowoduje w naszym kraju konieczność drastycznego ograniczenia ilości odpadów ulegających biodegradacji składowanych na składowiskach. Trzeba więc pamiętać, że do roku 2012 będziemy musieli w sposób znaczący (o minimum 65%) ograniczyć ilość ulegających biodegradacji odpadów komunalnych deponowanych na składowiskach. Będzie również obowiązywał zakaz składowania odpadów nieprzetworzonych. Spowoduje to konieczność zmiany systemu gospodarki odpadami i w efekcie trzeba będzie rozwinąć system selektywnej zbiórki odpadów, a następnie ich recyklingu oraz trzeba będzie rozwinąć system przetwarzania odpadów: mechaniczno-biologiczny (sortowanie i kompostowanie) i termiczny (spalanie).

Konsekwencją nieuniknionych zmian w modelu gospodarki odpadami będzie gruntowna rewizja planów inwestycyjnych w zakresie gospodarki odpadami. Trzeba będzie ograniczyć ilość planowanych do budowy składowisk odpadów na korzyść innych elementów systemu - kompostowni i spalarni odpadów. Trzeba również pamiętać, że rozwój systemu selektywnej zbiórki odpadów oraz ich recyklingu będzie również wymagał budowy infrastruktury technicznej oraz szerokiej promocji. Doświadczenia innych miast (zarówno w Polsce - Warszawa, jak i za granicą - w krajach Unii Europejskiej) wskazują, że paradoksalnie rozwój selektywnej zbiórki nie pogarsza wartości opałowej odpadów, a wręcz przeciwnie ich wartość opałowa rośnie. Stają się one przez to bardziej atrakcyjnym paliwem w spalarniach odpadów. Spalarnie zaś mogą wówczas stanowić istotny element systemu zdalaczynnego ucieplnienia miasta, przyczyniając się między innymi do poprawy warunków aerosanitarnych w centrach miast poprzez likwidację niskiej emisji.

W świetle planów gospodarki odpadami (krajowego oraz wojewódzkich) stan ten ma ulec zasadniczej zmianie do roku 2010. W tym okresie planuje się wybudowanie 8 nowoczesnych spalarni odpadów komunalnych (Gdańsk, Katowice, Kraków, Łódź, Poznań, Szczecin, Warszawa, Wrocław) o łącznej wydajności ok. 1,15 mln Mg/rok.

PODSUMOWANIE

Spalanie odpadów znane jest od lat. Od ponad stu lat pracują w Europie spalarnie odpadów a ilość ich aktualnie przekracza 350 instalacji. Dyskusja nad ich zaletami i wadami trwa. Jedni podkreślają ich bezpieczeństwo ekologiczne inni zaś wysokie koszty inwestycyjne i eksploatacyjna. Jakże są więc zalety i wady spalarni odpadów ?

Podstawowym celem, dla którego buduje się spalarnie jest maksymalne zmniejszenie objętości i masy odpadów. Zazwyczaj przyjmuje się, że spalarnia daje zmniejszenie ilości odpadów do ok. 30% ich pierwotnej masy i ok. 10% ich pierwotnej objętości. Fakt ten ma istotne znaczenie wobec coraz bardziej trudnego, a w niektórych miastach wręcz niemożliwego, wskazania lokalizacji pod budowę nowych składowisk odpadów. Współczesne spalarnie odpadów komunalnych z rozwiniętymi systemami oczyszczania gazów spalinowych oraz z prawidłowo rozwiązany problemem gospodarki odpadami wtórnymi pozwalają na skierowanie na składowisko jedynie ok. 6-8% pierwotnej masy odpadów. Pozwala to na znaczne ograniczenie potrzeb w zakresie pozyskiwania terenów pod składowiska odpadów.

Po drugie, spalanie odpadów ogranicza wydatnie ilość odpadów organicznych (biodegradowalnych) trafiających na składowiska odpadów i wpływających w sposób istotny na zwiększenie efektu cieplarnianego. Dlatego też kraje Unii Europejskiej przyjęły dyrektywę 1999/31/EC, która w drastyczny sposób ogranicza ilość organicznych odpadów biodegradowalnych kierowanych na składowiska odpadów.

Po trzecie, spalanie odpadów zabezpiecza środowisko przed niekontrolowanym przedostawaniem się wielu toksycznych substancji organicznych i mikrobiologicznych, które mogą być wymywane z odpadów poprzez wodę (opady atmosferyczne, wylewy rzek itp.).

Kolejnym argumentem za spalaniem odpadów jest wykorzystanie ich właściwości paliwowych. Każde odpady zawierają pewną ilość materii organicznej - palnej. Skład morfologiczny, zawartość substancji palnych, zawartości substancji mineralnej (niepalnej) oraz zawartość wilgoci w odpadach zależy od stopnia rozwoju gospodarczego. Generalnie rzecz biorąc im wyższy stopień rozwoju gospodarczego tym lepsze właściwości paliwowe odpadów (mniejsza zawartość wilgoci i substancji niepalnych, a wyższa wysokokalorycznych składników - papieru, tworzyw sztucznych, tekstyliów itp.). Rozpatrując problem z energetycznego punktu widzenia składowanie odpadów, a także ich kompostowanie jest bezpowrotną stratą ich właściwości energetycznych.

Spalanie odpadów komunalnych jest powszechnie stosowanym w krajach Unii Europejskiej elementem systemu gospodarki odpadami. Świadczy o tym ilość istniejących w Europie spalarni odpadów, a przede wszystkim zapisy przyjęte we wspólnym ustawodawstwie państw Unii Europejskiej. W świetle dyrektywy w sprawie składowisk odpadów ilość odpadów komunalnych (w szczególności organicznych i ulegających biodegradacji) trafiających na wysypiska ma być drastycznie ograniczona.

W związku z członkostwem Polski w Unii Europejskiej musieliśmy już przyjąć do naszego polskiego ustawodawstwa podobne uregulowania prawne, a w konsekwencji będziemy musieli zbliżyć nasz system gospodarki odpadami do modelu funkcjonującego w Europie zachodniej. W konsekwencji oznaczać to będzie konieczność wybudowania również w Polsce kilkunastu spalarni odpadów komunalnych. Istniejąca w Warszawie przy ul. Zabranieckiej stosunkowo mała (jak na obecne warunki europejskie) spalarnia o wydajności ok. 53 000 Mg/rok jako pierwsza polska spalarnia (budowana wg mieszanej technologii włosko-duńsko) znajduje się pod bardzo krytyczną „opieką” ruchów ekologicznych i służb ochrony środowiska. Istniejący w tej spalarni system oczyszczania gazów oraz sposób postępowania z wtórnymi odpadami stałymi jest zbliżony do systemów istniejących w nowych spalarniach budowanych w Europie Zachodniej - o czym wspomiano wcześniej.

Sprawą niezmiernie ważną jest jednak, aby wszystkie inne spalarnie, które jak można oczekiwać będą budowane w Polsce w nadchodzących latach, były spalarniami bezpiecznymi i nie oddziaływały negatywnie na środowisko. Zależy to jednak w ogromnej mierze od wiedzy tych, którzy będą podpisywać kontrakty na budowę spalarni. Strategicznym celem powinno być dostosowanie naszego systemu gospodarki odpadami do sprawdzonego systemu krajów Unii, w którym spalarnia odpadów znajduje poczesne miejsce i równocześnie zadbanie o to, by budowane w Polsce spalarnie odpadów nie oddziaływały negatywnie na środowisko. Warto przy tym zwrócić uwagę, aby spalarnie, które będą w Polsce budowane w przyszłości opierały się na sprawdzonych technologiach, a nie stanowiły pola eksperymentu dla nowych technologii (najczęściej opartych na procesie pirolizy), jakie są aktualnie przedmiotem badań w Europie.

Niezmiernie ważną sprawą jest również rzeczowe i obiektywne przedstawianie problemu spalania odpadów, wykazywanie zalet i wyjaśnianie wątpliwości, gdyż wiedza przeciętnego człowieka w naszym kraju na temat spalania odpadów jest bardzo mała i często sprowadza się bądź do bezkrytycznego przyjmowania zagranicznej techniki (bez rzetelnej jej oceny), bądź też sprowadza się do bardzo krzywdzącego i nieprawdziwego stereotypu; spalarnia = śmierć.

LITERATURA

- Burchardt-Dziubińska M. - *Integracja Polski z Unią Europejską w dziedzinie ochrony środowiska - Problemy, Korzyści, Zagrożenia.* - Wydawnictwo BIBLIOTEKA, Łódź, 2000;
- Comission Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1a of Council Directive 75/442/EEC on waste - Official Journal of the European Communities 1994, L5, p. 15, (7.01.1994);
- Communication from the Commission on the review of the Community Strategy for Waste Management. - COM(96)399 Final, Brussels 30.07.1996;
- Council Directive 75/442/EEC on waste - Official Journal of the European Communities 1975, L194, p. 39, (25.07.1975);
- Council Directive 91/156/EEC amending Directive 75/442/EEC on waste - Official Journal of the European Communities 1991, L78, p. 32, (26.03.1991);
- Council Directive 1999/31/EC on the landfill of waste - Official Journal of the European Communities 1999, L182, p. 1, (16.07.1999);
- Daten zur Anlagentechnik und zu Standorten der thermischen Behandlungsanlagen für Siedlungsabfälle/Restabfälle in Europa. - Umweltbundesamt, Berlin, 5 Auflage (01/2003);
- Environment 2010: our Future, Our Choice. - The Sixth Environment Action Programme of the European Community 2001-2010. - Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg, 2001;
- Environmental signals 2000 - European Environmental Agency, Copenhagen 2000
- European Parliament and the Council Directive 2000/76/EC on the incineration of waste. - Official Journal of the European Communities 2000, L 332, p. 91, (18.12.2000);
- Energy from Waste. State of the Art. Report. Statitics1993-1996. 3rd Edition, - ISWA, Copenhagen, January 2002;
- Energy from Waste. State of the Art. Report. Statitics. 4th Edition, - ISWA, Copenhagen, January 1998;
- Energy from Waste. A good practice guide. - The Chartered Institution of Waste Management, Northampton, November 2003;
- Hogg D. - *Cost of Municipal Waste management in the EU.* - Eunomia Research Consultuing, Brussel 2001;
- Integrated Pollution Prevention and Control. Draft Reference Document on Best Available Techniques for Waste Incineration. Draft May 2003 – European Commission. European IPPC Bureau, Seville, 2003;
- Jendrońska J. - *Polskie prawo ochrony środowiska w kontekście integracji z Unią Europejską - wybrane zagrożenia.* - Centrum Prawa Ekologicznego, Wrocław, 2001
- Johnke B. - *Situation and Aspects of Waste Incineration in Germany.* - UTA Technology & Environment, 1998, 2, 98-103 (GIT Verlag, Darmstadt);
- Krajowy Plan Gospodarki Odpadami - Rada Ministrów, październik 2003 (M.P. 2003,
- Leboda R. Oleszczuk P. - *Odpady komunalne i ich zagospodarowanie.* - Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskie, Lublin 2002;

- Pajak T., Wielgosiński G. - *Spalanie odpadów - korzyści i zagrożenia* - w Zarzycki R (red.) „Gospodarka komunalna w miastach”, Oddział Łódzki PAN, Łódź, 2001;
- Pajak T. - *Analiza i prognoza zmian wartości opałowej polskich odpadów komunalnych*. - Kraków, 2000 (praca nie publikowana);
- Pajak T. - *Spalarnia odpadów jako element systemu zaopatrzenia miast w ciepło*. - V Ogólnopolskie Sympozjum „Ochrona powietrza w przemyśle”, Politechnika Łódzka, 1998
- Pajak T., Sieja L., Skowron H. - *Geplante MVA's in Polen und mögliche Integration eigener MVA-Komponenten*. - Seminar VDI „Kombinierte Abfallbehandlungsverfahren „Modelle und Module zur Kosten- und Gebürensenskung”, Düsseldorf, März 1998;
- Pajak T. - *Termiczna utylizacja odpadów komunalnych jako element współczesnej kompleksowej gospodarki odpadami*. - Przegląd Komunalny nr 3 (78) 1998, s. 17 - 40;
- Pajak T. - *Energetyczny recykling odpadów komunalnych. Podstawowe uwarunkowania, bariery i perspektywy zastosowania w Polsce*. - Przegląd Komunalny 2000, 2, 68-73;
- Pajak T. - *Technologie spalania odpadów komunalnych. Nowe konstrukcje, podstawowe uwarunkowania*. - Referat na Seminarium naukowo-technicznym „Spalanie odpadów”., Poraj k/Częstochowy, Listopad 2000;
- Pajak T. - „Zabraniecka” - pierwsza w Polsce instalacja termicznej utylizacji odpadów komunalnych. - EKOPROBLEMY 2000, 4, 10-11;
- Pajak T. - *Termiczne unieszkodliwienie odpadów w systemie gospodarki odpadami komunalnymi*. - Referat na konferencji „IV Międzynarodowe Forum Gospodarki Odpadami”, Poznań-Piła, maj 2001;
- Prawo Ochrony Środowiska Wspólnoty Europejskiej. T. I-VIII*. - Wydawnictwo GEA, Warszawa, 1995-1999;;
- Reimann D. O., Hämmerli H. - *Verbrennungstechnik für Abfälle in Theorie und Praxis*. - Schriftenreihe; Umweltschutz, Bamberg, 1995;
- Report from the Commission to the Council and European Parliament on the implementation of community waste legislation (Directive 75/442/EEC on waste, Directive 91/689/EEC on hazardous waste, Directive 75/439/EEC on waste oils and Directive 86/278/EEC on sewage sludge) for the period 1995/1997*. - Commission of the European Communities COM(1999) 752 Final - Brussels, 10.01.2000;
- Rijkema L. P. M., Krajenbrink G. W., Stijnman P. W. A., de Groot J. L. B. - *Survey of municipal solid waste combustion in Europe*. - TNO Environmental and Energy Research Report, Apeldoorn, 1993,
- Rocznik Statystyczny Ochrona Środowiska* - GUS 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001;
- Rosik-Dulewska Cz. - *Podstawy Gospodarki Odpadami*. - PWN, Warszawa 2002;
- Schlauer R. - *Die Problematik der Müllverbrennung*. - Vulkan-Verlag, Essen 1995
- Commission Information for Council and Parliament - Community Strategy in waste management* - Official Journal of the European Communities 1990, C122, p. 2, (15.05.1990);
- Thermische, mechanisch-biologische Behandlungsanlagen und Deponien für Rest-Siedlungsabfälle in der Bundesrepublik Deutschland*. - Umweltbundesamt, Berlin, 5 Auflage (01/2001);

- Thome-Kozmiensky K. J. - *Thermische Abfallbehandlung*. - EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin, 1994;
- Whiting K. J., Schwager F. J. - *European trends in thermal treatment of solid wastes*. - ISWA Yearbook 1997/98;
- Whiting K. J. - *Incineration in Europe*. - ASSURRE, Juniper Consultancy Services, London, 2000;
- Wielgosiński G. - *Adaptation of Polish law to the European Union legislation with respect to thermal methods of waste treatment*. - *Polityka Energetyczna*, 2003, 6, 103-110;
- Wielgosiński G. - *Gospodarka odpadami - istotny problem naszej cywilizacji*. - *Gospodarka odpadami komunalnymi*, Warszawa, 2000;
- Wielgosiński G. - *Formalno-prawne uwarunkowania budowy i eksploatacji spalarni odpadów*. - Siuta J. (red.) „*Gospodarka odpadami*”, Wydawnictwo „EKOINŻYNIERIA”, Lublin, 1998;
- Wielgosiński G. - *Oczyszczanie gazów odlotowych z procesu spalania odpadów*. - *Ekologia i Technika*, 1998, VI, 3, 67-75;
- Wielgosiński G. - *Pirolityczne instalacje termicznej utylizacji odpadów komunalnych - wady i zalety*. - *Problemy Ekologii*, 1999, 5, 177-183;
- Wielgosiński G. - *Bezpieczeństwo ekologiczne współczesnych spalarni odpadów komunalnych*. - *Przegląd Komunalny*, 2000, 2, ;
- Wielgosiński G. - *Plan implementacji dyrektywy 94/67/EEC do prawa polskiego*. - praca niepublikowana wykonana na zlecenie Ministerstwa Środowiska, Warszawa, marzec 2001;
- Wielgosiński G. - *Powstawanie dioksyn w procesach termicznej utylizacji odpadów*. - referat na Międzynarodowej Konferencji „*Dioksyny w przemyśle i środowisku*”, Kraków, czerwiec, 2001;
- Wielgosiński G. - *Spalanie odpadów - korzyści i zagrożenia*. - Referat na Seminarium naukowo-technicznym „*Spalanie odpadów*”, Poraj k/Częstochowy, Listopad 2000;
- Wielgosiński G. - *Spalanie odpadów a emisja dioksyn*. - referat na I Kongresie Inżynierii Środowiska, Lublin, wrzesień 2002;
- Wielgosiński G. - *Adaptation of Polish law to the European Union legislation with respect to thermal methods of waste treatment*. - *Polityka Energetyczna*, 2003, 6, 103-110;
- Willumsen H. C. - *Doświadczenia w pozyskiwaniu i wykorzystaniu gazu z wysypisk śmieci*. - Sympozjum „*Pozyskiwanie gazu z wysypisk śmieci*” - Warszawa, grudzień 1991;
- Żygadło M. (red) - *Strategia Gospodarki Odpadami Komunalnymi*, - PZiTS Poznań, 2001;