

**KRZYSZTOF BIERNAT**

Institut Ekologii i Bioetyki, UKSW, Warszawa

**PAULINA LUIZA DZIOLAŁAK**

Institut Ekologii i Bioetyki, UKSW, Warszawa

**IZABELA SAMSON-BREK**

Institut Ekologii i Bioetyki, UKSW, Warszawa

## **Możliwości wykorzystania odpadów jako surowców energetycznych w Polsce**

**Słowa kluczowe:** odpady, bioodpady, surowce, wysypiska

**Key Word:** wastes, biowastes, raw material, landfill

### **Wprowadzenie**

Polska gospodarka generuje duże ilości odpadów przemysłowych w tym także pochodzących z górnictwa surowców mineralnych, w szczególności z górnictwa węgla kamiennego. Wiąże się to z tym, że kopaliny, które stanowią pierwotne źródło surowców mineralnych, w stanie surowym nie posiadają właściwości umożliwiających ich bezpośrednie wykorzystanie gospodarcze, wobec czego poddawane są procesom uzdatniania na etapach eksploatacji, przeróbki i przetwórstwa. W każdym z tych etapów powstaje szereg odpadów górniczych, przerobczych i przetwórczych. Ilościowa, jak również jakościowa charakterystyka tych odpadów uzależniona jest od szeregu czynników, między innymi od typu skał złożowych, sposobu prowadzenia eksploatacji i rodzaju urobku.

Oprócz odpadów przemysłowych drugą grupą są odpady komunalne, które wytwarzane są także w znacznych ilościach, zwłaszcza w dużych aglomeracjach miejskich. W przypadku tego typu odpadów

ich skład zależy od miejsca powstawania, statusu społecznego mieszkańców czy stopnia rozwoju gospodarczego. I tak w aglomeracjach miejskich najczęściej można wydzielić odpadów organicznych oraz opakowaniowych. Na terenach wiejskich zaś przeważają popioły oraz odpady wielkogabarytowe.

Stan zagospodarowania odpadów komunalnych w Polsce wymaga podjęcia zdecydowanych działań w tym zakresie. W chwili obecnej jedynie nieznaczny procent odpadów jest utylizowany. Na taki stan rzeczy wpływa między innymi niska świadomość ekologiczna społeczeństwa, brak planów gospodarki odpadami w gminach, jak również brak instalacji służących do odzysku i unieszkodliwiania odpadów. W obliczu obowiązków, jakie nakłada na Polskę Unia Europejska dotyczących konieczności zwiększenia poziomu odzysku odpadów, zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych czy też zwiększenia zużycia odnawialnych źródeł energii w ogólnym bilansie energetycznym kraju, Polska musi więc podjąć radykalne działania w kierunku zmiany regulacji w zakresie gospodarki odpadami i dostosowania się do przepisów unijnych.

## **1. Przegląd wybranych regulacji europejskich dotyczących gospodarki odpadami**

Jednym z podstawowych dokumentów regulujących kwestie związane z odpadami jest Dyrektywa 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. (A) w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy ustanawia ramy prawne dotyczące postępowania z odpadami w krajach członkowskich UE. Definiuje ona kluczowe pojęcia takie, jak odpady, odzysk i unieszkodliwianie oraz ustanawia istotne wymogi w zakresie gospodarowania odpadami. Powyższa dyrektywa ustanawia również środki służące ochronie środowiska i zdrowia ludzkiego poprzez zapobieganie i zmniejszanie negatywnego wpływu wynikającego z wytwarzania odpadów i gospodarowania nimi oraz przez zmniejszenie ogólnych skutków użytkowania zasobów i poprawę efektywności takiego użytkowania.

Dyrektywa wprowadza pięciostopniową hierarchię postępowania z odpadami. Zawiera ona priorytety, które powinny stanowić podstawę prawa w zakresie zapobiegania powstawania odpadów oraz gospodarowania nimi takie, jak:

- zapobieganie,
- przygotowanie do ponownego użycia,
- recykling,
- inne metody odzysku, np. odzysk energii,
- unieszkodliwiania.

Stosowanie przez państwa członkowskie powyższej hierarchii daje możliwość podejmowania najlepszych środków w celu poprawy stanu środowiska naturalnego.

Dyrektywa nakłada również na państwa członkowskie obowiązek opracowania programów zapobiegającym powstawaniu odpadów. Celem opracowania takich programów jest podjęcie działań w celu ograniczenia ilości powstających odpadów. Programy powinny być zintegrowane z planami gospodarki odpadami lub innymi programami w zakresie polityki ochrony środowiska.

Innym, ważnym z punktu widzenia gospodarki odpadami organicznymi dokumentem jest drugi projekt Dyrektywy o bioodpadach (B). Zgodnie z tym dokumentem inicjatywy UE na rzecz poprawy obecnej sytuacji w zakresie gospodarki odpadami ulegającymi biodegradacji (odpady organiczne) i pomocy w realizacji celów dyrektywy 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów powinny bazować na art. 95 i 175 Traktatu WE i zawierać następujące cele:

- promowanie biologicznego przetwarzania odpadów organicznych poprzez ujednoczenie krajowych środków w zakresie zarządzania w celu zapobiegania lub zmniejszania negatywnego wpływu na stan środowiska naturalnego,
- ochronę gleby i zapewnienie, że stosowanie bioodpadów jako nawozu w konsekwencji przyniesie korzyści dla rolnictwa oraz dla środowiska naturalnego,
- zapewnienie, że gospodarka odpadami organicznymi nie wpływa negatywnie na zdrowie ludzi, roślin i zwierząt,

– zapewnienie funkcjonowania wewnętrznych rynków w celu uniknięcia ograniczenia konkurencyjności w UE.

W propozycji dyrektywy założono wprowadzenie nakazu selektywnego zbierania odpadów ulegających biodegradacji z przeznaczeniem ich do kompostowania i/lub beztlenowego rozkładu.

Dyrektywa Unii Europejskiej 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. (C) w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE ustanawia ramy promocji odnawialnych źródeł energii. Określa ona obowiązkowe krajowe cele ogólne w odniesieniu do całkowitego udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto i w odniesieniu do udziału energii ze źródeł odnawialnych w transporcie. Dla Polski cel ten wynosi 15%. Niniejsza ustawa określa odpady organiczne mianem biomasy i definiuje je jako ulegającą biodegradacji część produktów, odpadów lub pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych działów przemysłu, w tym rybołówstwa i akwakultury, a także ulegającą biodegradacji część odpadów przemysłowych i miejskich (C: art. 3). Takie ujęcie odpadów organicznych pozawala na energetyczne wykorzystanie nie tylko odpadów komunalnych, ale także odpadów pochodzących z rolnictwa, które charakteryzują się dużym potencjałem produkcyjnym biogazu. Produkcja biogazu z wyżej wymienionych surowców dzięki wysokiemu potencjałowi redukcji emisji gazów cieplarnianych daje znaczne korzyści dla środowiska zarówno przy wytwarzaniu energii elektrycznej i ciepła, jak również stosowaniu jako biopaliwo. Instalacje biogazowe dzięki zdecentralizowanemu charakterowi i regionalnej strukturze inwestycyjnej mogą wnieść znaczący wkład w zrównoważony rozwój obszarów wiejskich i stwarzać nowe perspektywy zarobku dla rolników.

## **2. Aktualny stan gospodarki odpadami w Polsce**

W systemie gospodarki odpadami prawidłowe postępowanie z odpadami oznacza racjonalne gospodarowanie odpadami. Według ustawy

o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001r., przez gospodarowanie odpadami rozumie się: zbieranie i transport, odzysk oraz unieszkodliwianie odpadów, w tym również nadzór nad takimi działaniami oraz nad miejscami unieszkodliwiania odpadów (D: art. 3, p.3).

Pierwsze ogniwo w systemie gospodarki odpadami stanowi zbiórka odpadów. Jest ona również ściśle powiązana z planowanymi na danym obszarze metodami odzysku i unieszkodliwiania odpadów. W roku 2004 w Polsce zebrano 9759 tys. ton odpadów, w roku 2008 10036 tys. ton, zaś w roku 2009 poziom ten zmalał do 9352 tys. ton (E).

W Polsce 94% mieszkańców z terenów miejskich oraz 74% mieszkańców z terenów wiejskich jest objętych zbiórką odpadów, dane te są jednak wyraźnie zawyżone i nie odzwierciedlają faktycznego stanu w tym zakresie (F). W 2004 roku selektywna zbiórka odpadów była prowadzona w ograniczonym zakresie jedynie przez 30% gmin. Według danych wskaźnikowych wyselekcjonowano jedynie 2,5% surowców wtórnych z odpadów (G).

W racjonalnym gospodarowaniu odpadami dominującą rolę powinno odgrywać sortowanie odpadów. Według opracowania GUS w roku 2009 r. najwięcej odpadów zostało wyselekcjonowanych w województwach: mazowieckim, śląskim i dolnośląskim, najmniej zaś w świętokrzyskim, podlaskim i opolskim (E).

Odpady mogą być unieszkodliwiane poprzez: składowanie, przekształcanie termiczne, a także poprzez przekształcanie fizyczne, chemiczne lub fizyko-chemiczne. W Polsce niestety nadal jedną z podstawowych metod unieszkodliwiania odpadów jest ich składowanie. Powinno się ono odbywać w odpowiednim miejscu, a także w sposób wskazany przez administrację terenu, przy czym miejsce i sposób składowania powinny zagwarantować jak najmniejszy wpływ na elementy środowiska, z uwzględnieniem późniejszej rekultywacji terenu. Uśredniając corocznie odprowadza się na składowiska około 43 mln m<sup>3</sup> odpadów komunalnych stałych i około 15 mln m<sup>3</sup> płynnych (Rosik-Dulewska 2000).

Aktualnie w Polsce istnieją 803 czynne wysypiska odpadów komunalnych (E), przy czym z 72 wysypisk odzyskuje się biogaz, jako surowiec energetyczny (H). Składowiska odpadów są obiektami uciąż-

liwymi dla środowiska z uwagi na emisje zanieczyszczeń (gazowych, pyłowych, bakteriologicznych i in.), emisji metanu, bioaerozoli, odorów, a także poprzez odcieki składowiskowe. W skutek tego składowanie odpadów jest najmniej korzystnym sposobem gospodarowania odpadami.

Spalanie jest jednym z najbardziej radykalnych sposobów postępowania z odpadami, pod warunkiem wykorzystania energii powstającej w wyniku procesu na wytwarzanie ciepła lub energii elektrycznej. Na terenie Polski istnieje tylko jedna spalarnia, w której są unieszkodliwiane odpady komunalne z jednoczesnym wytwarzaniem pary wodnej do napędu generatorów prądu elektrycznego. Spalarnia jest zlokalizowana w Warszawie, w Zakładzie Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych (ZUSOK). Odpady są dostarczane do spalarni jedynie z terenu miasta Warszawy. W roku 2009 termicznemu unieszkodliwieniu poddano około 101 tys. ton odpadów komunalnych (E).

Innym sposobem postępowania z odpadami w Polsce jest ich kompostowanie. W 2004 roku w Polsce funkcjonowały 54 kompostownie, zaś wg danych z końca 2006 roku ich liczba wzrosła do 64. Kompostownie te zlokalizowane są m.in.: w Warszawie, Gorzowie Wielkopolskim, Grodzisku Mazowieckim, Suwałkach i Katowicach. Oprócz kompostowni przerabiających odpady zmieszane istnieją również kompostownie, które kompostują wyłącznie odpady „zielone”. Liczba tych kompostowni jest znacznie mniejsza niż pozostałych. W Polsce jest ich 9 i znajdują się m.in. w Warszawie, Łodzi, Sopocie, Gdyni, Radomiu i Puławach. Proces technologiczny przerobu odpadów odbywa się na otwartej przestrzeni, w odpowiednio ukształtowanych przyzmacach. W Polsce stosowane są również kompostownie, które w tym samym cyklu przerobowym przerabiają zarówno odpady zielone, jak i osady ściekowe, a także inne odpady organiczne. Do takich kompostowni zaliczyć można zakłady znajdujące się w Zabrzcu, Białymstoku i Krakowie (Rosolak et al. 2006). W roku 2004 procesowi kompostowania poddano 234 tys. Mg odpadów. W tym samym roku najwięcej kompostu wytworzono w województwie mazowieckim – 71 tys. Mg, w województwie śląskim – 47 tys. Mg oraz województwie podlaskim – 50 tys. Mg (E). Natomiast w roku 2008 kompostowano 263,4 tys. Mg

odpadów komunalnych pochodzących z miast i wsi oraz 225 tys. Mg odpadów innych niż komunalne, przy czym największe ilości kompostu powstały w województwie kujawsko-pomorskim oraz w województwie wielkopolskim (E).

Podsumowując polska gospodarka odpadami jest mało zorganizowana. Dotychczas prawie całą masę odpadów usuwa się na składowiska, a często składowane odpady są w stanie nieprzerobionym, mieszane z substancjami niebezpiecznymi, co ma szkodliwy wpływ na stan środowiska. Prawie 75% gmin w Polsce wywozi odpady na składowiska odpadów bez uprzedniej selekcji. Ponad jedna piąta gmin prowadzi segregację odpadów u źródła (rozwinętą bądź też częściową), a około 10% gmin prowadzi sortowanie odpadów przy składowiskach. Jedynie niespełna 5% gmin prowadzi częściową, selektywną zbiórkę odpadów. Niestety pozostałe gminy nie prowadzą żadnej zbiórki odpadów, co prowadzi do tego, że odpady składowane są na dzikich składowiskach, zakopywane w ziemi, bądź też spalane w gospodarstwach domowych (Kalbarczyk 2001).

Przedstawiony sposób postępowania z odpadami w głównej mierze dotyczy gmin wiejskich, ok. 78% tych gmin wywozi odpady na składowiska bez żadnej selekcji, niewiele tylko sortuje odpady u źródła lub przy składowiskach. Znacznie lepiej jest prowadzona miejska gospodarka odpadami (Rosolak et al. 2006).

### **3. Perspektywa energetycznego wykorzystania odpadów w Polsce**

Termiczna utylizacja odpadów komunalnych jest pojęciem bardzo szerokim obejmującym procesy bezpośredniego spalania w celu pozyskania energii elektrycznej i energii cieplnej, jak również procesy przygotowania i spalania paliwa wydzielonego z odpadów jako paliwo alternatywne, które z powodzeniem zastępuje pierwotne nośniki energii.

W procesach termicznej przeróbki odpadów stosowane są klasyczne procesy: spalanie na ruszcie, spalanie w warstwie fluidalnej, spalanie w piecu cementowym. Celem tych procesów jest nieszkodliwe usuwanie odpadów. Każdy z tych procesów charakteryzuje się zaletami i wadami. Obecnie coraz większe znaczenie ma współspalanie odpadów

w paleniskach przemysłowych: elektrowni i elektrociepłowni, cementowni, przemysłów, w których występują procesy wysokotemperaturowe. Celem procesów współspalania jest pozyskiwanie energii zawartej w odpadach, dzięki czemu osiąga się korzyść wynikającą z oszczędności na pierwotnych nośnikach energii (Czajka et al. 2000).

Minimalna wartość opałowa, która umożliwia spalanie odpadów bez dodatkowego paliwa wynosi 5-6 MJ/kg. Tak więc odzysk ciepła w instalacjach termicznej utylizacji odpadów przy zastosowaniu konwencjonalnych technologii jest efektywny wówczas, gdy wartość opałowa spalanych odpadów wynosić będzie ponad 5,8 MJ/kg. Taka wielkość wartości opałowej zapewnia spalanie odpadów na ruszcie bez dodatkowego paliwa. Natomiast nie zapewnia uzyskania w komorze spalania wymaganej przepisami temperatury 850°C. Z doświadczeń praktycznych wynika, że temperatura taka może być osiągnięta przy wartości opałowej powyżej 7,5 MJ/kg (Czajka et al. 2000).

Odpady kierowane do instalacji WtE powinny być wstępnie przygotowywane i posegregowane. Przy spalaniu odpadów konieczne jest utrzymywanie temperatury powyżej minimalnej temperatury procesu. Odpady powinny pozostać w strefie spalania co najmniej 2 s w temperaturze powyżej 850°C i przy zawartości tlenu powyżej 6%. Instalacje przetwarzania termicznego powinny być przystosowane do obniżania poziomu granicznych emisji gazów szkodliwych, a także należy uwzględniać zużycie i dalsze zubożenie pozostałości po przeróbce termicznej odpadów, co musi być zgodne z postępowaniem techniki (Czajka et al. 2000).

Jak już wspomniano w Polsce istnieje tylko jedna spalarnia odpadów odzyskująca energię i mieści się ona w Warszawie. Instalacja ta ma możliwości przerobu odpadów na poziomie 120 000 Mg/rok, a jej udział w krajowym systemie gospodarowania odpadami wynosi jedynie 0,4% (m/m). Planuje się otwarcie nowej instalacji dwuliniowej o mocy przerobowej 300 000 Mg/rok. Przewiduje się, że w 2014 roku Polska będzie miała potencjał 16%-owego pokrycia udziału spalania odpadów w całkowitym systemie postępowania z odpadami (Pająk 2007).



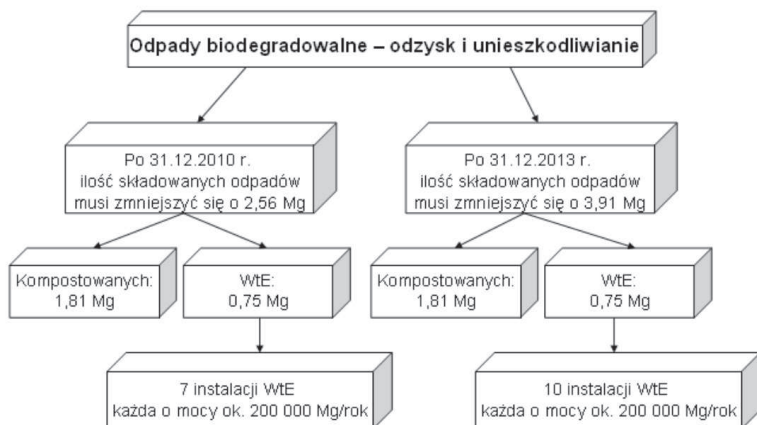
Dlaczego Polska potrzebuje większej ilości spalarni odpadów komunalnych? Po pierwsze z uwagi na ubogi system gospodarowania odpadami. Niestety aż 95% odpadów w Polsce jest składowanych na składowiskach odpadów komunalnych. W 2004 roku wyprodukowano 11,8 mln Mg odpadów. Aż 360 kg odpadów na osobę jest produkowanych w dużych aglomeracjach miejskich, średnio w przeliczeniu na osobę wytwarza się 273 kg odpadów w skali roku. Ponad 95% odpadów składowanych jest na składowiskach odpadów komunalnych, 2% jest kompostowanych, kolejne 2% jest zbieranych selektywnie, a jedynie około 0,5% jest spalane z odzyskiem energii (Pająk 2007).

Po drugie artykuł 16a Ustawy o odpadach nakazuje ograniczenie składowania odpadów biodegradowalnych na wysypiskach do 75% do roku 2010, do 50% do roku 2013 i do 35% do roku 2020 w stosunku do roku bazowego 1995, kiedy to poziom wytwarzanych i składowanych odpadów biodegradowalnych wynosił 4,38 mln Mg/a (Pająk 2007).

A po trzecie racjonalizacja postępowania z odpadami opakowanymi, stanowiącego duży i rosnący odsetek wszystkich odpadów wytwarzanych w Polsce, wymaga ich unieszkodliwiania zgodnie z dyrektywami 94/62/EC oraz 2004/12/EC i 2005/20/EC (Pająk 2007).

Bardzo istotnym bodźcem również może być wprowadzenie opłat za składowanie odpadów. Zdaniem niektórych specjalistów należy wykorzystywać szybciej dotacje unijne dla budowy co najmniej 80 spalarni, w celu wykorzystania energii i utylizacji odpadów palnych, ponieważ, od 31 grudnia 2013 roku zacznie obowiązywać zakaz składowania odpadów komunalnych o wartości opałowej większej niż 5 GJ/Mg. Niestosowanie się do przepisu będzie skutkowało karami w wysokości – 260 000 € za dzień składowania (Neterowicz 2010a).

Na rys. 1 przedstawiono propozycję rozwiązania problemu odpadów biodegradowalnych w oparciu o Krajowy Plan Gospodarki Odpadami na rok 2010.



**Rys.1.** Schemat unieszkodliwiania i odzysku energii z biodegradowalnych odpadów w Polsce

Źródło: opracowanie własne na podstawie T. Pająk, Polish Policy on bioenergy from biodegradable municipal waste to energy, PSO PPA PROJECT „Biomass and biofuels In Poland following Directive 2001/77/EC and Directive 2003/30/EC”, The Haque, 12-13 April 2007 r

Jak widać na rys.1 po roku 2010 wg przepisów i na bazie prognoz nie będzie mogło być składowanych około 2,56 mln Mg odpadów biodegradowalnych. Przewiduje się, że około 1,81 mln Mg tych odpadów będzie kompostowanych, a około 0,75 mln Mg powinno być przetwarzanych z odzyskiem energii. Dla przetworzenia takiej ilości odpadów potrzebnych jest około 7 instalacji WtE (spalarni odpadów) o mocy 200 000 Mg/rok każda. Po roku 2013 natomiast już około 3,91 mln Mg odpadów biodegradowalnych nie będzie mogła być składowana. Wtedy około 2,54 mln Mg tych odpadów zostanie przeznaczonych do kompostowania, a 1 mln Mg odpadów będzie mogło być przetwarzanych w instalacjach WtE. Do przetworzenia takiej ilości odpadów potrzebnych będzie 10 instalacji WtE o mocy 200 000 Mg/rok każda (Pająk 2007).

Tabela nr 1 przedstawia planowane instalacje spalarni odpadów komunalnych na terenie Polski.

<b>Miasto</b>	<b>Moc (Mg/rok)</b>	<b>Możliwy termin otwarcia instalacji</b>
<b>Kraków</b> (2 szt.) - 116,4 mln €	2 x 100 000	po 2010
<b>Katowice</b> (2 szt.) - 300 mln € (koszt całkowity)	250 000 250 000	2010 – 2015 2010 - 2015
<b>Wrocław</b> - 116 mln €	100 000	po 2010
<b>Region Województwa Lubuskiego</b> - 62 mln €	120 000	po 2010
<b>Warszawa</b> (2 szt.) - 155 mln € - brak danych	200 000 300 000	po 2010 po 2013
<b>Łódź</b> - 115 mln €	200 000	po 2010
<b>Poznań</b> - 80 mln €	140 000	po 2010

**Tabela 1.** Planowane instalacje spalarni odpadów komunalnych na terenie Polski (Pająk 2007).

W Polsce perspektywicznym rozwiązaniem stosowanym na szerszą skalę może być wykorzystanie odpadów jako paliw alternatywnych, lub też przekształcanie odpadów na paliwa.

Odpady komunalne i przemysłowe lub ich mieszaniny zarówno w stanie stałym jak i ciekłym mogą być paliwami alternatywnymi (zastępczymi, wtórnymi) wykorzystywanymi w przemyśle jako zamiennik paliw konwencjonalnych.

Badania prowadzone przez szereg lat w cementowniach na całym świecie, wykazały jednoznacznie przewagę utylizacji odpadów w procesach klinkieryzacji i produkcji cementu w porównaniu ze składowaniem ich na składowiskach bądź spalaniem w spalarniach. Cementownie wykorzystują szeroką gamę odpadów zarówno przemysłowych jak i komunalnych takich jak: powszechnie uciążliwe od-

pady komunalne, odpadowe produkty ropopochodne, zużyte opony samochodowe, przeterminowane środki ochrony roślin i środki owadobójcze, lekarstwa i inne produkty z przemysłu farmaceutycznego, produkty z przemysłu farb i lakierów, osady i szlamy powstałe w oczyszczalniach ścieków.

Czynnikami, które decydują o wykorzystaniu pieców cementowych do utylizacji odpadów są: wysoka temperatura spalania, wynosząca około 1700°C, znaczna długość pieca obrotowego, tempo przepływu gazów wynoszące od 13 do 15 m/s, czynnik neutralizujący w postaci węgla wapnia (Czajka et al. 2000).

Paliwa alternatywne wykorzystywane w przemyśle cementowym muszą spełniać pewne określone parametry. Korzyści wynikające z zastosowania paliw alternatywnych w przemyśle cementowym są ekonomiczne jak i środowiskowe zarówno dla zakładu wykorzystującego odpady, jak również dla społeczeństwa.

Dobrym rozwiązaniem dla Polski może być także odzysk biogazu ze składowisk odpadów komunalnych. Energia z biogazu pozyskiwanego ze składowisk, w świetle uregulowań Prawa Energetycznego i Ustawy o odpadach, może być istotnym elementem gospodarki energetycznej każdej jednostki terytorialnej. Obecnie w Polsce istnieje 386 składowisk posiadających instalację do odgazowania (E). Spośród tej liczby tylko 11 składowisk prowadzi odzysk energii cieplnej, zaś 49 odzysk energii elektrycznej. Tabela 2 zawiera zestawienie składowisk odpadów komunalnych zawierających instalacje odgazowujące w podziale na województwa.

Województwo	Liczba składowisk z instalacją do odgazowania				
	ogółem	z odzyskiem energii		ilość wyprodukowanej energii	
		Cieplnej	elektrycznej	cieplnej	elektrycznej
POLSKA	386	11	49	68134,1	133217,3
Dolnośląskie	42	-	2	-	16265,3
Kujawsko-pomorskie	34	1	3	0,8	238,4
Lubelskie	30	-	1	-	1599,1

Województwo	Liczba składowisk z instalacją do odgazowania				
	ogółem	z odzyskiem energii		ilość wyprodukowanej energii	
		Ciepłej	elektrycznej	ciepłej	elektrycznej
Lubuskie	13	-	1	-	2892,6
Łódzkie	20	-	4	-	14370,3
Małopolskie	28	1	5	5,1	9669,9
Mazowieckie	38	2	10	37958,2	32689,9
Opolskie	18	-	-	-	-
Podkarpackie	17	-	3	-	4670,2
Podlaskie	13	-	1	-	3787,6
Pomorskie	20	3	3	11576,8	9805,3
Śląskie	23	2	10	17477,1	27035,2
Świętokrzyskie	9	-	1	-	364,2
Warmińsko- -mazurskie	12	1	-	201,2	-
Wielkopolskie	44	1	2	914,9	8452,8
Zachodnio- pomorskie	25	-	3	-	1377,3

**Tabela 2.** Składowiska odpadów komunalnych zawierające instalacje odgazowujące w podziale na województwa (E).

Na bazie informacji na temat istniejących składowisk odpadów należy przypuszczać, że w skali całego kraju biogaz jest istotnym, dodatkowym, źródłem energii. Według danych Ministerstwa Rolnictwa można uzyskać około 2 mld m<sup>3</sup> biogazu rolniczego. Uwzględniając możliwy do uzyskania biogaz składowiskowy oraz intensyfikację metod pozyskiwania biogazu rolniczego potencjał krajowy w perspektywie szacować można na ok. 5-6 mld m<sup>3</sup>. W przypadku budowy nowych składowisk, ich potencjalne zasoby, w przeliczeniu na obszar wysypiska, będą większe. Pozyskanie biogazu jak i jego wykorzystanie są przedsięwzięciami opłacalnymi nie tylko w sferze rozważań ekologicznych, ale także ekonomicznie. Poziom opłacalności zależy od ilości pozyskiwanego biogazu i ceny jego sprzedaży, lub ceny sprzedaży energii cieplnej i elektrycznej z niego wytworzonej (Czajka et al. 2000).

Przykładem składowiska odpadów, które wyposażone jest w instalację odgazowującą jest składowisko we wsi Machnaczy położonej w powiecie wrocławskim w województwie kujawsko-pomorskim. Otwarcie nowej instalacji miało miejsce w Regionalnym Zakładzie Utylizacji Odpadów Komunalnych (RZUOK) we wrześniu ubiegłego roku (Web-01). W ramach przeprowadzonej inwestycji wybudowanych zostało 12 nowych ujęć biogazu, tzw. studni. Każde z nich jest podłączone do zbiornika magazynującego znajdującego się w stacji zbiorczej. Do magazynu zbiorczego, oprócz nowych studni, podłączone zostały także trzy istniejące już ujęcia. W sumie stacja zbiorcza posiada układ 15 przyłączy ssących ze studni odgazowujących. Każde przyłącze wyposażone jest w sprzęt umożliwiający pomiar ilościowy przepływającego biogazu oraz w zawór pozwalający na pobieranie próbek biogazu przeznaczonych do analiz laboratoryjnych. Po opuszczeniu magazynu zbiorczego biogaz zasysany jest do stacji ssąco-pompowej. Stacja ssąco-pompowa ma za zadanie doprowadzenie biogazu do agregatu prądotwórczego. Obecnie zainstalowany agregat posiada moc elektryczną 200 kW oraz ciepłą wynoszącą 250 kW (Web-01).

Energia elektryczna powstająca w instalacji wykorzystywana jest a potrzeby własne zakładu, nadmiar zaś sprzedawany jest do lokalnej sieci elektroenergetycznej. Energia cieplna natomiast wykorzystywana jest do ogrzewania budynków RZUOK, zaś jej nadmiar służy do ogrzewania tunelów foliowych, w których prowadzona jest hodowla roślin ozdobnych sprzedawanych następnie na rynku lokalnym.

RZUOK w Machnaczy, w związku z wytwarzaniem oraz sprzedażą do sieci energii elektrycznej pochodzącej z biogazu, posiada tzw. Świadectwo pochodzenia, które jest dokumentem potwierdzającym wytworzenie energii elektrycznej w Odnawialnym Źródle Energii (OZE). Do posiadania takiego dokumentu i jego przedłożenia przedsiębiorstwu energetycznemu dokonującemu zakupu energii elektrycznej, jest zobligowane każde przedsiębiorstwo wytwarzające oraz sprzedające energię elektryczną pochodzącą z OZE.

RZUOK w Machnaczy z energetycznego wykorzystania biogazu czerpie wielorakie korzyści. Po pierwsze zakład uniezależnił się od zewnętrznych dostaw energii, co wpłynęło na obniżenie kosztów jego

utrzymania. Dzięki sprzedaży nadwyżek energii elektrycznej i ciepła oraz roślin ozdobnych uprawianych na terenie RZUOK, zakład generuje zyski, które pozwalają na sfinansowanie nowych inwestycji, jak również na oferowanie swoim klientom usług w konkurencyjnych, niższych cenach.

#### **4. Model systemu energetycznego wykorzystywania odpadów**

W zakresie gospodarowania odpadami Polska może skorzystać z gotowych rozwiązań, jakie proponują inne kraje Unii Europejskiej godne naśladowania w tym zakresie.

Przykładowo Szwecja produkuje rocznie 4,5 mln Mg odpadów komunalnych, a jako frakcja do spalania po wysortowaniu odpadów niebezpiecznych i innych podlegających recyklingowi pozostaje 2,2 mln Mg ton odpadów komunalnych, które po zmieszaniu z odpadami przemysłowymi spalane są w ilości 4 mln Mg w spalarniach odpadów komunalnych. Przeciętny Szwed dostarcza rocznie na składowisko tylko 20 kg odpadów.

Za pozbycie się produkowanych odpadów każde gospodarstwo domowe płaci gminie około 800 PLN rocznie, czyli 67 PLN miesięcznie (Neterowicz 2010b). Pieniądze te gwarantują każdemu mieszkańcowi, że odpady zostaną zutylizowane we właściwy sposób, bez uszczerbku dla środowiska i zdrowia mieszkańców. Opłata ta, tak jak podatki, musi być odprowadzana do gminy, dlatego problem wyrzucania odpadów do lasu lub na dzikie wysypiska nie istnieje w Szwecji.

Wraz z rozwojem technologii skraplania spalin stało się możliwym spalanie starych odpadów od lat leżących na wysypiskach. Po zlikwidowaniu tych składowisk, tereny te często sprzedawane są jako atrakcyjne miejsca inwestorskie.

Zgodnie z prawodawstwem unijnym dotyczącym efektów klimatycznych, na terenie Szwecji odchodzi się całkowicie od produkcji ciepła z paliw kopalnych. Istnieją tylko dwie elektrociepłownie opalane węglem oraz kilka małych kotłów szczytowych opalanych olejem opałowym. Ponad 80% energii cieplnej produkowane jest z paliw odna-

wialnych, z czego jak już wspomniano prawie 20% stanowią odpady komunalne.

Podniesienie efektywności energetycznej wraz z rozwojem technologii produkcji energii z biogazu, spalarni odpadów i elektrowni wiatrowych umożliwiło zastąpienie ubytku energii elektrycznej spowodowanej zamknięciem dwóch reaktorów atomowych. Decyzja ta była wynikiem referendum przeprowadzonym na początku lat 80-tych w Szwecji. Nadmienić należy, że w tym okresie PKB wzrósł w Szwecji niemalże dwukrotnie.

W szwedzkich Przedsiębiorstwach Energetyki Ciepłej inwestując w nowe kotły wychodzi się z założenia, że nie istotny jest wsad paliwowy, ale ważna jest emisja i to, ile kosztuje 1 kWh wyprodukowanej energii (zarówno elektrycznej jak i ciepłej). Dlatego też projektując nowe kotły na biomasę, można je również opalać odpadami komunalnymi oraz odpadami przemysłowymi (np. rzeźniczymi lub osadami pościekowymi), a instalacje oczyszczania spalin projektowane są tak, by spełnić najostrejsze wymogi unijnej dyrektywy odpadowej. Daje to możliwość dowolnego mieszania różnych paliw w zależności od rachunku ekonomicznego i potrzeby chwili. Wraz ze wzrostem segregacji „u źródła” zakłada się, że będzie możliwe spalanie odpadów z innych miejsc niż tam gdzie są one produkowane. Przykładowo w Uppsali spala się odpady komunalne z Norwegii i dzięki temu mieszkańcy miasta mają o wiele tańsze ciepło systemowe i płacą mniej za własne odpady. Jak wiadomo odpady to jedyne paliwo, za które ich dostawca płaci klientowi - elektrociepłowni, w której jest ono utylizowane.

Patrząc na rynek polski, który rocznie produkuje około 12 mln Mg odpadów komunalnych, posiada szeroko rozwiniętą sieć ciepłowniczą o właściwych parametrach, można stwierdzić, że bez problemów można by kopiować rozwiązania szwedzkie. Wykorzystując dotacje unijne, przy zastosowaniu urządzeń wymaganych dyrektywami unijnymi Polska w bardzo szybki sposób może dojść do standardów szwedzkich w tym zakresie. Należy pamiętać o tym, że po 2014 r. zabronione będzie składowanie na wysypiskach odpadów o wartości opałowej wyższej niż 5 GJ/kg, a niestosowanie się do tego będzie obciążone ogromnymi karami, na poziomie tysięcy euro dziennie (Neterowicz 2010a).



Znamiennym jest fakt, że od kilkudziesięciu lat w spalarniach odpadów komunalnych w Szwecji stosowane są polskie kotły, które znakomicie współpracują ze wspomnianymi technologiami. Komponenty do oczyszczania i skraplania spalin sprowadzane są z Polski, również polskie firmy wykonują prace montażowe. Zaplecze w Polsce jest zatem przygotowane. Brakującym elementem jest świadomość i determinacja decydentów. Naszym wspólnym interesem jest, więc zagospodarowanie tych 12 mln Mg odpadów, które energetycznie odpowiadają, co najmniej 6 mln Mg węgla, umożliwiając poważne rozpoczęcie wypełniania polskich zobowiązań Pakietu Energetycznego 3x20 (Neterowicz 2010b).

### **Wnioski**

Poziom rozwoju polskiej gospodarki odpadami nie jest zadowalający. Selektywna zbiórka odpadów jest prowadzona jedynie przez 30% gmin, przy czym poziom wyselekcjonowania surowców wtórnych z zebranych odpadów wynosi jedynie 2,5%.

Do dziś w Polsce najczęściej praktykowaną metodą postępowania z odpadami jest ich składowanie. Istnieje jednak szansa na to, że wysokie kary za składowanie odpadów organicznych, nakładane na wysypiska od roku 2014, zmuszą do powstawania nowych, bardziej proekologicznych rozwiązań w zakresie postępowania z odpadami.

W nawiązaniu do planów zmian w gospodarce odpadami komunalnymi w Polsce, aktualizowany obecnie Krajowy plan gospodarki odpadami przewiduje dla Polski budowę sieci regionalnych obiektów gospodarki odpadami w ilości około 170 obiektów, zapewniających osiągnięcie wymaganych poziomów odzysku i unieszkodliwiania odpadów ulegających biodegradacji, wielkogabarytowych, budowlano-remontowych, niebezpiecznych (kompostownie, sortownie, instalacje fermentacji, stacje demontażu odpadów wielkogabarytowych i budowlano-remontowych). W chwili obecnej w Polsce istnieje tylko jedna spalarnia odpadów zlokalizowana w Warszawie. Jednakże w przyszłości planuje się budowę nowych spalarni i instalacji WtE, aż do uzyskania 16%-owego pokrycia udziału spalania odpadów w całkowitym

systemie postępowania z odpadami w roku 2014. Będzie to skutkowało lepszym i bardziej ekologicznym zagospodarowaniem powstałych odpadów, a także odzyskiem energii.

Termiczne unieszkodliwianie odpadów, jako typowa metoda odzysku energii z odpadów, jest rekomendowane w studium wykonalności dla kilku polskich miast, jest również stosowane w ponad 400 spalarniach w Europie. Jest to metoda powszechnie znana, sprawdzona oraz opłacalna z punktu widzenia zarówno ekonomicznego, jak i środowiskowego.

Aby powstawanie instalacji energetycznego przekształcania odpadów miało rację bytu, konieczna jest intensyfikacja edukacji ekologicznej promującej minimalizację powstawania odpadów i właściwego postępowania z nimi oraz prowadzenie skutecznej kampanii informacyjno-edukacyjnej w tym zakresie. Pomimo wzrostu świadomości ekologicznej społeczeństwa, ciągle w niektórych dziedzinach dominują stare poglądy (np. na temat wysokiej szkodliwości dla środowiska i zdrowia człowieka termicznych metod zagospodarowania odpadów), które utrudniają lokalizację nowych inwestycji. Niejednolite wytyczne odnośnie do selektywnego zbierania odpadów komunalnych (często skomplikowane, a przez to nieprzyjazne i niezrozumiałe dla przeciętnego obywatela) są jednym z hamulców rozwoju selektywnego zbierania odpadów. Powodzenie i efekty selektywnej zbiórki w dużej mierze zależą od świadomości, aktywności i zmiany nawyków społeczeństwa, dlatego też program edukacyjny powinien być realizowany na wielu płaszczyznach i różnymi metodami (Web-02) (Web-03).

Polska korzystając z gotowych rozwiązań krajów posiadających wzorową, godną naśladowania gospodarkę odpadami, przy wykorzystaniu dotacji unijnych i zastosowaniu urządzeń wymaganych dyrektywami unijnymi mogłaby szybko poprawić swoją sytuację w tym zakresie, a nawet dogonić takie kraje jak Szwecja czy Holandia. Znamiennym jest fakt, że części szwedzkich spalarni odpadów, takie jak kotły czy komponenty do oczyszczania i skraplania spalin są sprowadzane z Polski. Zatem przy istniejącym zapleczu technicznym i technologicznym brakuje elementu decyzyjnego, a także świadomości decydentów.

Podsumowując Polska ma duży potencjał odzyskiwania energii w instalacjach „Waste to Energy” z uwagi na ilość produkowanych odpadów, a także części instalacji produkowane na miejscu. W skutek europejskich uwarunkowań prawnych istnieje nadzieja, że potencjał ten będzie w bliskiej przyszłości systematycznie wykorzystywany.

## **Bibliografia**

### **Literatura**

- Czajka K., Mokrzycki E., Uliasz-Bocheńczyk A., 2000, *Zasoby energetyczne odpadów*, Materiały z II Symposium „Energia z odpadów”, Sopot.
- Den Herder K., 13.04.2007, *Ministry of Housing, Spatial planning and the Environment. Waste to Energy: Dutch policy & international perspective. Visit of delegation of Polish experts*, Haga, slajdy: 3-20.
- Górski M., 2009, *Zasady postępowania z odpadami czyli nowa dyrektywa ramowa w sprawie odpadów*, Przegląd Komunalny, Nr 1.
- Haglund G., 28.01.2010, *Waste-to-Energy!*, Materiały z Międzynarodowej konferencji „Najnowsze wymiary polityki klimatycznej – Trzy idee, które czynią wolnym”, Warszawa.
- Kalbarczyk R., 2001, *Problemy ochrony środowiska naturalnego gmin w Polsce u progu XXI wieku – Raport*, Warszawa.
- Kyć K., 2008, *Analiza metod energetycznego wykorzystania odpadów*, Materiały z Krakowskiej Konferencji Młodych Uczonych 2008, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
- Neterowicz J., 2010, *Rozwój systemów gospodarki odpadami i spalarni odpadów w Szwecji*, Związek Powiatów Polskich.
- Neterowicz J., 28.01.2010, *Waste to energy – jak w najprostszy sposób zaadoptować do polskich warunków*, Materiały z Międzynarodowej Konferencji „Najnowsze wymiary polityki klimatycznej - Trzy idee, które czynią wolnym”, Warszawa.
- Pająk T., 12-13.04.2007, *Polish Policy on bioenergy from biodegradable municipal waste to energy*, PSO PPA PROJECT „Biomass and biofuels in Poland following Directive 2001/77/EC and Directive 2003/30/EC”, Haga.
- Przyworska R., Kotowski W., 2005, *Podstawy odzysku, recyklingu i unieszkodliwiania odpadów*, Bytom.
- Rosik-Dulewska Cz., 2000, *Podstawy gospodarki odpadami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Rosolak M., Gworek B., 2006, *Stan i ocena gospodarki odpadami w Polsce*, Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, Nr 29.

### **Akty prawne**

- (A) Dyrektywa 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy;
- (B) European Commission, Directorate General Environment, Working Document: Biological treatment of biowaste – 2nd draft, Bruksela, 12 lutego 2001 r.;
- (C) Dyrektywa Unii Europejskiej 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE;
- (D) Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz. U. z 2007 r., nr 39, poz. 251);
- (E) Główny Urząd Statystyczny, Ochrona Środowiska 2009;
- (F) Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2010;
- (G) Inspekcja Ochrony Środowiska, Raport Wskaźnikowy 2004, 2006;
- (H) Mapa Odnawialnych Źródeł Energii, opracowana przez Urząd Regulacji Energetyki, dane aktualne na dzień 31 grudnia 2009 r.

### **Witryny internetowe**

- (Web-01) <http://eko-gminy.pl/gminy-przyjazne-oze-dobre-praktyki/listopad-2010/52-listopad.html>, dostęp: 12.2010 r.
- (Web-02) [http://www.ietu.katowice.pl/aktual/Debata\\_spoleczna](http://www.ietu.katowice.pl/aktual/Debata_spoleczna), dostęp: 12.2010 r.
- (Web-03) <http://www.spalarnia.krakow.pl/SzwedzkieWzoryDlaKrakowskiej.html>, dostęp: 03.2010 r.

### **SUMMARY**

Status of municipal waste management in Poland requires decisive action in this regard. At present only a small percentage of wastes are utilized. In this state of affairs affects the low environmental awareness, lack of waste management plans in the municipalities, as well as the lack of installations for waste recovery and disposal.

This article presents the most important legislation both at European and national level on waste management. Discusses the prospects for the energy use of waste particularly with firing and co-firing waste technology with heat recovery at the same time.