

**SYLWIA MYSZOGRAJ, ZOFIA SADECKA,
MONIKA SUCHOWSKA-KISIELEWICZ***

ASPEKTY PRAWNE I TECHNOLOGICZNE WSPÓŁSPALANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Streszczenie

Zgodnie z Prawem Ochrony Środowiska osady ściekowe nie są zaliczane do biomasy, a proces ich termicznego przekształcania musi spełniać rygorystyczne wymagania jak dla spalania odpadów. Natomiast zgodnie z Ustawą Prawo Energetyczne termiczna utylizacja osadów ściekowych to proces produkcji energii ze źródeł odnawialnych i związane z tym możliwości wywiązania się z obowiązku pozyskiwania „zielonej” energii.

Słowa kluczowe: osady ściekowe, przekształcanie termiczne, technologie

WPROWADZENIE

Prace badawczo-rozwojowe w energetyce koncentrują się głównie na podniesieniu sprawności tradycyjnej produkcji ciepła i energii elektrycznej oraz doskonaleniu technologii termochemicznej konwersji biopaliw, takich jak np. zgazowanie. Dynamiczny wzrost wykorzystania biomasy wpływa na zmniejszenie kosztów wytworzenia energii i transportu surowców. Produkcja energii z biomasy to szereg technik i technologii obejmujących:

- spalanie biomasy roślinnej (np. drewno opałowe, odpady drzewne np. z tartaków, zakładów meblarskich, słoma, rośliny energetyczne), które może odbywać się w sposób bezpośredni w paleniskach otwartych i zamkniętych lub przez zgazowanie, a następnie spalanie otrzymanego gazu palnego np. w kotłach lub zasilanie nim silników spalinowych;
- spalanie odpadów komunalnych i osadów ściekowych (zgazowanie lub metoda bezpośrednia);
- wytwarzanie oleju opałowego z roślin oleistych uprawianych dla celów energetycznych (np. rzepak);

* Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Inżynierii Środowiska

- fermentację alkoholową np. trzciny cukrowej, ziemniaków lub dowolnego surowca organicznego w celu wytworzenia alkoholu etylowego jako paliwa silnikowego;
- fermentację metanową odpadów lub osadów ściekowych w celu wytworzenia biogazu, a następnie spalanie biogazu w paleniskach kotłowych lub zasilanie nim silników spalinowych napędzających np. generatory prądu elektrycznego;
- energetyczne wykorzystanie gazu wysypiskowego.

Z punktu widzenia możliwości prawnych ważne jest rozstrzygnięcie, czy przeznaczone do spalania surowce są biomasą.

Zgodnie z Prawem Ochrony Środowiska [Dz.U. 2008 nr 25 poz. 150, z póź. zm.] osady ściekowe nie są zaliczane do biomasy, a proces ich termicznego przekształcania należy traktować zgodnie z prawem obowiązującym dla innych odpadów. Wymagania te są bardziej rygorystyczne w porównaniu do spalania biomasy. Natomiast zgodnie z Ustawą Prawo Energetyczne [Dz. U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625, z póź. zm.] termiczna utylizacja osadów ściekowych to proces produkcji energii ze źródeł odnawialnych. Zapis taki umożliwia wywiązywanie się z nałożonych prawem obowiązków odzysku energii, np. przez eksploatatorów oczyszczalni ścieków.

WYKORZYSTANIE TERMICZNEGO PRZEKSZTAŁCANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH W KRAJACH UE

Osady ściekowe powinny być usuwane z terenu oczyszczalni i odpowiednio zagospodarowane. Nie ma jednej uniwersalnej metody zagospodarowania osadów powstających w procesach oczyszczania ścieków. Gospodarka osadowa wymaga każdorazowo indywidualnego wyznaczenia sposobu ostatecznego wykorzystania z uwzględnieniem składu osadów, kosztów przetwarzania i transportu oraz uwarunkowań lokalnych.

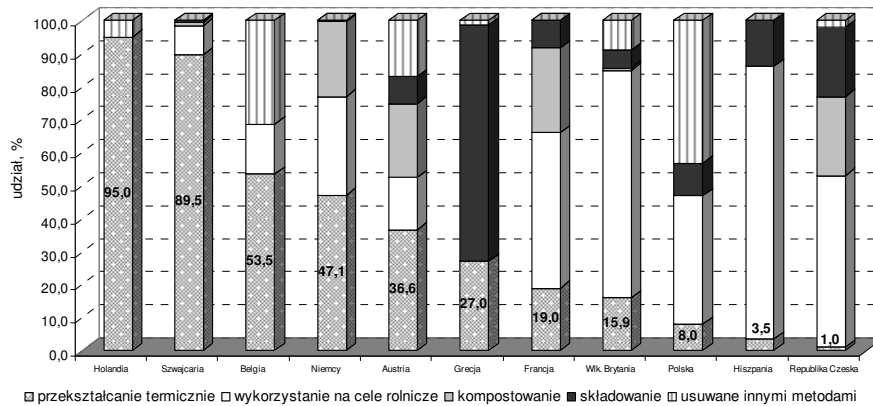
W większości polskich oczyszczalni ścieków w podstawowym ciągu przeróbki osadów są zagęszczanie, stabilizacja (beztlenowa, tlenowa lub chemiczna), a następnie odwadnianie i higienizacja. Priorytetowym sposobem postępowania z osadami powinno być ich wykorzystanie w sposób niepowodujący negatywnego oddziaływania na środowisko.

W Polsce dominującym kierunkiem zagospodarowania osadów ściekowych w 2011r. było ich wykorzystanie rolnicze (116,2 tys. ton s.m.), stosowanie do rekultywacji terenów (54,4 tys. ton s.m.) oraz do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu (31,0 tys. ton s.m.) [GUS, 2012]. Termicznemu przekształcaniu poddano 8% komunalnych osadów ściekowych tj. 41,6 tys. ton s.m., a składowano 51,4 tys. ton s.m. Wg danych statystycznych 41% (212,4 tys. ton s.m.) wytworzonych osadów magazynowano na terenie oczyszczalni ścieków.

Obecnie gospodarka osadami ściekowymi w Polsce ukierunkowana jest na zmniejszenie ilości składowanych osadów oraz na zwiększenie ich przetwarzania metodami termicznymi [KPGO, 2014].

Dane statystyczne Eurostat z okresu 1999-2012 wykazują wzrost znaczenia metod termicznego przekształcania w gospodarce osadami ściekowymi w niektórych krajach UE.

Udział różnych metod unieszkodliwiania osadów ściekowych w niektórych krajach Unii Europejskiej przedstawiono na rys. 1. Z danych wynika, że termiczne unieszkodliwianie osadów ściekowych dominuje w Holandii, Szwajcarii i Belgii.



Rys. 1. Metody unieszkodliwiania osadów ściekowych w niektórych krajach UE [dane Eurostat 2006-2009, Polska GUS 2011]

Fig. 1. Methods of disposal of sewage sludge in some countries of the EU [Eurostat 2006-2009, GUS 2011]

Metody termicznego przekształcania, pomimo szeregu trudności technicznych, ekonomicznych oraz ekologicznych, są bezspornie wygodnym i efektywnym rozwiązaniem problemu zagospodarowania osadów ściekowych. Spalanie osadów jest zasadne m.in. w przypadkach, gdy jakość osadów przeznaczonych do wykorzystania w rolnictwie nie jest zgodna z wymaganiami prawnymi, np. przekroczona jest zawartość bakterii Salmonella, jaj pasożytów lub ilość metali ciężkich [Dz. U. 2010 nr 137, poz. 924].

OGRANICZENIA PRAWNE WSPÓLSPALANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Prawo krajowe i prawo w krajach UE, obok monospalarni odpadów zezwala również na termiczną utylizację różnych rodzajów odpadów w instalacjach przemysłowych zwanych współspalarniami. Głównym celem eksploatacji tych instalacji jest wytwarzanie energii. Tego rodzaju procesy podlegają zgodnie z aktualnym prawem krajowym w pełni zgodnym z prawem UE, innym regulom i wymaganiom, niż procesy termicznego przekształcania odpadów typu „mono”, prowadzone w spalarniach odpadów.

Zgodnie z definicją zawartą w Ustawie o odpadach [Dz.U. 2013 nr 0 poz. 21] pojęcie **współspalarni odpadów** zostało zdefiniowane w następujących sposób:

...zakład lub jego część, których głównym przedmiotem działalności jest wytwarzanie energii lub produktów, w których wraz z paliwami są przekształcane termicznie odpady w celu odzyskania zawartej w nich energii lub w celu ich unieszkodliwiania, obejmujące instalacje i urządzenia służące do prowadzenia procesu termicznego przekształcania wraz z oczyszczaniem gazów odlotowych i wprowadzaniem ich do atmosfery, kontrolą, sterowaniem i monitorowaniem procesów, instalacjami związanymi z przyjmowaniem, wstępnym przetwarzaniem magazynowaniem odpadów dostarczonych do termicznego przekształcania oraz instalacjami związanymi z magazynowaniem i przetwarzaniem substancji otrzymanych w wyniku spalania i oczyszczania gazów odlotowych.

Natomiast w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie standardów emisyjnych z instalacji [Dz.U. 2011 nr 95 poz. 558] w § 17 ust. 2 podano, że:

...każda instalacja, której głównym celem jest wytwarzanie energii lub innych produktów, w której wraz z paliwami są spalane odpady w celu odzyskania zawartej w nich energii lub w celu ich unieszkodliwienia; obejmuje to spalanie przez utlenianie odpadów i paliw, jak również inne procesy przekształcania termicznego odpadów, w tym pirolizę, zgazowanie i proces plazmowy, o ile substancje powstające podczas przekształcania są następnie współspalane z paliwami.

Do grupy instalacji przemysłowych, w których może być prowadzony proces współspalania odpadów mogą należeć między innymi piece cementowe, piece wapiennicze, piece do wypalania cegły, wielkie piece, piece do wytopu rud, kotły energetyczne i przemysłowe oraz baterie koksownicze, w których nie następuje proces spalania, lecz inny rodzaj procesu termicznego przekształcania, jakim jest np. piroliza [Pająk i Wielgosiński, 2008].

LIMITY EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ

W Polsce w ramach implementacji prawa UE przyjęto limity emisji zanieczyszczeń. Do podstawowych wymagań określających możliwości termicznej utylizacji odpadów należą:

- określone standardy emisyjne,
- parametry procesowe,
- zakres pomiarów i monitoringu parametrów procesowych i emisji zanieczyszczeń.

Wymagania te zostały ujęte między innymi w następujących aktach prawnych:

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 kwietnia 2011r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji [Dz.U. 2011 nr 95 poz. 558];
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 marca 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów [Dz.U. 2010 nr 61 poz. 380]
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2008 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody [Dz.U. 2008 nr 206 poz. 1291].

Decydujące znaczenie ma rodzaj odpadów, który ma podlegać procesowi współspalania, ponieważ od jego charakterystyki zależy sposób wyznaczania standardów emisyjnych. Limity emisji zależą od sposobów przetwarzania: współspalania w elektrowniach, elektrociepłowniach i cementowniach lub spalania w spalarniach. Zatem wszystkie instalacje przemysłowe do współspalania osadów ściekowych zobowiązane są zachować standardy emisyjne, które zostały określone w załączniku nr 6 do Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie standardów emisyjnych z instalacji [Dz.U. 2011 nr 95 poz. 558].

Emisje z instalacji współspalania odpadów uznaje się za zagwarantowane, jeżeli nie przekraczają wartości dopuszczalnych w zakresie: stężeń pyłu, substancji organicznych w postaci gazów i par w przeliczeniu na całkowity węgiel organiczny, chlorowodoru, fluorowodoru, dwutlenku siarki, tlenku azotu i dwutlenku azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu oraz tlenku węgla [Dz.U. 2011 nr 95 poz. 558].

Zarówno dla współspalania osadów w cementowniach jak i dla monospalarni limity emisji metali ciężkich, związków halogenowych (HCl, HF), dwutlenku siarki, dioksyn i furanów są takie same. Różnica w wymaganiach polega na ograniczeniu emisji zanieczyszczeń stałych (10 mg/m³ dla wszystkich spalarni i 30 mg/m³ dla cementowni) i na ograniczeniu emisji NO_x (wyższe limity dla cementowni).

Ponadto we wszystkich spalarniach rodzaje spalarni i współspalarni odpadów obowiązuje spełnienie wymagań w zakresie dotrzymania parametrów procesowych takich jak: temperatura, czas przebywania spalin w komorze spalania,

zawartość węgla organicznego w popiele. Rozporządzenie Ministra Gospodarki zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów określa, że [Dz.U. 2010 nr 61 poz. 380]:

- podczas procesu termicznego przekształcania odpadów, minimalna temperatura w komorze spalania nie może być niższa niż:
 - 1100°C - dla odpadów zawierających powyżej 1% związków chlorowcoorganicznych przeliczonych na chlor,
 - 850°C - dla odpadów zawierających do 1% związków chlorowcoorganicznych przeliczonych na chlor.
- proces prowadzi się w sposób zapewniający utrzymywanie gazów spalinyowych w komorze spalania, przez co najmniej 2 sekundy przy zawartości co najmniej 6% tlenu.
- unieszkodliwianie termiczne odpadów powinno zapewniać odpowiedni poziom ich przekształcenia, wyrażony przez maksymalną zawartość nieutlenionych związków organicznych, której miarą mogą być: całkowita zawartość węgla organicznego w żużlach i popiołach paleniskowych nieprzekraczająca 3% lub udział części palnych w żużlach i popiołach paleniskowych poniżej 5%.

Pozostałości po termicznym przekształcaniu odpadów należy magazynować i transportować w sposób uniemożliwiający ich rozprzestrzenianie się w środowisku. Pozostałości te powinny być kierowane do wykorzystania (odzysk), a w przypadku braku takiej możliwości unieszkodliwia się z uwzględnieniem zawartości metali ciężkich. Dopuszcza się wykorzystanie pozostałości po termicznym przekształceniu odpadów do sporządzania, np. mieszanek betonowych na potrzeby budownictwa, z wyłączeniem budynków przeznaczonych do stałego przebywania ludzi lub zwierząt oraz do produkcji lub magazynowania żywności, z zastrzeżeniem, że sumaryczne stężenie metali ciężkich w wyciągach wodnych z próbek mieszanek betonowych, nie może przekroczyć 10 mg/dm³ w przeliczeniu na masę pierwiastków.

WŁAŚCIWOŚCI OSADÓW ŚCIEKOWYCH W ASPEKTCIE ICH PRZEKSZTAŁCANIA TERMICZNEGO

Możliwości przetwarzania osadów ściekowych zależą od wielu czynników. Są to właściwości fizyczne (wilgotność, podatność na odwadnianie, wartość opałowa, ciepło spalania), chemiczne (zawartość metali ciężkich, dioksyn i furanów) oraz sanitarne (obecność bakterii, wirusów, grzybów, pierwotniaków, jaj pasożytów). Istotne są również względy ekonomiczne oraz aspekty prawne. Racjonalny odzysk osadów to maksymalne wykorzystanie ich właściwości nawozowych czy opałowych. W wielu przypadkach okazuje się, że naj-

lepszą lub nawet jedyną drogą do ich ostatecznej utylizacji jest unieszkodliwienie termiczne w procesach współ- lub monospalania. To z kolei wymusza wcześniejsze odparowanie wilgoci [Trojanowska i in., 2012]. Proces suszenia nie zmienia składu chemicznego osadów, stąd też właściwości nawozowe pozostają bez zmian, a ich kaloryczność wzrasta. Suszenie jest procesem przekształcającym odpady w produkt o parametrach ułatwiających ich transport, magazynowanie i ostateczne zagospodarowanie. Technologia ta pozwala wykorzystywać osady przyrodniczo lub jako paliwo energetyczne.

Ocena przydatności komunalnych osadów ściekowych do ich termicznego przekształcania, wymaga określenia podstawowych właściwości fizycznych i chemicznych. Skład elementarny osadów ściekowych zależy od wielu czynników. Podstawową charakterystykę osadów ściekowych przedstawiono w tabeli 1, natomiast ich skład elementarny w tabeli 2.

Tab. 1 Charakterystyka osadów ściekowych na podstawie danych w Europie, Rosji i USA [Turovskij i in., 2006; Cai i in., 2004]

Tab.1 Characteristics of sewage sludge on the basis of data in Europe, Russia and the USA [Turovskij i in., 2006; Cai i in., 2004]

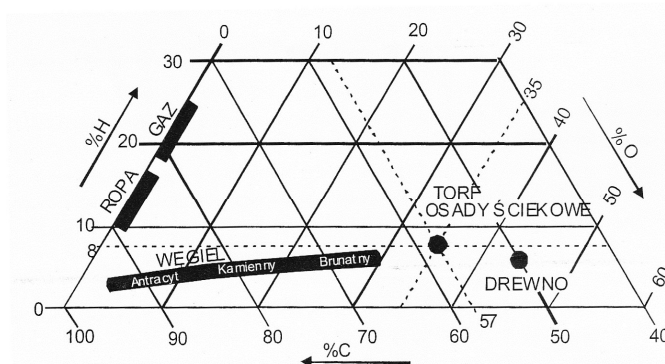
Parametr	Jednostka	Osad wstępny		Osad nadmierny	
		Zakres	Średnio	Zakres	Średnio
pH	-	5-8	-	6,5-8,0	-
sucha masa	%	2,7	5	0,4-1,5	1
substancje org.	% s.m.	60-80	65	60-80	75
oleje i tłuszcze	% s.m.	-	18	-	6
kwasy lotne	mg CH ₃ COOH/dm ³	200-2000	500	1100-1700	-
białka	% s.m.	20-30	25	32-41	-
celuloza	% s.m.	9-13	10	-	-
azot	% s.m.	1,5-4,0	2,5	2,4-5,0	-
fosforany	P ₂ O ₅ % s.m.	0,8-2,8	1,6	2,8-11,0	-

Analiza elementarna wykazuje, że podstawą składu osadów ściekowych są przede wszystkim: węgiel, wodór, tlen, azot, siarka oraz chlor oraz pozostałości w postaci popiołu.

Tab. 2 Skład elementarny osadów ściekowych
 Tab.2 Elementary composition of sewage sludge

Autor	C	H	N	O	S	Cl	Popiół
	% wag.						
Channiwala i Parikh, 2002	14,2	2,1	1,1	10,5	0,7	-	71,4
Channiwala i Parikh, 2002	37,1	4,3	6,2	16,8	1,5	2,22	34,0
Llorente i Garcia, 2008	38,4	5,9	5,2	15,8	0,8	0,08	33,8
Stasta i in., 2006	67,0	5,0	2,2	25,0	0,85	-	-
Hai i Xiaoqian, 2012	36,4	7,38	4,5	39,7	0,47	0,06	8,83
Spinoza i Vesilind, 2001	60,0	7,5	3,0	28,0	1,5	-	-

Z danych literaturowych wynika, że ze względu na zawartość węgla, tlenu, wodoru i siarki osady ściekowe zaliczane są do paliw odnawialnych (rys.2) [Ścieżko i in., 2003].



Rys. 2 Miejsce osadów ściekowych wg zawartości węgla, tlenu i wodoru
 w porównaniu z paliwami kopalnymi i drewnem

Fig.2 Ranked of sewage sludge by carbon, oxygen and hydrogen in comparison
 with fossil fuels and wood

Granicznymi wartościami dla autotermicznego spalania są: zawartość substancji palnej >25%, zawartość substancji mineralnych <60% oraz zawartość wilgoci <50%. Cechy paliwowe wpływają nie tylko na przebieg samego procesu, ale także jego bilans energetyczny i skład gazów odlotowych. Rozważając możliwość współspalania osadów, należy dokładnie przeanalizować wpływ procesu na ryzyko emisji tlenków azotu i siarki, metali ciężkich, popiołu oraz dioksyn i furanów.

Właściwości energetyczne osadów ściekowych w praktyce opisuje się dwoma parametrami: ciepłem spalania i wartością opałową. W tabeli 3 zestawiono

wartości ciepła spalania dla różnych odpadów, paliw kopalnych i alternatywnych [Werle, 2011; Wilk i Wolańczyk, 2010].

Wartość opałowa (W_g) osadów ściekowych zależy od ich pochodzenia i od stopnia ustabilizowania. Dla osadów surowych wynosi od 16 do 25 MJ/kg s.m., a dla osadów przefermentowanych jest niższa i wynosi od 10 do 15 MJ/kg s.m. Aby uzyskać optymalną charakterystykę energetyczną osadów ściekowych dla procesów termicznego przekształcania, osady nie powinny być wcześniej poddawane procesom stabilizacji [Podedworna i Umiejewska, 2008].

Istotne jest również, że dla osadów od uwodnienia 54% i $W_g = 3$ MJ/kg do uwodnienia 89% i $W_g = 21$ MJ/kg efekt cieplny spalania przeznaczony będzie na odparowanie wody. Ciepło wyzwalone w procesie spalania zużywane jest w pierwszej kolejności na podgrzanie paliwa do temperatury spalania i podtrzymywania procesu, odparowanie wody i przegrzania powstałej pary wodnej, a następnie na podgrzewanie powietrza niezbędnego do realizacji procesów utleniania [Podedworna i Umiejewska, 2008]. Z danych literaturowych wynika [Wilk i Wolańczyk, 2010], że właściwości energetyczne osadów są niewielkie, przede wszystkim ze względu na wysokie uwodnienie. Jeżeli wartość opałowa związków organicznych w osadach ściekowych nie jest wystarczająca do odparowania zawartej w nich wody, to wówczas osady mogą być termicznie przetwarzane tylko z paliwem dodatkowym.

Tab. 3 Wartości ciepła spalania dla różnych odpadów, paliw kopalnych i alternatywnych [Werle, 2011; Wilk i Wolańczyk, 2010]

Tab.3 Calorific values for various types of waste, fossil and alternative fuels [Werle, 2011; Wilk i Wolańczyk, 2010]

Paliwo	Ciepło spalania, MJ/kg s.m.	Paliwo	Ciepło spalania, MJ/kg s.m.
Tłuszcz i kożuch	38,75	Drewno pnia	20,18
Skratki z kraty gęstej	24,00	Kora	21,47
Osad wstępny surowy	25,56	Odpadki kuchenne	19,06
Osad wstępny przefermentowany	11,62	Węgiel kamienny	40,20
Osad nadmierny	20,92	Gaz ziemny	44,00
Osad nadmierny zagęszczony	15,11	Miał węglowy	21,00
Osad przefermentowany	10,86	Ropa naftowa	40,50
Osad przefermentowany wysuszony	12,64	Węgiel drzewny	30,00

WSPÓLSPALANIE OSADÓW ŚCIEKOWYCH

W zależności od sposobu dostarczenia osadów, technologie ich współspalania można podzielić na [Rybak, 2006]:

1. Współspalanie bezpośrednie przez mieszanie osadów z węglem na składowisku lub mieszanie w palenisku kotła przez oddzielne wprowadzanie osadów i węgla do kotła.
2. Współspalanie pośrednie przez zgazowanie osadów w oddzielnej instalacji i następnie spalanie produktów zgazowania w kotle.
3. Współspalanie równoległe polegające na spalaniu osadów w osobnym kotle i przesłaniu wyprodukowanej w nim pary lub gorących spalin do odrębnego kotła.

WSPÓLSPALANIE OSADÓW ŚCIEKOWYCH W ELEKTROWNIACH I ELEKTROCIĘPŁOWNIACH

Niskie koszty inwestycyjne są zaletą tego sposobu termicznego przekształcania osadów ściekowych. W związku z pozyskiwaniem w Polsce energii głównie ze spalania paliw kopalnych (węgla kamiennego i brunatnego) wydaje się, że metoda ta powinna spełniać oczekiwania w związku z pozyskiwaniem dodatkowego źródła energetycznego. Możliwości te ogranicza konieczność wysuszenia osadów ściekowych do ok. 90% s.m. [Podedworna i Umiejewska, 2008] oraz zwiększona emisja zanieczyszczeń ze spalinami. Trzeba również brać pod uwagę zmienną charakterystykę osadów, w zależności od m.in. ich pochodzenia (tereny uprzemysłowione, tereny o charakterze rolniczym), pory roku czy ciągu technologicznego przeróbki. Wymaga to zagwarantowania prawidłowej pracy kotłów niezależnie od jakości dostarczanego paliwa. Polskie wyniki badań przeprowadzone w pracujących układach zalecają, aby udział osadów ściekowych w strumieniu paliwa nie przekraczał 5%. Dane zagraniczne wykazują, że możliwe jest stosowanie nawet 30% udziału masowego osadów ściekowych w mieszance paliwowej [Werle, 2011].

WSPÓLSPALANIE OSADÓW ŚCIEKOWYCH Z ODPADAMI KOMUNALNYMI

Podstawowym problemem jaki występuje w tym przypadku jest znalezienie odpowiedniego rozwiązania technicznego dla spalania paliw o różnej charakterystyce i składzie ziarnowym. Spalanie odpadów komunalnych prowadzi się w spalarniach rusztowych, a osadów ściekowych w piecach fluidalnych. W piecach fluidalnych możliwe jest bezproblemowe spalanie uwodnionych, o małym uziarnieniu osadów ściekowych, natomiast odpady komunalne muszą

być wcześniej odpowiednio rozdrobnione, co zwiększa koszty inwestycyjne i eksploatacyjne [Podedworna i Umiejewska, 2008]. Pomimo wielu zalet (produkcja energii, zmniejszenie ilości odpadów) instalacje te nie znajdują akceptacji technologicznej i społecznej.

WSPÓLSPALANIE OSADÓW ŚCIEKOWYCH W CEMENTOWNIACH

Proces produkcji cementu jest procesem wysoko energochłonnym. W Polsce pracuje 11 cementowni wyposażonych w pełną linię produkcyjną. Jednym z działań mających na celu zmniejszenie kosztów produkcji jest obniżenie kosztów energii poprzez zastąpienie części paliw konwencjonalnych paliwami alternatywnymi. Paliwa alternatywne (z odpadów) są współspalane w 9 polskich cementowniach [www.polskicement.pl].

Współspalanie osadów ściekowych w cementowniach można uznać za najbardziej dogodną technologię ich unieszkodliwiania. Ze względu na warunki spalania w piecu cementowym jest to również metoda bezpieczna ekologicznie. Wysoka temperatura płomienia, dochodząca do 2000°C, nadmiar tlenu w gazach spalinowych oraz znacznie dłuższy, niż wynika to z zapisów rozporządzenia [Dz.U. 2010 nr 61 poz. 380] czas przetrzymania gazów odlotowych w temperaturze powyżej 1100°C spełniają ponadnormatywnie wymagania stawiane procesom termicznego przekształcania osadów ściekowych. Inne zalety współspalania osadów ściekowych w piecach cementowni, to [Wandrasz i Wandrasz, 2006]:

- duża pojemność cieplna pieców cementowych, która uniemożliwia spadek temperatury w krótkim czasie. W przypadku okresowego, awaryjnego przerwania procesu, temperatura wymurówki pieca nie ulega obniżeniu przez długi czas;
- ze względu na dużą zawartość tlenu wapnia w wypalanych surowcach, powstaje środowisko alkaliczne, które sprzyja neutralizowaniu kwaśnych składników gazowych w spalinach;
- możliwość immobilizacji metali ciężkich w klinkierze,
- utrzymanie wymaganego nadmiaru tlenu w piecu,
- powstający popiół w całości jest składnikiem klinkieru, więc nie ma problemu z zagospodarowaniem odpadów po procesie spalania.

Z powodów technologicznych wskazane jest stosowanie do współspalania w piecach cementowych osadów odwodnionych o max. 20% zawartości wody, wartości opałowej min. 9 MJ/kg i składzie granulometrycznym do 5 mm. Wysoka zawartość wody w osadach może powodować obniżenie temperatury w piecu do dolnej wartości granicznej dla procesu wypalania klinkieru i obniżenie jakości produktu. Ponadto większa ilość odparowanej wody dodatkowo obciąża instalację do oczyszczania spalin i gazów odlotowych [Stasta, 2006].

PODSUMOWANIE

Jednym z głównych problemów związanych ze współspalaniem osadów ściekowych jest emisja metali ciężkich i substancji organicznych, np. rakotwórczych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, fenoli, polichlorowanych dibenzodioskyn i polichlorowanych dibenzofuranów. Są to główne argumenty przeciw stosowaniu tej technologii.

Wynika to z tego, że systemy oczyszczania gazów spalinowych w elektrowniach, elektrociepłowniach oraz kotłowniach, najczęściej nie są przygotowane do usuwania tych zanieczyszczeń w stopniu zapewniającym ograniczenie emisji do poziomu określonego w aktach prawnych. Aby uniknąć takich problemów należy rozbudować i unowocześnić systemy oczyszczania gazów spalinowych.

Mając na uwadze aspekty środowiskowe, prawne i ekonomiczne, termiczne przekształcanie osadów ściekowych może być dobrym kierunkiem rozwoju ich ostatecznego unieszkodliwiania. Niepodważalną zaletą współspalania jest zmniejszenie ilości osadów ściekowych z równoległą produkcją energii.

LITERATURA

1. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo Ochrony środowiska (Dz.U. 2008 nr 25 poz. 150, z póź. zm.)
2. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. z 2006 Nr 89, poz. 625, z póź. zm.)
3. Krajowy Program Gospodarki Odpadami 2014, Uchwała Nr 217 Rady Ministrów z dnia 24 grudnia 2010r.
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. 2010 nr 137, poz. 924)
5. GUS, Rocznik Ochrona Środowiska 2012
6. Eurostat 2006-2009, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
7. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012r. o odpadach (Dz.U. 2013 nr 0 poz. 21)
8. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 kwietnia 2011r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U. z 2011 Nr 95, poz. 558)
9. PAJĄK T., WIELGOSIŃSKI G., Wytyczne dla sporządzenia przeglądów ekologicznych spalarni i współspalarni odpadów (wg stanu prawnego na dzień 15 grudnia 2008 r.)
10. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 marca 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów (Dz.U. 2010 nr 61 poz. 380)
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2008 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz.U. 2008 nr 206 poz. 1291)

12. TROJANOWSKA K., SADECKA Z., MYSZOGRAJ S, SIECIECHOWICZ A.: *Suszarnie solarne osadów ściekowych w Polsce*. w: Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego. Inżynieria Środowiska, nr 148 (28), s. 84-96, 2012
13. TUROVSKIJ I., MATHAI P.K.: *Wastewater sludge processing*. A John Wiley&Sons Publications, 2006
14. CAI M.L., WEI Y.S., LIU J.X.: *Enhanced biohydrogen production from sewage sludge with alkaline pretreatment*, Environmental Science Technology 38, 3195–3202, 2004
15. CHANNIWALA S.A., PARIKH P.P.: *An unified correlation for estimating HHV of solid, liquid and gaseous fuels*, Fuel 81, 1051-1063, 2002
16. LLORENTE M.J.F., GARCIA J.E.C.: *Suitability of thermo-chemical correlations for determining gross caloric value in biomass*, Thermochemica Acta 468, 101–107, 2008
17. STASTA P., BORAN J., BEBAR L., STCHLIK P., ORAL J.: *Thermal processing of sewage sludge*, Applied Thermal Engineering, 26, 1420-1426, 2006
18. HAI LIN, XIAOQIAN MA: *Simulation of co-incineration of sewage sludge with municipal solid waste in a grate furnace incinerator*, Waste Management vol. 32, 561–567, 2012
19. SPINOZA L., VESILIND A.: *Sludge into biosolids, processing, disposal, utilization*, IWA Publishing, 2001
20. *Termochemiczne przetwórstwo węgla i biomasy*, red. Ścieżko, Zieliński, Sozański, Wyd. Instytut Chem. Przeróbki Węgla i Instalacji Gosp. Surowcami Mineralnymi i Energią, PAN, Kraków 2003
21. WERLE S.: *Wielowariantowa analiza możliwości współspalania osadów ściekowych w kotłach energetycznych opalanych węglem*, Archives of Waste Management and Environmental Protection, vol. 13, nr 1, 2011
22. WILK JOANNA, WOLAŃCZYK F.: *Właściwości kaloryczne przefermentowanych osadów ściekowych współspalanych z węglem*, Instal, Teoria i praktyka w instalacjach (312), nr 11, 2010
23. PODEDWORNA J., UMIEJEWSKA K.: *Technologia osadów ściekowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008
24. RYBAK W.: *Spalanie i współspalanie biopaliw stałych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006
25. www.polskicement.pl
26. WANDRASZ J.W, WANDRASZ A.J.: *Paliwa formowane, biopaliwa i paliwa z odpadów w procesach termicznych*. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa 2006

LEGAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE CO-COMBUSTION OF SEWAGE SLUDGE

S u m m a r y

According to the Environmental Protection Law the sewage sludge are not included in the biomass and the process of thermal treatment must comply rigorous requirements as for the incineration of waste. However, according to the Energy Law Act thermal utilization of sewage sludge is a process of energy production from renewable sources and related possibilities to fulfill the obligation of obtaining 'green' energy.

Key words: *sewage sludge, incineration, technology*