

January BIEN, Ewa NECZAJ, Małgorzata WORWAŁ
Anna GROSSER, Dorota NOWAK, Marcin MILCZAREK, Marek JANIK

Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Środowiska
ul. Brzeźnicka 60a, 42-200 Częstochowa

Kierunki zagospodarowania osadów w Polsce po roku 2013

Wzrost masy generowanych osadów ściekowych obserwowany przez ostatnie lata oraz zakaz możliwości ich składowania po 1 stycznia 2013 roku sprawia, że zagospodarowanie komunalnych osadów ściekowych stało się bardzo ważnym problemem ekologicznym, technicznym i ekonomicznym. W artykule przedstawiono sposoby oraz aspekty prawne zagospodarowania osadów ściekowych. Wybór metody unieszkodliwiania osadów ściekowych jest związany z ich właściwościami fizyczno-chemicznymi, a w szczególności z zawartością metali ciężkich. Rygorystyczne kryteria związane z przyrodniczym użytkowaniem osadów ściekowych w celu zabezpieczenia rozprzestrzeniania się w środowisku substancji niebezpiecznych oraz zagrożeń biologicznych wpłynęły na coraz większe zainteresowanie innymi technologiami utylizacji osadów ściekowych. Stąd też wydaje się, że docelowym kierunkiem wykorzystania odpadów z oczyszczania ścieków komunalnych będą przede wszystkim metody termiczne ich utylizacji jako bezpieczna ekologicznie i uzasadniona ekonomicznie metoda zagospodarowania osadów ściekowych.

Słowa kluczowe: osady ściekowe, unieszkodliwianie osadów ściekowych

Wprowadzenie

Wraz ze wzrostem wymagań dotyczących jakości ścieków odprowadzanych do środowiska zwiększa się ilość osadów powstających w procesach oczyszczania ścieków. Sposób zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych podlega ustawie o odpadach oraz innym ustawom i rozporządzeniom specyficznym dla ich sposobu powstawania, przeróbki i skali zagrożenia dla środowiska naturalnego. Systematyczny wzrost masy generowanych osadów ściekowych oraz zakaz możliwości ich składowania po 1 stycznia 2013 roku sprawia, że zagospodarowanie komunalnych osadów ściekowych stało się bardzo ważnym problemem ekologicznym, technicznym i ekonomicznym. Do tej pory końcowym etapem przeróbki osadów ściekowych w oczyszczalniach było ich mechaniczne odwadnianie, a następnie składowanie.

Generowane w oczyszczalniach ścieków osady wymagają unieszkodliwienia nie tylko z przyczyn prawnych, ale również praktycznych i estetycznych. O ile to możliwe, osady po przetworzeniu powinny powracać do środowiska naturalnego. Dla małych i średnich oczyszczalni zalecane jest ich rolnicze wykorzystanie, aczkolwiek tylko niewielki procent osadów jest w ten sposób zagospodarowywany. Dla dużych oczyszczalni droga do rolniczego wykorzystania jest praktycznie za-

mknięta. Wynika to z nieodpowiednich właściwości fizyczno-chemicznych osadów, głównie ponadnormatywnych stężeń metali ciężkich.

1. Aspekty prawne zagospodarowania osadów ściekowych

Podstawowymi aktami prawnymi związanymi z zagospodarowaniem osadów są:

- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (DzU 2001, Nr 62, poz. 628),
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 12 czerwca 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu (DzU 2007, Nr 121, poz. 832),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (DzU 2010, Nr 137, poz. 924).

Powyższe przepisy wynikają z transpozycji do krajowego prawa następujących aktów prawnych Unii Europejskiej: Dyrektywy Rady 86/278/EWG z dnia 12 czerwca 1986 roku w sprawie ochrony środowiska, Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2006/12/WE z dnia 5 kwietnia 2006 roku w sprawie odpadów oraz Dyrektywy Rady 1999/31/WE z dnia 26 kwietnia 1999 roku w sprawie składowania odpadów. Dyrektywa w sprawie składowania odpadów ogranicza możliwości ich deponowania, natomiast dyrektywa osadowa ogranicza ich wykorzystanie na cele rolnicze i przyrodnicze. W tabeli 1 przedstawiono kryteria, jakie muszą spełniać osady ściekowe, aby można je było deponować na składowiskach innych niż niebezpieczne.

Tabela 1

Kryteria, jakie muszą spełniać osady ściekowe, aby można było je składować na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne [1]

Parametr	Jednostka graniczna	Wartość graniczna
Ogólny węgiel organiczny	% s.m.	5
Strata przy prażeniu	% s.m.	8
Ciepło spalania	MJ/kg s.m.	6

2. Przyczyny wzrastających ilości osadów ściekowych

W ostatnich latach obserwuje się systematyczny wzrost masy powstających osadów ściekowych (tab. 2). W 2009 roku wytworzono 563,1 tys. Mg s.m. komunalnych osadów ściekowych i szacuje się, że od 2018 roku będzie wytwarzanych w Polsce ponad 700 tys. Mg s.m. osadów ściekowych (rys. 1).

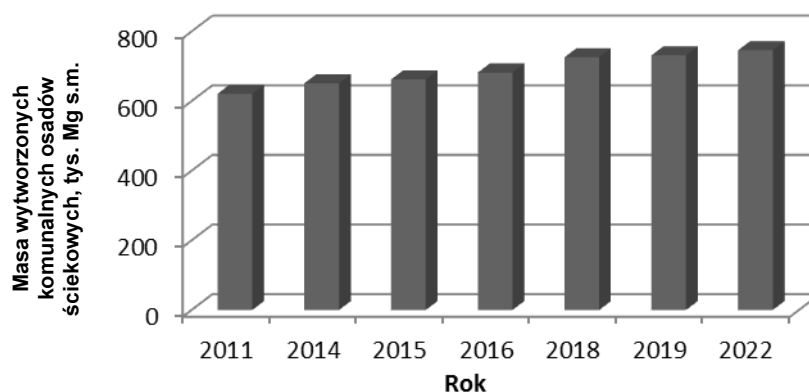
Do głównych czynników mających wpływ na wzrastającą ilość komunalnych osadów ściekowych w Polsce należy zaliczyć:

- modernizację istniejących oczyszczalni w celu przystosowania ich do technologii wysokosprawnych nastawionych na usuwanie związków biogenych,
- rozbudowę sieci kanalizacyjnej - wzrastający odsetek ludności miejskiej i wiejskiej obsługiwanej przez oczyszczalnie,
- budowę nowych oczyszczalni ścieków.

Tabela 2

Zestawienie ilości i sposobów postępowania z osadami z oczyszczalni ścieków przemysłowych i komunalnych w latach 2004-2009 [2]

Lata	Osady wytworzone w ciągu roku								Ogółem
	Wykorzystane do:		Do uprawy roślin	Przekształcone termicznie	Składowane		Magazynowane czasowo	Inne	
	Rekultywacji terenów	W rolnictwie			Razem	w tym na terenie zakładu			
	w tys. Mg s.m.								
2004	273,3	94,4	30,4	39,9	453,3	379,2	49,8	146,1	1087,2
2005	324,9	98,2	29,6	37,4	399,1	287,6	64,9	170,2	1124,4
2006	287,2	106,8	31,0	39,3	381,3	242,1	53,1	166,0	1064,7
2007	335,3	134,3	29,5	33,7	297,2	183,8	65,4	193,4	1088,7
2008	232,7	151,7	28,1	44,5	208,7	146,9	73,1	240	978,9
2009	164,7	166,1	24,0	50,4	181,4	128,6	98,1	223,4	908,1



Rys. 1. Prognoza wytwarzania komunalnych osadów ściekowych [3]

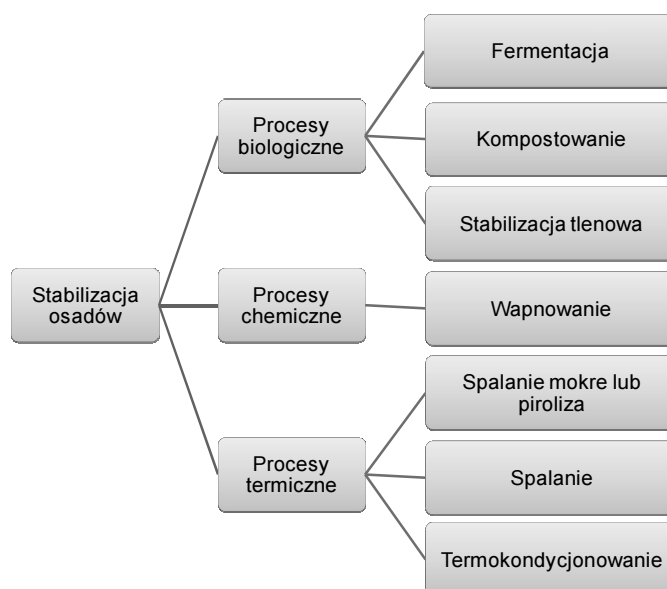
Według Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych, prognozowana na 2015 r. ilość osadów ustabilizowanych, które powstaną w komunalnych oczyszczalniach ścieków, wyniesie ok. 642,4 tys. Mg s.m. Największa ilość osadów powstanie w aglomeracjach o RLM powyżej 100 000 i wyniesie ona

372,4 tys. Mg s.m., co stanowi będzie 58% ogólnej ilości osadów. W 363 aglomeracjach o RLM od 15 000 do 100 000 prognozowana ilość osadów wyniesie 188,4 tys. Mg s.m. (29,3%). Pozostałe 12,7% osadów, tj. 81,6 tys. Mg s.m. powstanie w 937 aglomeracjach o RLM od 2000 do 15 000. Porównując prognozowaną ilość osadów ściekowych z ilością 397,2 tys. Mg s.m. wytworzoną w 2001 r., należy stwierdzić, że w 2015 roku nastąpi wzrost ogólnej ilości osadów wymagających zagospodarowania o około 62% [4].

3. Przeróbka i zagospodarowanie osadów ściekowych

Powstające w oczyszczalniach ściekowych osady wymagają przeróbki, czyli zastosowania metod, które zmieniają ich skład fizyczno-chemiczny (rys. 2). Do podstawowych procesów przeróbki należą:

- zagęszczanie,
- stabilizacja,
- odwadnianie lub zagęszczanie, suszenie i spalanie.



Rys. 2. Metody przeróbki i zagospodarowanie osadów ściekowych

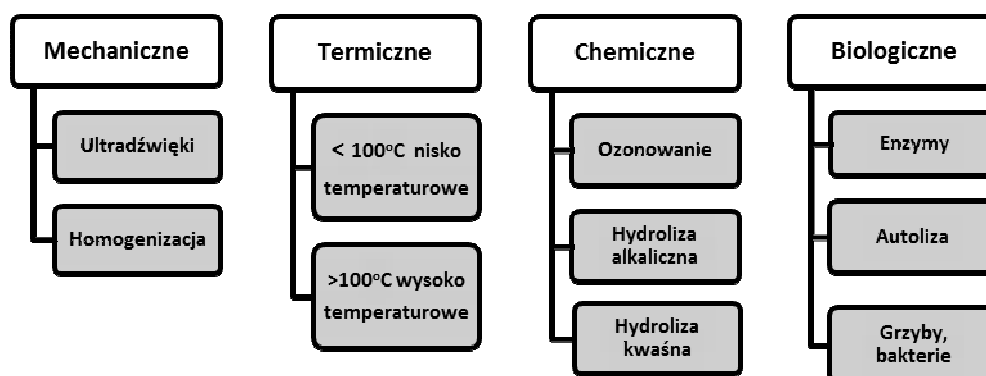
Stabilizacja może być prowadzona na drodze procesów biologicznych, chemicznych oraz termicznych, co przyczynia się do zmiany składu chemiczno-biologicznych osadów.

Zasadnicze cele przeróbki osadów to:

- zmniejszenie objętości osadów,
- stabilizacja osadów poprzez obniżenie w nich zawartości związków organicznych,

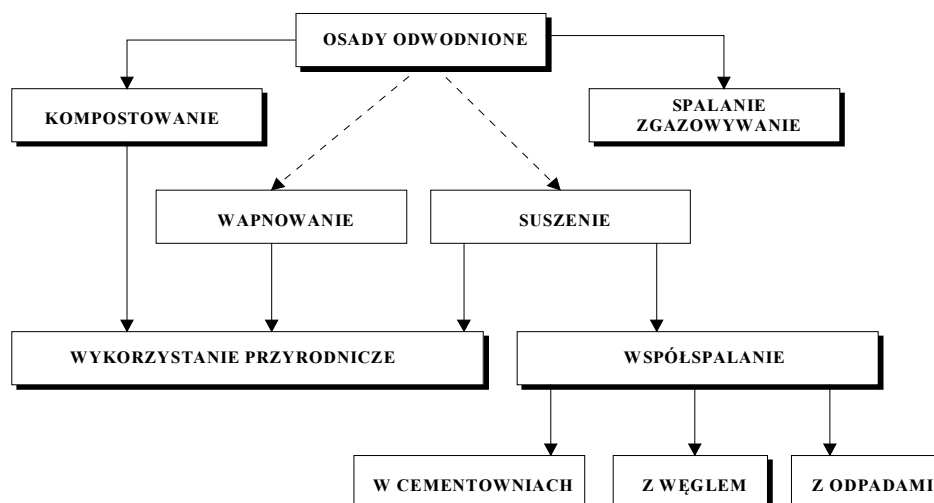
- higienizacja osadów,
- przygotowanie osadów do ostatecznego zagospodarowania lub unieszkodliwiania.

W celu zwiększenia efektywności procesów stabilizacji osadów stosuje się różne metody, które zwiększają podatność osadów na biodegradację poprzez wzrost stopnia ich dezintegracji (rys. 3). Wiąże się to z osłabieniem błon cytoplazmatycznych mikroorganizmów i uwolnieniem enzymów biorących udział w procesach biochemicznego rozkładu materii organicznej. Wpływa to korzystnie na przyspieszenie procesu hydrolizy, tym samym zwiększając efektywność procesu stabilizacji [5-8].



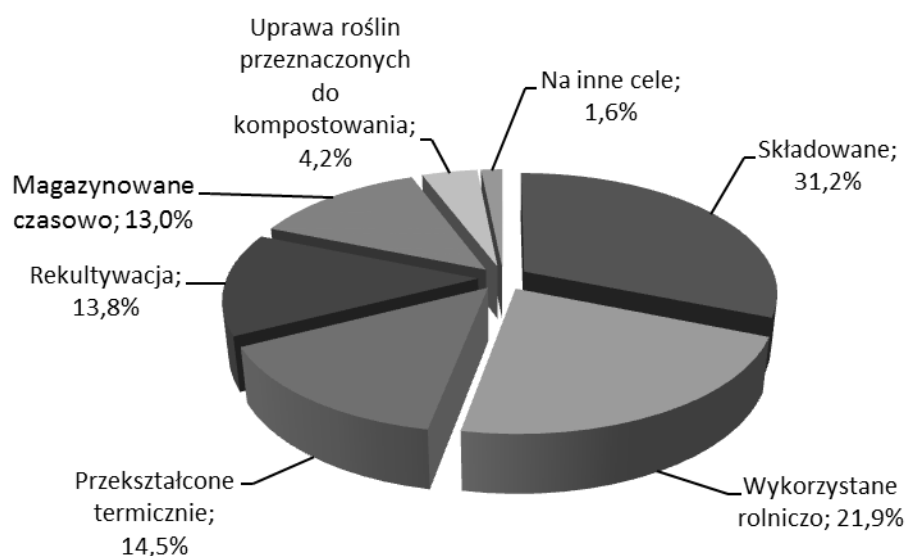
Rys. 3. Metody dezintegracji [9]

Możliwości unieszkodliwiania lub zagospodarowania osadów ściekowych z dużych oczyszczalni ścieków przedstawiono na rysunku 4.



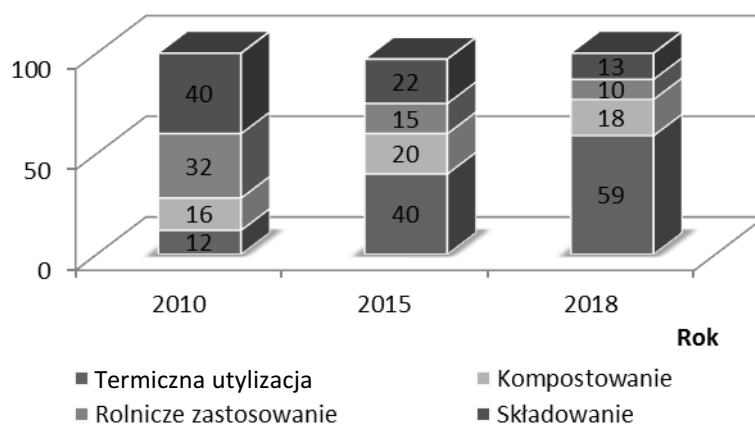
Rys. 4. Możliwości zagospodarowania osadów ściekowych [10]

Według danych GUS (rys. 5), wciąż dominującym sposobem zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych w Polsce jest ich składowanie.



Rys. 5. Postępowanie z osadami z komunalnych oczyszczalni ścieków w 2009 r. [2]

Zgodnie z założeniami Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2014, integralną częścią systemu gospodarki odpadami komunalnymi w dużych miastach i aglomeracjach miejskich powinna być instalacja termicznego przekształcania odpadów (rys. 6).



Rys. 6. Prognozy zagospodarowania osadów ściekowych w Polsce wg [3]

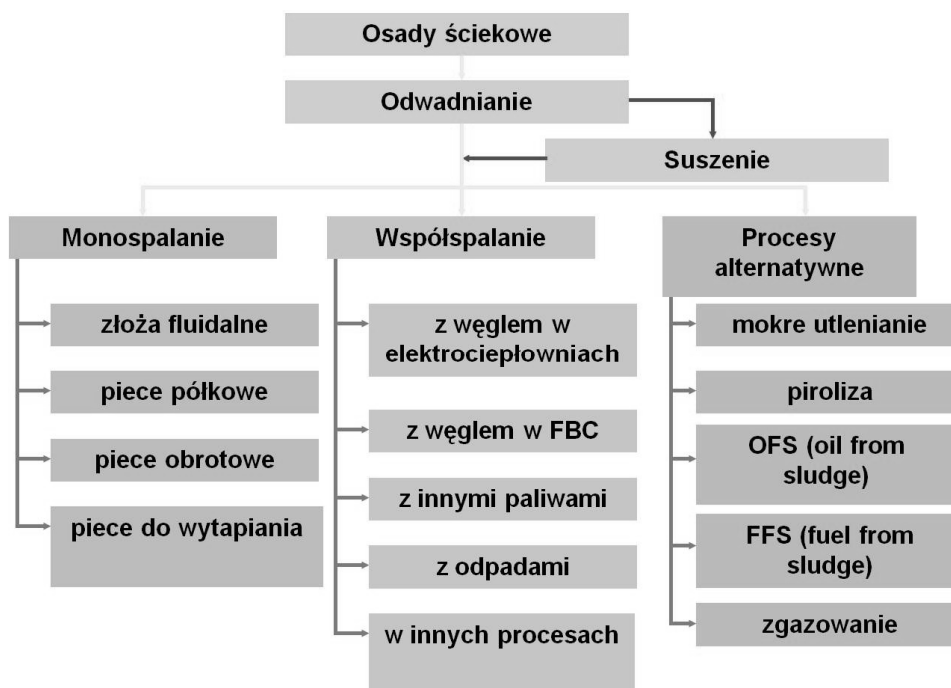
Pozwoli to na zmniejszenie ilości i objętości odpadów kierowanych do składowania, jak również spełnienie wymogów Rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczenia odpadów do składowania na

składowiskach danego typu (DzU z 2005 r., Nr 186, poz. 1553 z późn. zm.). Zgodnie z tym rozporządzeniem, od 1 stycznia 2013 r. nie będzie możliwości składowania odpadów, w których przekroczone będą wartości graniczne dla: ogólnego węgla organicznego TOC > 5%, strat przy prażeniu > 8%, ciepła spalania > 6 MJ/kg.

4. Perspektywy energetycznego wykorzystania osadów ściekowych w Polsce

W ostatnich latach w Polsce obserwuje się coraz większe zainteresowanie strategią zagospodarowania osadów ściekowych na drodze termicznej. Istnieją trzy główne sposoby termicznej przeróbki osadów: spalanie, współspalanie oraz procesy alternatywne, takie jak: piroliza, zgazowanie i procesy hybrydowe (rys. 7). Z uwagi na dużą zawartość azotu i siarki, rozważając możliwość spalania lub współspalania osadów ściekowych, należy przeanalizować możliwość ewentualnej emisji tlenków siarki i azotu oraz metali ciężkich, dioksan i furanów.

Przykładem współspalania osadów ściekowych w piecach obrotowych bez uszczerbku dla procesu klinkieryzacji jest cementownia Rudniki. Instalacja daje możliwość 4% substytucji ciepła, co pozwoli na spalenie 9,5 tys. Mg osadów rocznie (w 2010 roku -1500 Mg/a); ponadto dodatek osadów ściekowych nie powoduje przekroczenia norm emisji zanieczyszczeń.



Rys. 7. Termiczne sposoby zagospodarowania osadów ściekowych [10]

W tabeli 3 przedstawiono charakterystykę wybranych instalacji termicznej utylizacji osadów ściekowych w Polsce. Wśród instalacji termicznego przekształcania osadów dominują technologie oparte na spalaniu w złożu fluidalnym. Istnieje również kilka prostszych technicznie rozwiązań, odpowiednich dla mniejszych aglomeracji, opartych na spalaniu w palenisku rusztowym (Szczecin).

Tabela 3

Charakterystyka wybranych instalacji termicznej utylizacji osadów ściekowych w Polsce [11]

Lokalizacja	Proces	Przepustowość	Data uruchomienia	Uwagi
OŚ „Dębogórze” Gdynia	Złoże fluidalne	100 Mg/d	1994	Osady 30% s.m.
OŚ „Sitówka” Kielce	Złoże fluidalne	91 Mg/d	21 XII 2010	Osady ściekowe, skratki i tłuszcze
OŚ „Płaszów II” Kraków	Złoże fluidalne	64 Mg/d	19 X 2010	Osady 30÷32% s.m.
Grupowa Oczyszczalnia Ścieków, Łódź	Złoże fluidalne	159 Mg/d	IX 2010	Osady ściekowe i skratki
Zakłady Orlen Eko, Płock	Złoże fluidalne	50 tys. Mg odpadów/rok + +10 tys. Mg komunalnych osadów ściekowych	X 2008	Osady zaolejone z mechanicznego i fizykochemicznego oczyszczania ścieków rafineryjnych, osad nadmierny z komór osadu czynnego, flotujące kożuchy oraz wysuszony osad komunalny od dostawców zewnętrznych
OŚ „Gdańsk Wschód”	Złoże fluidalne	69 268 Mg/rok	19 XII 2011	Osady 22% s.m.
Olsztyn	Złoże fluidalne	10 500 Mg/rok	2010	Osady 18÷22% s.m.
OŚ „Czajka” Warszawa	Złoże fluidalne	27,95 Mg/h	Planowano na 2010	Osady 28,5% s.m.
OŚ „Pomorzany” Szczecin	Piec rusztowy	2000 kg/h	2009	-

5. Podsumowanie

Zagospodarowanie powstających co roku tysięcy Mg osadów ściekowych stanowi niemały problem. Wybór metody unieszkodliwiania osadów jest uzależniony od ich jakości, a zwłaszcza obecności substancji niebezpiecznych dla środowiska. Głównym problemem jest przedostawanie się do ścieków znacznych ilości metali ciężkich, które nawet po procesie ich oczyszczania pozostają w osadach. Konsekwencją tego jest niestety nadal składowanie osadów ściekowych na miejskich

składowiskach odpadów, a także na terenach oczyszczalni ścieków. Zakwalifikowanie osadów ściekowych do użytku rolniczego niesie ze sobą wymagania, które muszą spełniać zarówno tereny rolnicze, jak i wykorzystywane osady. Dopuszczalne ilości związków chemicznych, które mogą zawierać osady ściekowe, są ściśle określone normami. Warunkiem stosowania osadów do wymienionych celów jest ich stabilizacja oraz przygotowanie poprzez obróbkę biologiczną, chemiczną, termiczną lub inne procesy tak, aby obniżyć podatność na zagniwanie i wyeliminować zagrożenie dla środowiska lub zdrowia ludzi. Podobne, ściśle określone wymagania stawiane są osadom stosowanym do rekultywacji terenu lub innych celów przyrodniczych.

Uwarunkowania prawne dotyczące poddawania osadów ściekowych utylizacji termicznej nie są określone odrębnie, zatem należy kierować się w tym przypadku przepisami dotyczącymi termicznego przekształcania odpadów określonymi w ustawie o odpadach. Termiczne przekształcanie osadów ściekowych może mieć miejsce w spalarniach odpadów niebezpiecznych, spalarniach odpadów innych niż niebezpieczne i komunalne, a także w spalarniach odpadów komunalnych. Spalarnie odpadów powinny być projektowane, budowane, wyposażane i eksploatowane w sposób zapewniający ograniczenie do minimum ilości i szkodliwość powstających odpadów i innych emisji. Należy również zapewnić ciągłe pomiary emisji zanieczyszczeń podczas procesu spalania, a dopuszczalne ilości substancji wprowadzanych do środowiska powinny być dokładnie sprecyzowane.

Wnioski

1. O wyborze sposobu unieszkodliwiania osadów ściekowych decydują uwarunkowania prawne.
2. Recykling organiczny zalecany do stosowania w KPGO jest dobrym i tanim rozwiązaniem, ale nie zawsze może być stosowany w przypadku osadów ściekowych.
3. Metody termiczne będą w przyszłości dominującym sposobem unieszkodliwiania osadów ściekowych.
4. Współspalanie osadów ściekowych stanowi perspektywiczny sposób zagospodarowania osadów ściekowych.
5. Przyszłościowym sposobem utylizacji osadów ściekowych jest ich współspalanie w piecach obrotowych do wypalania cementu, a przemawia za tym:
 - a) wysoka temperatura prowadzenia procesu,
 - b) znacznie dłuższy w stosunku do konwencjonalnych urządzeń do spalania osadów czas przebywania gazów,
 - c) silnie alkaliczne środowisko, w jakim realizowany jest proces.

Podziękowanie

Praca naukowa finansowana ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach projektu badawczego NR 14-0020-06.

Literatura

- [1] Załącznik do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 12 czerwca 2007 r. (poz. 832).
- [2] Rocznik Statystyczny Ochrona Środowiska, 2004-2009.
- [3] Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2014.
- [4] Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych.
- [5] Myszograj S., Wpływ dezintegracji chemiczno-termicznej na produkcję lotnych kwasów tłuszczowych z osadów nadmiernych, *Gaz Woda i Technika Sanitarna* 2009, 7-8, 41-43.
- [6] Tomczak-Wandzel R., Cimochowicz-Rybicka M., Mądrycka K., Wpływ dezintegracji ultradźwiękowej na przebieg fermentacji metanowej, [w:] *Polska Inżynieria Środowiska pięć lat po wstąpieniu do Unii Europejskiej*, t. 1, red. J. Ozonek, M. Pawłowska, Monografie Polskiej Akademii Nauk Komitet Inżynierii Środowiska, Lublin 2009, 1, 58, 331-337.
- [7] Muller J., Desintegration as key-step in sewage sludge treatment, *Wat. Sci. Tech.* 2000, 41, 8, 123-130.
- [8] Sadecka Z., *Podstawy biologicznego oczyszczania ścieków*, Wyd. Seidel-Przywecki Sp. z o.o., 2010.
- [9] Figueira F., *MicroSludge wins over the skeptics*, www.wvinternational.com. 2005.
- [10] Bień J.B., *Osady ściekowe. Teoria i praktyka*, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2007.
- [11] *Wojewódzkie plany gospodarki odpadami opracowane dla poszczególnych województw*. Strony www.UrzedowMarszalkowskich.

Directions Management of Sludge in Poland after 2013

Disposal of the sewage sludge is a very important ecological, technical and economical problem mainly due to increase of the amount of sewage sludge generated and Regulation of the Ministry of Economy and Labor, which introduced a ban from the date of January 1, 2013, of the sewage sludge storage. The amount of sludge produced is affected in a limited scale by the treatment efficiency while the sludge quality is strongly dependent on the original pollution load of the treated effluent and also, on the technical and design features of the waste water treatment process. Currently, the predominant method for the disposal of sewage sludge is storage and agriculture application.

The article presents methods and legal aspects of sewage sludge management. There is a wide range of analyzed and proposed solutions for municipal sewage sludge utilization. However, there are serious legal constrains determining this choice.

Agricultural use of a row sludge or other composting practices are the best way for using this waste. However, a significant amount of sewage sludge cannot be used as fertilizer due to the high heavy metal content. For that reasons, there is a large and pressing need for the development of thermal methods for the disposal of sludge. Thermal treatment (pyrolysis, gasification and combustion) is an interesting technique to stabilize sewage sludge for disposal. Processes for thermal utilization of sludge can be developed at existing installations (heating plants, power plants, or cement plants) or in newly built facilities.

Keywords: sewage sludge, disposal of the sewage sludge