
PRACE

**Instytutu Ceramiki
i Materiałów Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Ceramics
and Building Materials

Nr 10

ISSN 1899-3230

Rok V

Warszawa–Opole 2012

JOANNA GUZIAŁOWSKA-TIC*

WILHELM JAN TIC**

Zagospodarowanie komunalnych osadów ściekowych w województwie opolskim

Słowa kluczowe: komunalne osady ściekowe, gospodarka odpadami, oczyszczalnia ścieków.

W pracy scharakteryzowano gospodarkę komunalnymi osadami ściekowymi w województwie opolskim w 2010 r. Przedstawiono również sposoby postępowania z osadami wytworzonymi w oczyszczalniach ścieków i kierunki ich zagospodarowania. Głównym sposobem zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych w województwie opolskim jest ich wykorzystanie w rolnictwie, składowanie oraz wykorzystanie do rekultywacji terenów. Dodatkowo zaprezentowano również prognozy dotyczące wytwarzania komunalnych osadów ściekowych w Polsce do 2022 r. Szacuje się znaczny przyrost ilości wytworzonych osadów ściekowych o ok. 100 tys. Mg suchej masy.

1. Wprowadzenie

Zgodnie z ustawą o odpadach z 27 kwietnia 2001 roku [1], komunalne osady ściekowe definiuje się jako pochodzące z oczyszczalni ścieków osady z komór fermentacyjnych oraz innych instalacji służących do oczyszczania ścieków komunalnych oraz innych ścieków o składzie zbliżonym do składu ścieków komunalnych. Komunalny osad ściekowy jest zaliczany do grupy odpadów innych niż niebezpieczne, jeżeli jest on poddawany procesom stabilizacji i higienizacji.

Komunalne osady ściekowe mogą być stosowane między innymi w rolnictwie, do rekultywacji gruntów przeznaczonych na cele rolne i nierolne, gdy spełnione są następujące warunki [3]:

- a) zawartość metali ciężkich nie przekracza ilości przedstawionych w tabeli 1;
- b) w przypadku stosowania ich w rolnictwie i do rekultywacji gruntów na cele rolne – nie wyizolowano bakterii z rodzaju salmonella w 100 g osadów przeznaczonych do badań;

* Dr inż., Politechnika Opolska.

** Dr hab. inż., Politechnika Opolska.

c) łączna liczba żywych jaj pasożytów jelitowych *Ascaris sp.*, *Trichuris sp.*, *Toxocara sp.* w 1 kg suchej masy osadów przeznaczonych do badań stosowanych:

- w rolnictwie – wynosi 0,
- do rekultywacji terenów – jest nie większa niż 300,
- do dostosowania gruntów do określonych potrzeb wynikających z planów gospodarki odpadami, planów zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu – jest nie większa niż 300,
- do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu – jest nie większa niż 300,
- do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i do produkcji pasz – jest nie większa niż 300;

d) ilość metali ciężkich w wierzchniej warstwie gruntu (0–25 cm), na którym te osady mają być stosowane, nie przekracza wartości dopuszczalnych;

e) odczyn pH gleby na terenach użytkowanych rolniczo, na których osady mają być stosowane, jest nie mniejszy niż 5,6;

f) stosowanie osadów nie spowoduje pogorszenia jakości gleby, a w szczególności przekroczenia standardów jej jakości oraz standardów jakości ziemi, określonych w przepisach wydanych na podstawie prawa ochrony środowiska [2], oraz nie spowoduje pogorszenia jakości wód powierzchniowych i podziemnych;

g) osady są wykorzystywane poza okresem wegetacji roślin przeznaczonych do bezpośredniego spożycia przez ludzi [3].

Możliwe kierunki wykorzystania odpadów, w tym osadów ściekowych, określono w załączniku nr 5 do ustawy z 27 kwietnia 2001 r. [1]:

- a) wykorzystanie jako paliwa lub innego środka wytwarzania energii [4],
- b) recykling lub regeneracja substancji organicznych,
- c) recykling lub regeneracja innych materiałów nieorganicznych,
- d) rozprowadzanie na powierzchni ziemi w celu nawożenia lub ulepszenia gleby [5],
- e) magazynowanie odpadów, które mają być poddane któremukolwiek z procesów odzysku,
- f) przetwarzanie odpadów w celu ich przygotowania do odzysku, w tym recyklingu.

T a b e l a 1

Dopuszczalna zawartość metali ciężkich w komunalnych osadach ściekowych [3]

Metale	Zawartość metali ciężkich w mg/kg suchej masy osadu nie większa niż:		
	przy stosowaniu komunalnych osadów ściekowych:		
	w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne	do rekultywacji terenów na cele nierolne	przy dostosowywaniu gruntów do określonych potrzeb wynikających z planów gospodarki odpadami, planów zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, do upraw roślin przeznaczonych do produkcji kompostu, do upraw roślin nieprzeznaczonych do spożycia i produkcji pasz
Kadm (Cd)	20	25	50
Miedź (Cu)	1 000	1 200	2 000
Nikiel (Ni)	300	400	500
Ołów (Pb)	750	1 000	1 500
Cynk (Zn)	2 500	3 500	5 000
Rtęć (Hg)	16	20	25
Chrom (Cr)	500	1 000	2 500

Natomiast procesy unieszkodliwiania odpadów określa załącznik nr 6 ustawy z 27 kwietnia 2001 r. i w przypadku osadów może mieć zastosowanie:

- a) obróbka w glebie i ziemi,
- b) składowanie poprzez głębokie zatłaczanie,
- c) retencja powierzchniowa (np. umieszczanie odpadów na poletkach osadowych lub lagunach),
- d) obróbka biologiczna, np. fermentacja,
- e) obróbka fizyczno-chemiczna, np. odparowanie i suszenie,
- f) termiczne przekształcanie odpadów w instalacjach lub urządzeniach zlokalizowanych na lądzie [6].

Komunalne osady ściekowe winny być poddawane badaniom referencyjnym, których zakres przedstawiono w tabeli 2.

T a b e l a 2

Metody referencyjne badań komunalnych osadów ściekowych [3]

Wskaźnik	Metoda
Odczyn pH	oznaczenie elektrometryczne w roztworze wodnym
Zawartość suchej masy	suszenie w temperaturze 105°C, ważenie
Zawartość substancji organicznej	prażenie w temperaturze 600°C, ważenie

cd. tab. 2

Wskaźnik	Metoda
Zawartość azotu ogólnego	mineralizacja w środowisku kwaśnym z dodatkiem katalizatora
Zawartość azotu amonowego	destylacja amoniaku i oznaczenie metodą miareczkową lub spektrofotometryczną
Zawartość fosforu ogólnego	mineralizacja do fosforu (V) i oznaczenie spektrofotometryczne
Zawartość wapnia i magnezu	mineralizacja mieszaniną kwasów i oznaczenie metodą miareczkową lub spektrometrią atomową
Zawartość metali ciężkich: ołowiu, kadmu, rtęci, niklu, cynku, miedzi i chromu	spektrometria absorpcji atomowej po mineralizacji w wodzie królewskiej lub stężonych kwasach (błąd oznaczenia nie może przekraczać 10% odpowiedniej wartości dopuszczalnej)
Obecność bakterii chorobotwórczych z rodzaju salmonella	przewodzenie hodowli na podłożach namnażalnych i różnicująco-selektywnych oraz potwierdzenie wyników badaniem biochemicznym
Liczba żywych jaj pasożytów jelitowych: <i>Acaris sp.</i> , <i>Trichuris sp.</i> , <i>Toxocara sp.</i>	izolacja żywych jaj z reprezentatywnej próbki osadu przez wstrząsanie lub mieszanie, płukanie z zastosowaniem wirowania oraz flotację, inkubację, a następnie wykonanie badania mikroskopowego

Częstotliwość badań metodami referencyjnymi komunalnych osadów ściekowych zależy od obciążenia oczyszczalni ścieków, wyrażonego liczbą równoważnych mieszkańców (RLM). Badanie te powinny być przeprowadzane nie rzadziej niż [3]:

- raz na sześć miesięcy, przy RLM < 10 000,
- raz na cztery miesiące, przy RLM 10 000 ÷ 100 000,
- raz na dwa miesiące, przy RLM > 100 000.

2. Gospodarka komunalnymi osadami ściekowymi w Polsce – sytuacja obecna i prognozy

Istnieją ograniczone możliwości zapobiegania powstawaniu komunalnych osadów ściekowych. Stosując bardziej zaawansowane technologie, możliwe jest ograniczenie ich ilości w formie uwodnionej. W miarę budowy sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków w aglomeracjach, można zaobserwować w ostatnich latach znaczny wzrost ilości wytwarzanych komunalnych osadów ściekowych (tab. 3) [7–8].

T a b e l a 3

Wytworzone i zagospodarowane osady ściekowe w Polsce w latach 2009–2010 [9]

Osady ściekowe	2009	2010
	w tys. Mg suchej masy	
Wytworzone ogółem	563,10	526,70
Stosowane w rolnictwie	123,10	109,30
Stosowane do rekultywacji terenów, w tym gruntów na cele rolne	77,80	54,30
Stosowane do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu	23,50	30,90
Przekształcone termicznie	8,90	19,80
Składowane	81,60	59,90
Odsetek osadów składowanych [%]	14,49	11,18
Osady nagromadzone na terenie oczyszczalni	453,8	332,4

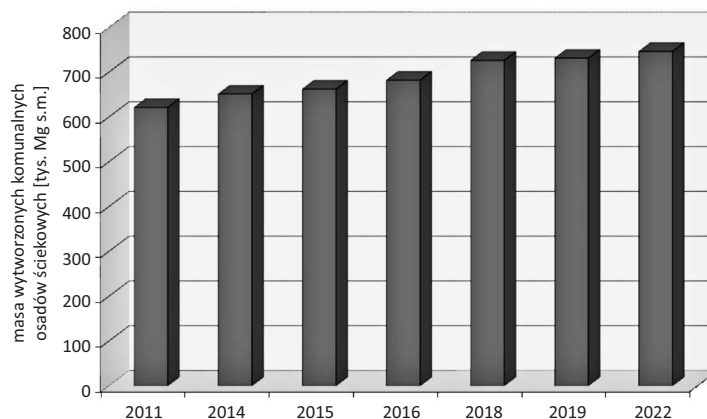
Na podstawie danych zamieszczonych w tabeli 3, można zaobserwować, że ilość komunalnych osadów ściekowych przekształconych termicznie wzrosła dwukrotnie w przedziale czasowym roku. Natomiast w przypadku osadów stosowanych w rolnictwie i do rekultywacji terenów ilości te uległy zmniejszeniu. Zadowolające jest to, że maleje ilość osadów ściekowych unieszkodliwianych poprzez składowanie.

Ilość wytwarzanych osadów ściekowych zależy od liczby równoważnych mieszkańców obsługiwanych przez oczyszczalnie ścieków oraz od zastosowanych rozwiązań technologicznych oczyszczania ścieków i sposobów przeróbki osadów ściekowych. Wraz z rozwojem systemów kanalizacji oraz oczyszczalni ścieków wzrasta ilość oczyszczanych ścieków z gospodarstw domowych oraz z obiektów infrastrukturalnych i zakładów przemysłowych.

Według założeń aktualizacji Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych w 2015 r. sieci kanalizacyjne obsługiwać będą [9]:

- w aglomeracjach o RLM $\geq 100\ 000$ co najmniej 98% mieszkańców,
- w aglomeracjach o RLM $15\ 000 \div 100\ 000$ co najmniej 90% mieszkańców,
- w aglomeracjach o RLM $2000 \div 15\ 000$ co najmniej 80% mieszkańców.

Na podstawie danych przedstawionych w aktualizacji Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych, na rycinie 1 zobrazowano prognozy dotyczące ilości wytworzonych komunalnych osadów ściekowych na lata 2011–2022. Po roku 2018 przyjęto zmniejszenie o około połowę przyrostu masy wytwarzanych osadów ściekowych w stosunku do przyrostu w latach 2011–2018, a to z tego względu, że w okresie tym będą kanalizowane głównie obszary zabudowy rozproszonej i mniej nowych mieszkańców będzie przyłączanych do systemów kanalizacji i oczyszczalni ścieków.



Ryc. 1. Prognoza wytwarzania komunalnych osadów ściekowych do 2022 r. [9]

3. Gospodarka komunalnymi osadami ściekowymi w województwie opolskim

Przedstawione w rozdziale dane pochodzą z ankiety przeprowadzonej przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Opolu. Badania te zostały wykonane w 2010 r. i dotyczyły gospodarki wodno-ściekowej w wybranych 70 komunalnych oczyszczalniach ścieków w województwie opolskim. W pracy skupiono się na wynikach pochodzących z 11 największych obiektów, w tym: jednej oczyszczalni o obciążeniu rzeczywistym $\geq 100\ 000$ RLM, oraz dziesięciu o obciążeniu rzeczywistym w zakresie od 15 000 do 100 000 RLM [10].

Z ankietyzacji wybranych oczyszczalni wynika, że w 2010 r. w 11 oczyszczalniach ścieków wytworzono następujące ilości odpadów:

- skratki (kod 19 08 01) – 817,4 Mg,
- piasek z piaskowników (kod 19 08 02) – 1232,2 Mg,
- ustabilizowane komunalne osady ściekowe (kod 19 08 05) – 11 950,5 Mg s.m.

Dane charakteryzujące gospodarkę odpadami oraz komunalnymi osadami ściekowymi – masę wytworzonych odpadów, rodzaj obróbki komunalnych osadów ściekowych, postać osadów – przedstawiono w tabeli 4.

T a b e l a 4

Gospodarka odpadami i komunalnymi osadami ściekowymi w 2010 r. [10]

Komunalna oczyszczalnia ścieków	Masa wytworzonych odpadów w 2010 r.			Rodzaj obróbki odpadu	Postać odpadu
	skratki [Mg]	piasek z piaskowników [Mg]	ustabilizowane komunalne osady ściekowe [Mg s.m.]		
Oczyszczalnie o obciążeniu rzeczywistym $\geq 100\ 000$ RLM					
1. Opole	427,1	317,1	4 438,1	stabilizacja przez fermentację mezofilową, odwadnianie, higienizacja	ziemista
Oczyszczalnie o obciążeniu rzeczywistym $\geq 15\ 000 < 100\ 000$ RLM					
1. Głubczyce	27,3	111,2	445,0	biologiczna, odwodnienie, zagęszczenie, higienizacja wapnem	ziemista
2. Brzeg	81,7	214,6	516,0	grawitacyjne i mechaniczne zagęszczanie, WKF, odwadnianie na prasie komorowej lub wirówce, higienizacja wapnem, tlenowa stabilizacja na placu kompostowni	ziemista
3. Nysa	34,2	234,4	1 955,0	beztlenowa fermentacja metanowa, odwadnianie na wirówce dekantacyjnej	ziemista
4. Kędzierzyn-Koźle	21,4	24,9	2 033,8	termiczna beztlenowa, chemiczna, mechaniczna, odwadnianie na prasie i lagunie	mazista
5. Krapkowice	31,6	26,9	824,6	mechaniczne odwadnianie na prasie sitowo-śrubowej, stabilizacja chemiczna, higienizacja wapnem wysokoreaktywnym w mieszanii mechanicznej	ziemista
6. Namysłów	58,0	60,0	321,0	stabilizacja tlenowa, zagęszczanie grawitacyjne, odwadnianie mechaniczne na prasie, higienizacja wapnem palonym mielonym	ziemista

cd. tab. 4

Komunalna oczyszczalnia ścieków	Masa wytworzonych odpadów w 2010 r.			Rodzaj obróbki odpadu	Postać odpadu
	skratki [Mg]	piasek z piaskowników [Mg]	ustabilizowane komunalne osady ściekowe [Mg s.m.]		
7. Kluczbork – Ligota Dolna	102,6	–	242,0	odwadnianie na prasie filtracyjnej taśmowej z użyciem polielektrolitu, higienizacja wapnem chlorowanym, przeróbka z wykorzystaniem dżdżownic kalifornijskich na wermikompost	ziemista
8. Strzelce Opolskie	14,0	96,0	432,0	odwadnianie na prasie sitowo-taśmowej, higienizacja wapnem palonym	mazista
9. Prudnik	11,8	114,4	479,0	stabilizacja chemiczna, higienizacja wysokoreaktywnym wapnem palonym	ziemista
19. Grodków – Tarnów Grodkowski	7,7	23,7	264,0	fermentacja, odwodnienie na prasie taśmowej, wapnowanie	ziemista

Sposoby zagospodarowania odpadów wytworzonych w województwie opolskim w 2010 r. zostały przedstawione w tabeli 5. Najczęstszą metodą postępowania ze skratkami i piaskiem z piaskowników było ich składowanie, natomiast w przypadku ustabilizowanych komunalnych osadów ściekowych najczęściej wykorzystywane były one w rolnictwie.

Tabela 5
Sposoby postępowania z odpadami wytworzonymi w oczyszczalniach ścieków w 2010 r. [10]

Komunalna oczyszczalnia ścieków	Sposoby postępowania z wytworzonymi odpadami		
	skratki 19 08 01	piasek z piaskowników 19 08 02	ustabilizowane komunalne osady ściekowe 19 08 05
Oczyszczalnie o obciążeniu rzeczywistym $\geq 100\ 000$ RLM			
1. Opole	składowanie	składowanie	składowanie, wykorzystanie w rolnictwie

cd. tab. 5

Komunalna oczyszczalnia ścieków	Sposoby postępowania z wytworzonymi odpadami		
	skratki 19 08 01	piasek z piaskowników 19 08 02	ustabilizowane komunalne osady ściekowe 19 08 05
Oczyszczalnie o obciążeniu rzeczywistym $\geq 15\ 000 < 100\ 000$ RLM			
1. Głubczyce	obróbka biologiczna	obróbka biologiczna, składowanie	wykorzystanie w rolnictwie, retencja powierzchniowa
2. Brzeg	składowanie, retencja powierzchniowa	recykling lub regeneracja	wykorzystanie w rolnictwie, retencja powierzchniowa
3. Nysa	składowanie	składowanie	wykorzystanie w rolnictwie
4. Kędzierzyn-Koźle	retencja powierzchniowa	retencja powierzchniowa	rekultywacja gruntów, w tym rolnych, retencja powierzchniowa
5. Krapkowice	składowanie	składowanie	wykorzystanie w rolnictwie, retencja powierzchniowa
6. Namysłów	składowanie	składowanie	wykorzystanie w rolnictwie
7. Kluczbork – Ligota Dolna	składowanie	–	obróbka biologiczna
8. Strzelce Opolskie	składowanie	składowanie	rekultywacja obszarów rolnych
9. Prudnik	retencja powierzchniowa	retencja powierzchniowa, inne metody	wykorzystanie w rolnictwie, retencja powierzchniowa
10. Grodków – Tarnów Grodkowski	składowanie	składowanie	wykorzystanie w rolnictwie

Wytworzone w 2010 r. ustabilizowane osady ściekowe (11 950 Mg s.m.) z ankietyzowanych 11 oczyszczalni zostały wykorzystane:

- do rekultywacji terenów, dostosowania gruntów – 20,1%,
- w rolnictwie, do uprawy roślin – 32,9%,
- składowane, poddane obróbce biologicznej lub innym procesom odzysku albo unieszkodliwiania – 21,4%,
- nagromadzone – 25,6%.

4. Wyniki badań komunalnych osadów ściekowych

Właściwa gospodarka komunalnymi osadami ściekowymi i ich późniejsze wykorzystanie wymagają kontroli opartej o analizę fizykochemiczną i biologiczną. Zakres, częstotliwość i metody referencyjne badań komunalnych osadów ściekowych przedstawiono we wprowadzeniu (tab. 2).

Osady ściekowe z 11 przedstawionych w pracy oczyszczalni w 2010 r., charakteryzowały się następującymi parametrami:

- a) odczyn pH: od 8,3 w Brzegu do 12,8 w Strzelcach Opolskich;
 - b) zawartość suchej masy: od 16,3% w Brzegu do 34,3% w Kędzierzynie-Koźlu;
 - c) parametry ogólne:
 - zawartość substancji organicznych: od 18,8% w Krapkowicach do 68,4% w Brzegu,
 - zawartość azotu ogólnego: od 0,5% w Krapkowicach do 7,4% w Strzelcach Opolskich,
 - zawartość fosforu ogólnego: od 0,7% w Krapkowicach do 2,4% w Brzegu i Nysie,
 - zawartość wapnia: od 2,7% w Brzegu do 21,3% w Krapkowicach,
 - zawartość magnezu: od 0,4% w Nysie i Kędzierzynie-Koźlu do 0,7% w Opolu;
 - d) wyniki badań zawartość metali ciężkich [mg/kg s.m.] i ich wartości dopuszczalnych przedstawiono w tabeli 6;
 - e) w oczyszczalni w Kędzierzynie-Koźlu zanotowano obecność jaj pasożytów.
- Częstotliwość badań wykonywanych w oczyszczalniach ścieków była zgodna z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie komunalnych osadów ściekowych [3];
- f) oczyszczalnia w Kluczborku – Ligota Dolna nie załączyła badań komunalnych osadów ściekowych.

T a b e l a 6

Wyniki badań zawartości metali ciężkich w komunalnych osadach ściekowych [10]

Komunalna oczyszczalnia ścieków	Zawartość metali ciężkich [mg/kg s.m.]						
	chrom	cynk	kadm	miedź	nikiel	ołów	rteć
Opole	25,4	1482,0	5,3	89,5	28,9	62,1	0,7
Głubczyce	31,4	321,5	3,8	84,1	20,6	36,4	1,0
Brzeg	39,3	874,3	1,4	230,3	100,3	112,9	1,8
Nysa	32,5	718,5	3,6	111,8	68,7	76,4	0,6
Kędzierzyn-Koźle	66,0	813,0	3,6	125,7	21,0	51,5	1,0

cd. tab. 6

Komunalna oczyszczalnia ścieków	Zawartość metali ciężkich [mg/kg s.m.]						
	chrom	cynk	kadm	miedź	nikiel	ołów	rtęć
Krapkowice	22,1	503,3	5,5	140,3	23,2	64,8	0,1
Namysłów	9,3	354,7	0,8	127	13,0	184,7	0,2
Strzelce Opolskie	34,3	685,0	4,8	63,7	33,1	53,8	0,3
Prudnik	8,3	551,3	0,4	129,1	18,2	216,8	0,4
Grodków – Tarnów Grodkowski	35,6	676,3	4,5	173,3	52,7	56,6	0,3
Wartości dopuszczalne							
Zastosowanie w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne	500	2 500	20	1 000	300	750	16
Zastosowanie do rekultywacji terenów na cele nierolne	1 000	3 500	25	1 200	400	1 000	20
Pozostałe zastosowania wg [3]	2 500	5 000	50	2 000	500	1 500	25

Na podstawie danych zawartych w tabeli 6 można zaobserwować, że w żadnej z 10 przedstawionych komunalnych oczyszczalni ścieków nie zanotowano przekroczenia dopuszczalnych zawartości metali ciężkich w komunalnych osadach ściekowych. Ta sama sytuacja odnosi się do pozostałych 60 ankietyzowanych oczyszczalni [10].

5. Podsumowanie

W przyszłości planuje się dalszą rozbudowę sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków w aglomeracjach, co wiązać się będzie ze wzrostem ilości wytwarzanych komunalnych osadów ściekowych.

Głównym sposobem zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych w Opolu jest ich składowanie. Na terenie województwa opolskiego istnieje obecnie jedna instalacja, która może zagospodarować osady ściekowe w sposób inny niż ich przetwarzanie w celu późniejszego składowania bądź rozprowadzania na powierzchni ziemi [11].

Najistotniejszym problemem dotyczącym komunalnych osadów ściekowych jest zbyt małe wykorzystywanie ich potencjału energetycznego. Nie są one również w pełni wykorzystywane jako materiał na kompost bądź do poprawy właściwości gleby.

Niestety miasto Opole, gdzie występuje największa oczyszczalnia ścieków komunalnych w województwie opolskim, nie jest predysponowane do rolniczego wykorzystania ustabilizowanych komunalnych osadów ściekowych. Bardziej

zasadne wydaje się być energetyczne zagospodarowanie uprzednio przefermentowanych osadów ściekowych w instalacji przygotowanej do spalania tego typu odpadów, wyposażonej w urządzenia zabezpieczające środowisko przed zanieczyszczeniem większym niż dopuszczalne [11]*.

* Cytowaną literaturę zamieszczono po tłumaczeniu artykułu w języku niemieckim.