

Hanna BAUMAN-KASZUBSKA¹, Mikołaj SIKORSKI²

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii
Instytut Budownictwa, ul. Łukasiewicza 17, 09-400 Płock, e-mail: bauman@pw.plock.pl

² Politechnika Świętokrzyska, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki
al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce

Metodyczne podstawy dotyczące ocen oddziaływania na środowisko osadów ściekowych wykorzystywanych w celach rolniczych bądź przyrodniczych

Końcowe zagospodarowanie osadów ściekowych z komunalnych oczyszczalni ścieków jest poważną kwestią w gospodarce osadowej. W obliczu zakazu składowania osadów na składowisku realne może być ich wykorzystanie rolnicze bądź przyrodnicze w większym zakresie niż dotychczas. Szanse na taki sposób zagospodarowania mają w szczególności osady pochodzące z oczyszczalni ścieków na terenach wiejskich i podmiejskich. W pracy przedstawiona została problematyka dotycząca aspektów formalnoprawnych związanych z rolniczym bądź przyrodniczym wykorzystaniem osadów ściekowych, ich charakterystyki ilościowej i jakościowej ze szczególnym uwzględnieniem wartości nawożących (N,P,K) oraz kryteriów w zakresie wykonywania ocen oddziaływania na środowisko.

Słowa kluczowe: osady ściekowe, rolnicze bądź przyrodnicze wykorzystanie osadów ściekowych, oceny oddziaływania na środowisko

Wprowadzenie

W ostatnich latach nastąpił wyraźny wzrost jednostkowego wskaźnika ilości osadów ściekowych, osiągając wartość 0,304 kg s.m./m³ w 2012 roku [1]. Wynika to z wielu przesłanek, w tym ze zintensyfikowania metod unieszkodliwiania ścieków, czyli wprowadzania trzeciego stopnia oczyszczania, oraz pośrednio z oszczędnej gospodarki wodą. Pomimo podjęcia działań zmierzających do zminimalizowania ilości powstających osadów ściekowych, jak również wyboru właściwej ich przeróbki i zagospodarowania, sytuacja w tym zakresie nie ulega poprawie. Nadal ilość osadów i sposób postępowania z nimi stanowią ogromny problem i zagadnienie to powinno być rozwiązane już w trakcie projektowania lub modernizacji oczyszczalni ścieków.

Wybór procesów przeróbki osadów ściekowych, a szczególnie sposobu ich ostatecznego zagospodarowania (wykorzystania), jest powszechnie występującym problemem w większości polskich oczyszczalni ścieków. Problem ten dotyczy zarówno miast z komunalnymi oczyszczalniami ścieków, jak i terenów niezurbanizowanych z różnymi rozwiązaniami oczyszczania ścieków.

Zgodnie z Krajowym Programem Oczyszczania Ścieków Komunalnych [2], podstawowymi celami w gospodarce osadami ściekowymi w perspektywie do 2018 r. są:

- całkowite ograniczenie składowania osadów ściekowych,
- zwiększenie ilości komunalnych osadów ściekowych przetwarzanych przed wprowadzeniem do środowiska oraz osadów przekształcanych metodami termicznymi,
- maksymalizacja stopnia wykorzystania substancji biogenych zawartych w osadach przy jednoczesnym spełnieniu wszystkich wymogów dotyczących bezpieczeństwa sanitarnego i chemicznego.

Również Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2014 [3] zakłada zmniejszenie ilości odpadów kierowanych na składowiska oraz wyeliminowanie praktyki nielegalnego składowania odpadów, w tym także osadów ściekowych. Biorąc pod uwagę powyższe założenia, można stwierdzić, że problem zagospodarowania osadów będzie narastał. Należy zatem rozważyć rolnicze lub przyrodnicze zagospodarowanie osadów w szerszym zakresie, w szczególności z gminnych oczyszczalni ścieków. Celem pracy było przedstawienie podstawowych założeń dotyczących wykonywania ocen oddziaływania na środowisko osadów ściekowych stosowanych rolniczo bądź przyrodniczo. Szczególną uwagę zwrócono na ograniczenia wykorzystywania osadów w tych celach oraz określenie rocznych dawek osadów z punktu widzenia poziomu nawożenia gleb.

1. Aspekty formalnoprawne związane z rolniczym bądź przyrodniczym wykorzystaniem osadów ściekowych

Osady ściekowe ze względu na swój charakter podlegają wielu przepisom i regulacjom prawnym, z których najważniejsze to: ustawa o odpadach [4], ustawa Prawo ochrony środowiska [5], Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów [6] oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie komunalnych osadów ściekowych [7]. Zgodnie z art. 3, ust. 1, pkt 4 ustawy o odpadach [4], przez komunalne osady ściekowe rozumie się pochodzący z oczyszczalni ścieków osad z komór fermentacyjnych oraz innych instalacji służących do oczyszczania ścieków komunalnych oraz innych ścieków o składzie zbliżonym do składu ścieków komunalnych.

Zgodnie z art. 96 ust. 1 [4], stosowanie osadów ściekowych możliwe jest:

1. w rolnictwie, rozumianym jako uprawa wszystkich płodów rolnych wprowadzanych do obrotu handlowego, włączając w to uprawy przeznaczone do produkcji pasz,
2. do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu,
3. do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i do produkcji pasz,
4. do rekultywacji terenów, w tym gruntów na cele rolne,
5. przy dostosowaniu gruntów do określonych potrzeb wynikających z planów gospodarki odpadami, planów zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu.

Dotychczasowe zagospodarowanie komunalnych osadów ściekowych w większości aglomeracji polskich (przy RLM wynoszącej 2000÷99 999) sprowadzało się do ich deponowania na składowisku, a sporadycznie do wykorzystania rolniczego lub przyrodniczego.

Podstawowym wymogiem stosowania osadów jest ich ustabilizowanie oraz odpowiednie przygotowanie do celu i sposobu ich stosowania, w szczególności przez poddanie ich obróbce biologicznej, chemicznej, termicznej lub innemu procesowi, który obniża podatność komunalnych osadów ściekowych na zagniwanie i eliminuje zagrożenie dla środowiska lub życia i zdrowia ludzi.

Rolnicze bądź przyrodnicze wykorzystanie osadów ściekowych uwarunkowane jest zatem głównie pochodzeniem ścieków oraz wstępną obróbką osadów, obejmującą stabilizację i higienizację. Ustabilizowane biologicznie lub fizycznie osady ściekowe zawierają znaczne ilości substancji organicznych, których udział w każdym przypadku przekracza 30% suchej masy. Jest to minimalna graniczna wartość dla nawozów organicznych w postaci stałej, natomiast dla nawozów organiczno-mineralnych wartość ta wynosi 20% substancji organicznej w przeliczeniu na suchą masę [8, 9].

Osad po fermentacji lub tlenowej stabilizacji jest suszony, a po odpowiedniej pasteryzacji może zostać wykorzystany do celów rolniczych lub przyrodniczych. Osad odwodniony poddany zabiegom higienizującym może zostać również zastosowany do celów rolniczych lub przyrodniczych. Warunkiem takiego zagospodarowania osadu jest spełnienie określonych wymagań bakteriologicznych i parazytologicznych. W osadach ściekowych przy wspomnianym sposobie wykorzystania nie dopuszcza się występowania bakterii typu *Salmonella*. Liczba żywych jaj pasożytów jelitowych *Ascaris* sp., *Trichuris* sp., *Toxocara* sp. w kg s.m. występujących w tych osadach ograniczona została do 0 w przypadku rolniczego wykorzystania oraz maksymalnie do 300 szt. w przypadkach stosowania osadów do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i do produkcji pasz oraz na gruntach do określonych potrzeb wynikających z planów gospodarki odpadami i planów zagospodarowania przestrzennego [7].

Rozporządzenie w sprawie komunalnych osadów ściekowych [7] limituje również obciążenie osadów ściekowych oraz gleb nawożonych osadami, określając graniczne stężenia metali ciężkich. Dopuszczalna ich zawartość w komunalnych osadach ściekowych jest zróżnicowana dla każdego metalu w zależności od możliwości stosowania osadów. Rozporządzenie nakłada również obowiązek oceny jakościowej gruntów, na których osady ściekowe miałyby być stosowane, w zależności od potrzeb wykorzystania.

Dalsza procedura wykorzystania osadów ściekowych obejmuje ustalenie ich dawek. Dla celów rolniczych dawkę dopuszczalną ustala się dla każdej partii osadu osobno i jest ona uzależniona od rodzaju gruntu, sposobu jego użytkowania, jakości komunalnego osadu ściekowego i gleby oraz zapotrzebowania roślin na fosfor i azot.

2. Charakterystyka ilościowa i jakościowa osadów ściekowych powstających w oczyszczalniach ścieków bytowo-gospodarczych lub komunalnych w małych miastach i osiedlach wiejskich

Szacuje się, że objętościowo osady stanowią około 3% ścieków, zawierają jednak ponad połowę całego ładunku zanieczyszczeń dopływających w ściekach surowych. Dane statystyczne potwierdzają systematyczny wzrost ilości osadów - w 2005 r. w komunalnych oczyszczalniach ścieków powstało 486,1 tys. ton suchej masy osadów, a w 2012 r. 533,3 tys. ton suchej masy [10]. Największymi producentami osadów są oczyszczalnie o RLM > 100 000, szacuje się, że ilość wytworzonych w nich osadów według prognoz na najbliższe lata stanowić będzie około 56%. Z kolei oczyszczalnie ścieków w zakresie RLM wynoszącym 2000÷15 000 wytworzą jedynie 15% całości osadów w kraju [11]. Szczególnie dla tej wielkości oczyszczalni zalecane jest rolnicze wykorzystanie osadów, jednak tylko niewielki procent osadów jest w ten sposób zagospodarowywany [12].

Jakość osadów podlega zmianom w zależności od składu chemicznego i charakterystyki sanitarno-biologicznej oczyszczanych ścieków, sposobu oczyszczania, stopnia oczyszczania ścieków oraz sposobu przeróbki powstających osadów.

Skład mineralny i organiczny osadów z komunalnych oczyszczalni ścieków jest zbliżony do składu próchnicy glebowej [13]. Osady zawierają szereg składników, z których najważniejsze to azot i fosfor. Ich procentowa zawartość jest w każdym rodzaju osadu inna (tab. 1) i bywa często porównywana do wartości nawozowej innych nawozów, np. obornika. Obecność związków nawozujących (N,P,K) oraz makroskładników (Ca, Mg) jest korzystna pod względem nawożenia gleby.

Tabela 1. Zestawienie właściwości osadów ściekowych według danych literaturowych i badań własnych

Table 1. The list of sewage sludge properties according to the literature data and own research

Wskaźnik	Jednostka	Dane według autorów				
		[16] ¹⁾	[17]	[13] ²⁾	[18, 19]	[19, 20]
Substancje organiczne	% s.m.	56,46÷79,23	5,8÷7,6	brak danych	17÷74	43÷73
pH	-	6,05÷7,7	brak danych	5,0÷7,8	7,0÷8,0	6,0÷7,2
Azot	% s.m.	3,64÷12,66	1,43÷4,95	0,5÷8,35	0,6÷3,9	0,6÷5,3
Fosfor	% s.m.	0,30÷6,76	0,43÷4,00	0,5÷14,3	0,3÷1,7	0,3÷2,3
Potas	% s.m.	brak danych	0,07÷0,35	0,1÷0,8	0,05÷0,5 7	0,03÷0,09
Wapń	% s.m.	0,02÷2,96	brak danych	brak danych	0,1÷2,9	0,6÷6,2
Magnez	% s.m.	0,006 ÷0,718	brak danych	brak danych	0,4÷0,6	brak danych

¹⁾ Wyniki dotyczą osadów pochodzących z gminnych oczyszczalni ścieków w powiecie plockim

²⁾ Zakres wartości odnosi się do różnych rodzajów osadów (surowych i w różnym stopniu prefermentowanych)

Wzrost zakwaszenia gleb powoduje między innymi wymywanie makroskładników, a w szczególności wapnia [14]. W nawiązaniu do powyższego celowe jest przyrodnicze wykorzystanie osadów ściekowych. Praktyka ta pozwoli na częściowe uzupełnienie utraconych makroskładników w glebie. Najkorzystniejsze do celów rolniczego lub przyrodniczego wykorzystania są osady ze ścieków wiejskich i z małych miast, ponieważ nie zawierają nadmiernych ilości metali ciężkich [15]. Oprócz kryterium zawartości metali ciężkich osady ściekowe muszą spełniać inne wymagania obowiązujących aktualnie przepisów prawnych [7], ale przede wszystkim muszą być poddane stabilizacji i higienizacji. Ważne jest, aby sposób higienizacji i przetworzenia w jak najmniejszym stopniu obniżył wartość nawozową osadów.

W substancjach stałych przeważa substancja organiczna pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, stanowiąca około 70%. Osady ściekowe zawierają dużą ilość mikro- i makroelementów oraz drobnoustrojów chorobotwórczych. Zawartość metali ciężkich oraz obecność jaj pasożytów w decydującym stopniu wpływają na sposób zagospodarowania osadów.

Celowe staje się zbadanie właściwości osadów na poszczególnych etapach ich powstawania. Najwięcej zanieczyszczeń niebezpiecznych dla środowiska przyrodniczego zatrzymywanych jest w osadnikach wstępnych, mniej w osadach zmieszanych, a najmniej w osadach wtórnych. Osady wtórne zawierają znacznie mniej substancji ograniczających możliwości kierowania ich do przyrodniczego wykorzystania niż osady wstępne lub zmieszane [21].

3. Ogólne zasady związane z możliwością wykorzystania osadów ściekowych w celach rolniczych bądź przyrodniczych

Kluczowym zadaniem w gospodarce osadami ściekowymi powinno być ich zagospodarowanie z uwzględnieniem od 2013 roku braku możliwości składowania osadów.

Odpowiednio przygotowane osady ściekowe mogą być wykorzystane przyrodniczo:

- do biologicznej rekultywacji gruntów bezglebowych,
- w melioracyjnym użyciu gleb,
- do produkcji kompostu rolniczego,
- do produkcji biomasy w celach energetycznych.

Przyrodnicze zagospodarowanie umożliwi wykorzystanie składników nawozowych osadów, jednak zastosowanie tego rozwiązania związane jest z ograniczeniami wynikającymi ze składu chemicznego i sanitarnych cech osadów. Dodatkowo konieczne jest zabezpieczenie odpowiedniego systemu magazynowania osadów, ponieważ osady wytwarzane są przez cały rok, a możliwość ich wykorzystania jest sezonowa. Zaleca się, aby całoroczne ilości wytworzonych osadów ściekowych lub kompostów otrzymanych na bazie osadów były wykorzystane w celach rolniczych bądź przyrodniczych w gminie, powiecie lub regionie. Uwa-

runkowania techniczne przyrodniczego zagospodarowania osadów wynikają ze sposobu aplikacji osadów określonego typu: nieodwodnionych, odwodnionych, wysuszonych czy kompostowanych. Przyrodnicze wykorzystanie wymaga również analizy właściwości gleby, na której mają być zastosowane osady.

Metoda przeróbki osadów ściekowych w istotny sposób oddziałuje na charakter i możliwości dalszego zagospodarowania lub unieszkodliwiania osadów. Jednym z istotnych elementów warunkujących stworzenie właściwego rozwiązania problemu rolniczego unieszkodliwiania osadów jest pełne poznanie ich właściwości oraz form oddziaływania na środowisko.

Zasady i tryb postępowania w sprawie m.in. ocen oddziaływania na środowisko określa stosowna ustawa [22]. Oceny oddziaływania na środowisko osadów ściekowych wykorzystywanych rolniczo bądź przyrodniczo powinny stanowić integralną część opracowań dotyczących wpływu oczyszczalni ścieków na środowisko.

4. Kryteria sporządzania programów gospodarki osadami ściekowymi z uwzględnieniem odpadów biodegradowalnych

Sporządzanie programów gospodarki osadami ściekowymi i odpadami biodegradowalnymi w skali pojedynczej wsi, jednostki osadniczej, miasta, gminy lub regionu i ich stopniowe rozwiązywanie w miarę dostępności środków finansowych niezbędnych do ich realizacji jest zadaniem wielowątkowym. Dotyczy to zarówno warstwy merytorycznej, jak i proponowanych rozwiązań technicznych. Stopniowe rozwiązywanie problemu wyżej wymienionego rodzaju odpadów, w szczególności na terenach wiejskich i podmiejskich, będzie mogło mieć miejsce w miarę dostępności środków, jakie na ten cel będą w stanie przeznaczyć władze samorządowe.

Sprawą podstawową przy sporządzaniu programu jest opracowanie i przyjęcie do analiz i rozwiązań kryteriów, w oparciu o które nastąpi ustalenie sposobu utylizacji odpadów i osadów ściekowych powstających w konkretnej wsi bądź jednostce osadniczej w ramach rozpatrywanej gminy lub w ramach związku gmin.

Na powyższym etapie rozwiązywania wyżej wymienionych problemów gospodarki osadami ściekowymi i odpadami biodegradowalnymi powinny być określone kryteria przyrodnicze, środowiskowo-społeczne z uwzględnieniem wymagań formalnoprawnych odnoszących się do omawianej problematyki. Rolę uzupełniającą powinny spełniać kryteria ekonomiczne.

Z zakresu kryteriów przyrodniczych zaleca się poddawać analizie niżej wyszczególnione elementy [23]:

1. Przeważający charakter produkcji uprawianej przez daną wieś lub jednostkę osadniczą:
 - roślinny,
 - zwierzęcy,
 - zrównoważony roślinno-zwierzęcy,
 - gruntowo-warzywniczy,
 - sadowniczy,
 - przetwórstwa rolnego i rolno-spożywczego.

2. Rodzaj gleb i gruntów:
 - a) ze względu na jednostkowy wskaźnik masy gruntów: bardzo lekkie, lekkie, średnie, ciężkie;
 - b) ze względu na klasę bonitacyjną: klasa I - gleby orne najlepsze, klasa II - gleby orne bardzo dobre, klasa IIIa - gleby orne dobre, klasa IIIb - gleby orne średnio dobre, klasa IV - gleby orne średniej jakości (IVa - lepsze, IVb - gorsze), klasa V - gleby orne słabe, klasa VI - gleby orne najslabsze, klasa VIRz - gleby pod zalesienia [24].
3. Charakterystykę hydrograficzną i komunikacyjną.
4. Głębokość zalegania wód gruntowych pod powierzchnią terenu:
 - poziom > 1,5 m,
 - poziom 1,5÷1,0 m,
 - poziom < 1,0 m.

Powyższy podział uwarunkowany jest kryterium unieszkodliwiania ścieków w środowisku gruntowym.

Na kryteria środowiskowe składają się:

- a) charakter zabudowy wsi (istniejący i przewidywane zmiany w przyszłości): zwarta, luźna (skupiona), rozproszona;
- b) liczba ludności wg stanu obecnego i w perspektywie: mieszkająca stale, dojeżdżająca;
- c) liczba zagród lub posesji skanalizowanych (z uwzględnieniem odnośnych zmian w przyszłości):
 - kanalizacja jednostkowa (zagrodowa) wraz z oczyszczalnią ścieków bądź zbiornikiem bezodpływowym,
 - kanalizacja zbiorcza;
- d) obiekty użyteczności publicznej;
- e) zakłady przetwórstwa rolnego, rolno-spożywczego i usługowego;
- f) oczyszczalnie ścieków bytowo-gospodarczych, komunalnych wiejskich i zakładowych;
- g) charakterystyka powstających odpadów ze szczególnym uwzględnieniem osadów ściekowych, odpadów biodegradowalnych i produktów ubocznych z zakładów przetwórstwa rolnego i rolno-spożywczego;
- h) istniejący sposób pozbywania się bądź unieszkodliwiania odpadów ze szczególnym odniesieniem do odpadów organicznych.

Dane dotyczące osadów ściekowych powinny obejmować:

1. Charakterystykę ilościową i jakościową osadów ściekowych, w tym dobowe i roczne objętości osadów, ich uwilgotnienie.
2. Badania jakościowe ze szczególnym uwzględnieniem odczynu pH, zawartości związków nawożących (N,P,K), makroskładników (Ca, Mg) i mikroskładników, zawartości metali ciężkich, zawartości substancji organicznej i charakterystyki sanitarnej, zgodnie z [7].
3. Obliczenie suchej masy (w kg s.m.) w warstwach glebowych według rodzajów gleb o powierzchni 1 ha i miąższości 25 cm. Warunek ten wynika z ust. 4 § 6 rozporządzenia w sprawie komunalnych osadów ściekowych [7].
4. Określenie ilości N,P,K na 1 kg s.m. osadu.

Koncepcyjny tok metodyczny - propozycje własne autorów:

1. Przyjęcie danych wyjściowych do określenia stopnia pokrycia potrzeb nawozowych roślin polowych bądź użytków zielonych, a także do produkcji biomasy np. w celach energetycznych.
2. Określenie rocznej dawki osadów ściekowych w przeliczeniu na 1 ha upraw w celach rolniczych i odrębnie w celach przyrodniczych przy przyjęciu stopnia pokrycia odnośnych potrzeb z osadów ściekowych.
3. Ocena obliczonych dawek osadów w stosunku do wielkości dawek określonych w regulacjach prawnych.
4. Określenie ilości metali ciężkich w rocznych dawkach osadów ściekowych w przyjętych dawkach (jako jednostka odniesienia powierzchni terenu - 1 ha).
5. Określenie sumarycznej ilości metali ciężkich zawartych w glebie i wnoszonych z osadami ściekowymi.
6. Badanie gleb w reprezentatywnych próbkach gruntu raz na 5 lat - zgodnie z przepisami prawnymi [7] 25 zmieszanych próbek na powierzchni nieprzekraczającej 5 ha, tj. min. 5 próbek/ha, przy zalecanych 8-10 próbkach/ha. Badania obejmują: odczyn pH, zawartość fosforu przyswajalnego w przeliczeniu na P_2O_5 wyrażoną w mg/100 g gleby, zawartość metali ciężkich (ołów, kadm, rtęć, nikiel, cynk, miedź, chrom) w mg/kg s.m.
7. Analiza określonych dawek osadów oraz ilości metali ciężkich w stosunku do standardów gleby, ale także zaleceń według doświadczeń nauki i praktyki [25, 26].
8. Analiza i dyskusja wyników obliczeń, w tym obciążenie gleb metalami ciężkimi dla przyjętego planu zagospodarowania osadów ściekowych i przyjętego rodzaju upraw (w celach rolniczych i celach przyrodniczych).
9. Podsumowanie i wnioski końcowe.

Potencjalne źródła informacji:

- 1) studium uwarunkowań i warunków zabudowy (w gminach studium uwarunkowań i zagospodarowania przestrzennego), plany przestrzennego zagospodarowania - według wymagań ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [27];
- 2) plany gospodarki wodnej, w tym plany zagospodarowania dorzeczy (RZGW) - realizacja według wymagań ustawy Prawo wodne [28];
- 3) informacje w zakresie terenów chronionych i ich otulin - instytucje zajmujące się ochroną środowiska, w tym Dyrekcje Ochrony Środowiska, dane zawarte w raportach o stanie środowiska, dane opracowane przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska oraz Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska;
- 4) prace studialne, projektowe z zakresu gospodarki wodno-ściekowej - dane udostępnione przez starostwa powiatowe, urzędy gmin oraz jednostki naukowo-badawcze, biura projektowe;
- 5) plany gospodarki wodnej w gminach.

Przedstawiona metodyka odnosi się do formy programowania zagospodarowania osadów ściekowych w celach rolniczych bądź przyrodniczych w gminach i stanowić powinna element ogólnego planu zagospodarowania przestrzennego gmin

w zakresie sanitacyjnym. Integralną częścią opracowania powinna być strona graficzna wykonana w skali 1:10 000 (lub mniejszej) ze wskazaniem terenów przewidzianych do stosowania na nich osadów ściekowych w celach rolniczych lub przyrodniczych. Opracowanie powinno mieć charakter studialno-projektowy w ujęciu wariantowym. W przypadku stosowania osadów ściekowych celowe jest kojarzenie ich z innymi odpadami organicznymi (np. zielonymi) powstającymi na terenie gmin i w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego oraz hodowlanych. Przygotowywane plany powinny obejmować również fazę odkwaszania gleb. Opracowanie powinno spełniać wymagania merytoryczne i być zgodne z zasadami ocen oddziaływania na środowisko.

5. Określenie dawek rocznych osadów ściekowych wykorzystywanych w celach rolniczych lub przyrodniczych według nawożenia azotowego lub fosforowego

Opublikowane wyniki licznych badań [29-32] potwierdzają przydatność osadów ściekowych i kompostów z osadów do celów nawożeniowych. Podczas procesu kompostowania dochodzi do zmniejszenia uwodnienia, powstania zhumifikowanych substancji organicznych, poprawy stosunku C:N, z jednoczesną higienizacją i stabilizacją. Komposty na bazie osadów mogą być stosowane do celów rolniczych jedynie pod warunkiem zastosowania w procesie kompostowania niezanieczyszczonego materiału strukturotwórczego [33]. Algorytm określania rocznych dawek osadów ściekowych przedstawiono w publikacjach autorów [34, 35]. Zaleca się określanie tych dawek w zależności od rodzaju gruntu, sposobu jego użytkowania, jakości komunalnych osadów ściekowych oraz zapotrzebowania roślin na fosfor i azot. Przefermentowany osad ściekowy może zastąpić nawożenie organiczne obornikiem pod rośliny wymagające takiego nawożenia. Przy intensywnym użytkowaniu gleb lekkich coroczne nawożenie ich osadem jest możliwe, co ma szczególne znaczenie, jeżeli w pobliżu oczyszczalni ścieków znajdują się pola o stosunkowo małej powierzchni.

Wyjaśnienia wymaga fakt, że nawożenie osadem nie zastępuje nawożenia mineralnego i może stanowić tylko 10÷20% przewidywanych dawek azotu i fosforu. Azot z zastosowanych osadów ściekowych bądź kompostów na bazie osadów dość trudno uwalnia się po zastosowaniu na polach. Na podstawie literatury [15, 25, 31, 36] oraz oceny własnej autorów można przyjąć, że około 1/3 zawartości azotu jest wykorzystywane przez rośliny, zatem azot wykorzystywany jest przez okres 3-4 lat. Mając na uwadze powyższe, należy przewidywać donawożenie nawozami mineralnymi w celu pokrycia potrzeb roślin na azot w każdym roku wegetacyjnym. Wydaje się, że korzystniejsze jest użycie w celach rolniczych potrójnej dawki podstawowej wynoszącej 3 Mg s.m. osadu/ha w ciągu roku i zastosowanie raz na trzy lata 9 Mg oraz około 45 Mg s.m. osadu/ha w celach przyrodniczych.

Z uwagi na powyższe dawkowanie osadów ściekowych można traktować jako działanie wspomagające podstawowe nawożenie mineralne. Zaleca się przy tym

weryfikację propozycji określania dawek według wskazań zaleceń nawozowych dla roślin [37].

Podsumowanie

Wykorzystanie osadów ściekowych bądź kompostów na bazie osadów ściekowych w celach rolniczych lub przyrodniczych można traktować jako alternatywny sposób poprawy żyzności gleb i wspomagający efekt nawożenia mineralnego. W szczególności osady powstające w oczyszczalniach ścieków na terenach wiejskich pozwalają na gospodarcze wykorzystanie ich właściwości w celu proekologicznym, a więc uprawy polowe, użytki zielone i uprawa biomasy w celach energetycznych. Przyczyniają się do zwiększenia biologicznej aktywności (urodzajności) i struktury gleb oraz wzrostu plonów. Mogą być zatem stosowane jako nawozy organiczne, spełniając wymagania zawarte w ustawie o nawozach i nawożeniu oraz wynikające z warunków wykonania tejże ustawy [38]. Wymagania agrarolnicze związane z zastosowaniem osadów ściekowych w celach rolniczych bądź przyrodniczych obejmują procesy stosowane do zmniejszenia ich objętości (zagęszczanie, suszenie) oraz procesy prowadzone w celu ograniczenia szkodliwego wpływu osadów na środowisko.

Celowe i uzasadnione jest przeprowadzenie kompleksowych badań, z uwzględnieniem nieujętych parametrów w regulacjach prawnych, nad efektywnością wykorzystania osadów ściekowych i ich wpływu na gleby, środowisko gruntowo-wodne oraz na jakość upraw. Wydaje się, że dla zdecydowanej większości oczyszczalni ścieków na terenach wiejskich i podmiejskich rolnicze lub przyrodnicze wykorzystanie osadów ściekowych jest realne. Ocena wpływu osadów ściekowych na środowisko (glebowe, gruntowo-wodne) oraz jakość roślin powinna być przeprowadzona w pełnej skali technicznej na wielu obiektach krajowych. Uzyskane wyniki badań pozwolą na weryfikację i uściślenie przyjętych założeń oddziaływania na środowisko.

Przesłankami wskazującymi na konieczność stosowania osadów ściekowych w celach rolniczych lub przyrodniczych są:

- właściwości jakościowe osadów ściekowych z wiejskich oczyszczalni ścieków, a w tym bardzo małe ilości metali ciężkich w stosunku do osadów ściekowych z oczyszczalni obsługujących duże miasta,
- duży areal gruntów marginalnych (ok. 5,5 mln ha), a także bezglebowych na skutek erozji (ok. 1,7 mln ha).

Literatura

- [1] Rocznik GUS, Ochrona Środowiska, Warszawa 2013.
- [2] Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2003.
- [3] Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2014, Uchwała nr 217 Rady Ministrów z dnia 24 grudnia 2010 r., poz. 1183.

- [4] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, DzU 2013, poz. 21.
- [5] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, DzU 2001, Nr 62, poz. 627 z późn. zm.
- [6] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów, DzU 2001, Nr 112, poz. 1206.
- [7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych, DzU 2010, Nr 137, poz. 924.
- [8] Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu, DzU 2007, Nr 147, poz. 1033 z późn. zm.
- [9] Marcinkowski T., Recykling organiczny komunalnych osadów ściekowych, [w:] Gospodarka odpadami ściekowymi. Wybrane zagadnienia, t. II, Praca zbiorowa pod red. Ł. Fukas-Płonki, PZITS, Poznań 2011, 189-204.
- [10] Rocznik GUS, Ochrona Środowiska, Warszawa 2012.
- [11] Sadecka Z., Toksyczność w procesie beztlenowej stabilizacji komunalnych osadów ściekowych, Monografia Nr 105, Polska Akademia Nauk, Komitet Inżynierii Środowiska, Zielona Góra-Lublin 2013, 7-9.
- [12] Bień J., Neczaj E., Worwąg M., Grosser A., Nowak D., Milczarek M., Janik M., Kierunki zagospodarowania osadów w Polsce po roku 2013, Inżynieria i Ochrona Środowiska 2011, 14, 4, 375-384.
- [13] Bień J., Wystalska K., Osady ściekowe. Teoria i praktyka, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2011.
- [14] Sapek B., Sapek A., Wapń i magnez w opadzie atmosferycznym, Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych 2011, 50, 134-155.
- [15] Czyżyk F., Sieradzki T., Kozdraś M., Zmiany właściwości kompostu z osadów ściekowych w okresie przetrzymywania w przyzmacach, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 2002, 484, 109-115.
- [16] Bauman-Kaszubska H., Sikorski M., Charakterystyka ilościowa i jakościowa osadów ściekowych pochodzących z małych oczyszczalni ścieków w powiecie płockim, Inżynieria Ekologiczna 2011, 25, 20-29.
- [17] Paluch J., Paruch A., Pulikowski K., Przyrodnicze wykorzystanie ścieków i osadów, Wyd. AR, Wrocław 2006.
- [18] Maćkowiak C., Wartość nawozowa osadów ściekowych, Inżynieria Ekologiczna 2001, 3, 135-145.
- [19] Wolski P., Zawieja I., Stańczyk-Mazanek E., Thermal utilization and agricultural use of sewage sludge in Poland, Inżynieria i Ochrona Środowiska 2011, 14(4), 411-418.
- [20] Cebula J., Ocena przydatności odpadów stałych i osadów ściekowych do skojarzonego kompostowania, Ochrona Środowiska 1994, 2, 53.
- [21] Paluch J., Pulikowski K., Koncepcja utylizacji osadów ściekowych, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 2008, 526, 421-428.
- [22] Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko, DzU 2008, Nr 199, poz. 1227 z późn. zm.
- [23] Opracowanie koncepcji unieszkodliwiania odpadów bytowo-gospodarczych z wiejskich jednostek osadniczych, Część I: Sprawozdanie merytoryczne, maszynopis, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty 1997 (praca zbiorowa).
- [24] Gleboznawstwo, Praca zbiorowa pod red. S. Zawadzkiego, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1999.
- [25] Fotyma M., Mercik S., Chemia rolna, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1995.
- [26] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi, DzU 2002, Nr 165, poz. 1359.

- [27] Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, DzU 2003, Nr 80, poz. 717 z późn. zm.
- [28] Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne, DzU 2001, Nr 115, poz. 1229 z późn. zm.
- [29] Jakubus M., Ocena przydatności osadów ściekowych w nawożeniu roślin, Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie 2006, 6, 2(18), 87-97.
- [30] Malińska K., Zmiany właściwości fizycznych materiałów podczas kompostowania w warunkach laboratoryjnych, Inżynieria i Ochrona Środowiska 2013, 16(4), 523-536.
- [31] Czyżyk F., Rajmund A., Ubytek suchej masy, węgla i substancji organicznej w procesie pryzmowego kompostowania osadu ściekowego z odpadami roślinnymi, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 2008, 533, 89-95.
- [32] Ignatowicz K., Garlicka K., Breńko T., Wpływ kompostowania osadów ściekowych na zawartość wybranych metali i ich frakcji, Inżynieria Ekologiczna 2011, 25, 231-241.
- [33] Rajmund A., Bożym M., Ocena zawartości metali ciężkich w wiejskich osadach ściekowych i kompostach w aspekcie ich przyrodniczego wykorzystania, Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie 2013, 13, 4(44), 103-113.
- [34] Bauman-Kaszubska H., Sikorski M., Przesłanki merytoryczne i zakres raportu oddziaływania na środowisko osadów ściekowych, Studia i Raporty IUNG-PIB 2010, 25, 97-113.
- [35] Sikorski M., Bauman-Kaszubska H., Gospodarka osadami ściekowymi w planowaniu przestrzennym gmin wiejskich i w małych miastach w aspekcie ochrony środowiska, [w:] Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód, t. II, red. Z. Dymaczewski, J. Jeż-Walkowiak, Poznań 2012, 689-698.
- [36] Kutera J., Wykorzystanie ścieków w rolnictwie, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1988.
- [37] Jadczyzyn T., Kowalczyk J., Lipiński W., Zalecenia nawozowe dla roślin uprawy polowej i trwałych użytków zielonych, Materiały szkoleniowe Nr 95, Puławy 2010.
- [38] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu, DzU 2008, Nr 119, poz. 765.

Methodical Basis for the Environmental Impact Assessment of Sewage Sludge Used for Agricultural or Natural Purposes

The final disposal of sewage sludge from municipal wastewater treatment plants is a serious issue in the sludge economy. In the face of the prohibition of sludge storage in landfills, its agricultural or natural use to a greater extent than before may be real. The chances of such a manner of management are particularly given to sludge from wastewater treatment plants in rural and suburban areas. The paper presents the issues concerning the formal and legal aspects related to agricultural or natural use of sewage sludge, its quantitative and qualitative characteristics with particular emphasis on the value of fertilizing (N,P,K) and the criteria for performing environmental impact assessments.

Keywords: sewage sludge, agricultural or natural use of sewage sludge, environmental impact assessment