

## EKOLOGICZNY ASPEKT GOSPODARKI OSADAMI ŚCIEKOWYMI

W wyniku szybkiej urbanizacji i postępującego uprzemysłowienia kraju wzrasta z roku na rok ilość osadów ściekowych powstających w oczyszczalniach miejskich, przemysłowych oraz tzw. grupowych. Osady te, ze względu na dużą objętość i niekorzystne właściwości fizykochemiczne muszą być przed usunięciem z oczyszczalni poddawane przeróbce.

Ilość osadów powstających w 394 komunalnych oczyszczalniach krajowych, w latach 1979/80 była rzędu 5 mln m<sup>3</sup>/rok osadów surowych (o uwodnieniu 95%), co w przeliczeniu na suchą masę osadów wynosiło ok. 250 tys. ton/r. [14].

W oczyszczalniach ścieków przemysłowych powstawało rocznie ok. 640 tys. ton osadów w przeliczeniu na suchą masę [10].

Według danych sprawozdawczości resortowej MAGTiOŚ — NOP, obejmującej tzw. masowe źródła wytwarzania odpadów przemysłowych uciążliwych dla środowiska, w skali rocznej powstaje ok. 1,5 mln ton osadów nieodwodnionych, z czego wykorzystywane jest ok. 0,4 mln ton, a pozostała ilość jest kierowana na składowiska zakładowe lub gromadzona w zbiornikach ziemnych.

Nagromadzenie osadów przemysłowych na koniec 1979 r. wyniosło 9,4 mln ton, z czego najwięcej (5,2 mln ton) w jednostkach resortu hutnictwa.

Jak wynika z opracowań prognostycznych w 2000 r. ilość osadów komunalnych surowych wzrośnie do 73 mln m<sup>3</sup> w skali rocznej (8-krotnie w stosunku do 1980 r.); czemu odpowiadać będzie ok. 2 mln ton/r. suchej masy osadów stabilizowanych [9]. Ilość osadów przemysłowych szacowana jest na ok. 4,8 mln ton suchej masy w skali rocznej; jest to ponad 7-krotny wzrost w stosunku do 1980 r. [10].

### Stan i kierunki prac badawczo-wdrożeniowych w zakresie zagospodarowania osadów ściekowych

Badania z zakresu rolniczego wykorzystania ścieków oraz osadów ściekowych rozpoczęto w Polsce w latach sześćdziesiątych, a po roku 1970 rozszerzono je na zagadnienia rekultywacji gruntów bezglebowych i melioracyjnego użytkowania gleb słabej jakości.

Obecnie prowadzone prace skupiają się w jednostkach badawczych resortu rolnictwa — Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach [4], Instytut Melioracji i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu [1, 2], instytutach uczelni rolniczych [3] oraz w jednostkach badawczo-projektowych resortu agtios — Instytut Kształtowania Środowiska w Warszawie [7, 8, 9], w Katowicach oraz Centrum Techniki Komunalnej w Warszawie [6, 14].

W ramach problemu resortowego Ministerstwa Rolnictwa wykonywane są badania zawartości metali ciężkich i ich przechodzenie do łańcucha pokarmowego: gleba — roślina — zwierzę — człowiek, zmierzające do opracowania kryteriów przydatności osadów do rolniczego wykorzystania.

Z punktu widzenia wykorzystania lub ostatecznego unieszkodliwiania (likwidacji np. na drodze termicznej) osadów ściekowych podstawowe znaczenie mają: zawartość wody, substancji organicznej, substancji nawozowych (NPK), zawartość mikroelementów, a w tym metali ciężkich oraz innych substancji o działaniu toksycznym, a także bakterii chorobotwórczych i pasożytów. O przydatności rolniczej osadów ściekowych decyduje obecność niepożądanych składników, które nawet w małych ilościach mogą być toksyczne dla roślin, a ponadto trafiać do łańcucha pokarmowego i w kon-

sekwencji zagrazać człowiekowi. Są to przede wszystkim metale ciężkie, pestycydy, polichlorowane dwufenyle, policykliczne węglowodory aromatyczne, związki arsenu, fenole, cyjanki, związki nitrowe i nitrozowe i inne substancje toksyczne o właściwościach kumulacyjnych, rakotwórczych lub mutagennych, pochodzące głównie ze ścieków przemysłowych odprowadzanych do wspólnej kanalizacji miejskiej. Tym samym osady ściekowe pochodzące z przemysłów: elektromaszynowego, koksowniczego, gazowniczego, produkcji nawozów sztucznych, włókien chemicznych, barwników, środków ochrony roślin, rafineryjno-petrochemicznego, farmaceutycznego, poligraficznego, garbarskiego, syntezy ciężkiej należy wyłączyć z grupy potencjalnie przydatnych do przyrodniczego zagospodarowania.

Wśród składników szkodliwych dla środowiska glebowego, szczególną uwagę zwrócono na metale ciężkie o zdolnościach kumulacyjnych: Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb i Zn, które badano w układzie: osad — gleba — roślina. Prace prowadzone w wielu krajach [5, 11, 12] pozwoliły na określenie zasad stosowania osadów ściekowych do celów nawozowych oraz ustalenie wymogów pod względem składu chemicznego (dopuszczalnych zawartości metali ciężkich) i skażeń bakteriologicznych w dawkowanych osadach.

W tabeli 1 zestawiono obowiązujące lub zalecane do stosowania w poszczególnych państwach kryteria zawartości metali ciężkich w osadach. Zawartość metali ciężkich w osadach wprowadzanych do gruntów zwłaszcza piaszczystych i innych bezglebowych w celach rekultywacyjnych, bądź melioracyjnego użytkowania jest szczególnie ważna z punktu widzenia ochrony wód podziemnych i powierzchniowych. Aspekt ochrony wód powierzchniowych występuje także przy stosowaniu osadów do celów nawożenia gleb. Migracja metali toksycznych, wymytych z osadów przez opady atmosferyczne, w przepuszczalnym ośrodku gruntów i infiltracja do I po-

**DOPUSZCZALNE ZAWARTOŚCI METALI W OSADACH ŚCIEKOWYCH  
WYKORZYSTYWANYCH DO CEŁÓW ROLNICZYCH  
(mg/kg/s.m.)**

Metale	Austria	Szwajcaria	USA	RFN	Francja	Holandia	Szwecja
Arsen	100	—	—	—	—	—	—
Bor	—	—	100	—	—	—	—
Chrom	500	1000	—	1200	200	500	200
Cynk	2000	3000	2000	3000	3000	2000	3000
Kadm	10	30	10	30	15	10	15
Kobalt	100	100	—	—	20	—	20
Miedź	500	1000	800	1200	1500	500	1500
Molibden	50	20	—	—	—	—	—
Nikiel	200	200	100	—	—	50	100
Ołów	500	1000	1000	200	100	500	300
Rtęć	10	10	15	1200	300	10	8
Selen	20	—	—	25	8	—	—

ziomu wód podziemnych może być źródłem skażenia tych wód. Podobnie wygląda sprawa z zagrożeniem wód podziemnych związkami azotu organicznego.

Zawartości metali ciężkich w osadach ściekowych oznaczane były w wielu ośrodkach naukowo-badawczych w kraju [8].

Osady z oczyszczalni miejskich zawierają 500—1000 ppm Zn, a z oczyszczalni komunalno-przemysłowych 1000—3000 ppm. Jeśli idzie o zawartości Cu, to stwierdzono zawartości 9—2530 ppm. Kobalt w osadach ściekowych stanowi od kilku do kilkudziesięciu ppm, maksymalnie 130 ppm, a nikiel nie przekracza 25—50 ppm w osadach komunalnych i wzrasta do 100—700 ppm przy znacznym udziale ścieków przemysłowych. Bor stanowi najczęściej 10—50 ppm, a kadm od 0,3—210 ppm. Osady z oczyszczania ścieków komunalnych zawierają od kilkunastu do 100 ppm Pb, zaś z udziałem ścieków przemysłu maszynowego, elektronicznego, bądź metalurgicznego do 1000 ppm, a nawet do kilku tys. ppm (maksymalnie 9100ppm). W osadach z oczyszczalni krajowych stwierdzono 0,1—8,2 ppm Hg. Zawartości chromu mieściły się w granicach od 4 do ok. 14000 ppm. Zawartości arsenu były rzędu 3—61 ppm, a srebra od 8—50 ppm.

Osady ściekowe przewidziane do rolniczego wykorzystania muszą ponadto spełniać wymogi higieniczno-sanitarne, ale to jest odrębne zagadnienie.

#### Warunki odwadniania osadów na poletkach oraz składowania na wysypiskach i stawach osadowych

Przy składowaniu osadów na wysypiskach komunalnych, w osadnikach bądź odwadnianiu na polet-

kach osadowych powinny być spełnione warunki ochrony wód — odcieki oraz produkty ługowania nie powinny zanieczyszczać środowiska wodnego. Przepisy dotyczące składowania osadów na wysypiskach komunalnych w niektórych państwach (m.in. w Polsce), a także wytyczne Światowej Organizacji Zdrowia dopuszczają do składowania jedynie osady odwodnione. Ponadto muszą być spełnione warunki sanitarne dla samych wysypisk — odpowiednia lokalizacja i pełne zabezpieczenie wód podziemnych i powierzchniowych.

Zagraniczne stężenia zanieczyszczeń zawartych w fazie ciekłej osadów można przyjąć analogicznie jak dla ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych standardy jakościowe wód I klasy. Biorąc za podstawę ładunek zanieczyszczeń toksycznych w odsączu, bądź określoną poprzez test ługowania odwodnionego, osadu wielkość zanieczyszczeń, które będą wymywane przez opady atmosferyczne, można ustalić zgodnie z „Tymczasowymi wytycznymi w sprawie klasyfikowania odpadów” [13] klasę szkodliwości osadu i konieczny stopień odizolowania go od środowiska.

#### Podsumowanie i wnioski

1. Najwłaściwszym sposobem unieszkodliwiania osadów komunalnych (z oczyszczalni miejskich) jest ich przyrodnicza recyrkulacja — wykorzystanie do celów rekultywacji gruntów bezglebowych, melioracyjnego użyźniania i nawożenia gleb.

2. Kryteria rolniczej przydatności osadów stanowią jeden z warunków ochrony środowiska glebowo-wodnego i jego bezpieczeństwa sanitarnego.

3. Ekologiczny aspekt wprowadzania osadów ściekowych na i pod

powierzchnię ziemi, wiąże się z następującymi problemami:

- kumulowaniem metali ciężkich w kompleksie glebowym
- pobieraniem pierwiastków toksycznych przez rośliny,
- zanieczyszczeniem wód podziemnych substancjami toksycznymi oraz związkami azotu organicznego
- zanieczyszczeniem bakteriologicznym i parazytologicznym roślin, wód podziemnych lub powierzchniowych.

4. Przyrodnicze zagospodarowanie osadów jest zabronione w obrębie stref ochronnych ujęć wód pitnych, w strefach ochrony uzdrowisk, źródeł leczniczych, zlewni chronionych, rezerwatów, parków narodowych oraz ich otulin.

5. Dla rozwiązania problemu gospodarki osadami ściekowymi w środowisku niezbędne są działania: o charakterze doraźnym

- wprowadzenie obowiązku prowadzenia przez oczyszczalnie badań składu osadów, a w szczególności zawartości składników specyficznych (toksycznych i patogennych)

- prowadzenie przez oczyszczalnie ewidencji w zakresie ilości wytwarzanych osadów, indywidualnych odbiorców osadów i ilości przez nich pobieranych, a także powierzchni upraw, na których osady zostały wykorzystane

- prowadzenie przez służby sanitarne oraz ochrony środowiska kontroli zawartości metali ciężkich oraz skażeń patogennych, na których stosowane są przez odbiorców indywidualnych osady ściekowe

- uzyskiwanie przez wykorzystujących osady zezwoleń obejmujących ilość i jakość osadów, areal zastosowań oraz rodzaj u-

## LITERATURA

praw, wydawanych przez terenowe służby ochrony środowiska w porozumieniu ze służbami sanitarnymi, na określony czas — badanie zawartości metali ciężkich w środowisku wodno-glebowym w otoczeniu wysypisk, na które usuwane są osady ściekowe, osadników oraz poletek osadowych w celu ustalenia stopnia nasycenia gleb i zanieczyszczenia wód metalami toksycznymi

o charakterze docelowym — opracowanie założeń generalnych gospodarki osadami ściekowymi w aspekcie ekologicznym, obejmujących:

— normatywy dopuszczalnych zanieczyszczeń toksycznych i bakteriologicznych osadów przydatnych dla poszczególnych kierunków przyrodniczego zagospodarowania

— wielkości dawek i częstotliwość stosowania osadów

— zasady określania chłonności środowiska na osady ściekowe w skali województw ze szczególnym uwzględnieniem badania tła zanieczyszczeń toksycznych gleb przy rolniczo-ogrodniczym wykorzystaniu osadów oraz rozpoznania warunków hydrogeologicznych przy rekultywacji, składowaniu i zakładaniu poletek osadowych,

— zasady obowiązujące przy składowaniu osadów na wysypiskach komunalnych

— zasady wydawania zezwoleń oraz zakres kontroli.

6. Niezbędne jest rozwijanie prac naukowo-badawczych dla ustalenia kryteriów „ekologicznej” przydatności osadów do przyrodniczego zagospodarowania.

1. J. CEBULA: Ocena rolniczej przydatności osadów pochodzących ze ścieków miejskich, Mat. IV Seminarium PZITS — Uniwersytetu Stuttgart, Warszawa, 1979.
2. J. CEBULA: Stan i możliwości rolniczego wykorzystania osadów ściekowych w Polsce, Materiały Konferencji naukowo-technicznej SłiTWiM „Wykorzystanie w rolnictwie ścieków, osadów ściekowych i gnojowicy”, Wrocław, czerwiec 1980.
3. K. CZARNOŚKA, B. GWO-REK: Wstępne badania nad zawartością metali ciężkich w glebach i roślinach po zastosowaniu osadu ścieków miejskich, Materiały II Krajowej Konferencji „Wpływ zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi i siarką na przyrodnicze warunki rolnictwa”, (część II), Puławy 1980.
4. B. Gałczyńska, Sz. Lekan: Wpływ osadu ściekowego z Sandomierza i skład chemiczny roślin uprawnych, Materiały II Krajowej Konferencji „Wpływ zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi i siarką na przyrodnicze warunki rolnictwa (cz. II) Puławy, 13—15 maja 1980.
5. I. KOSKELA: Disposal of municipal sludges containing heavy metals in agriculture. Seminar on heavy metals; Technological methods for the limitation of discharges, Kopenhaga 4—7 czerwiec 1980.
6. W. KRÓLIKOWSKI: Kierunki porządkowania gospodarki osadami pod kątem ich przyrodniczego zagospodarowania, Biuletyn Techniczny CTK (artykuł w druku).
7. Możliwości i tendencje wykorzystania osadów ściekowych z oczyszczalni miejskich, Ekspertyza IKS (maszynopis), kwiecień 1980.

8. L. PAWŁOWSKA i in.: Badania ilościowe i jakościowe osadów ściekowych wraz z opracowaniem koncepcji gospodarki osadami w kraju. Etap I — Ocena aktualnego stanu gospodarki osadami ściekowymi w kraju. IKS (maszynopis) Warszawa 1978 Etap II — Określenie przydatności poszczególnych rodzajów osadów ściekowych, osadów wstępnie rozdrobionych oraz kompostów do użyźniania i rekultywacji gleb. IKS (maszynopis), Warszawa 1980.
9. L. PAWŁOWSKA: Raport o stanie i perspektywach gospodarki odpadami komunalno-bytowymi, Cz. III — Osady z oczyszczalni ścieków miejskich; Międzyresortowy Zespół „Surowce wtórne — 2000”, Warszawa, czerwiec 1979.
10. Raport o stanie i perspektywach gospodarki odpadami komunalno-bytowymi, Cz. IV — Osady z oczyszczania ścieków przemysłowych, Międzyresortowy Zespół „Surowce wtórne — 2000”, Warszawa, czerwiec 1979.
11. T. SJÖQVIST: Contents of heavy metals in municipal sludges and methods of sludge disposal, Seminar on heavy metals; Technological methods for the limitation of discharges Kopenhaga 4—7 czerwiec 1978.
12. D. STRAUCH: Nowe osiągnięcia w zakresie higienicznego stosowania osadów ściekowych do użyźniania gleb, Mat. IV Seminarium PZITS — Uniwersytetu Stuttgart „Gospodarka odpadami w inżynierii ochrony środowiska”, Warszawa sierpień 1979.
13. Tymczasowe wytyczne w sprawie klasyfikowania odpadów. MAGAIOS — DOŚ, Warszawa 1980.
14. G. WŁOCZEWSKA: Raport o stanie prac badawczo-wdrożeniowych w zakresie mechanicznego odwadniania osadów ściekowych, CTK Warszawa, maj 1980.

dr HANNA STRZELCZUK-OGULEWICZ  
Min. Adm. Gosp. Teren.  
i Ochrony Środowiska