

# TECHNOLOGICZNE ZAGADNIENIA WYKORZYSTANIA SZLAMÓW POFERMENTACYJNYCH Z KOMUNALNYCH OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

Piotr M. Słomkiewicz

Słomkiewicz P.M., 1994: *Technologiczne zagadnienia wykorzystania szlamów pofermentacyjnych z komunalnych oczyszczalni ścieków (Technological problems of treatment sludge cakes from municipal wastewater)*. Monitoring Środowiska Regionu Świętokrzyskiego, nr 2, s. 33-37, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.

**Zarys treści:** Technologię pasteryzacji szlamów pofermentacyjnych z oczyszczalni ścieków opracowaną przez N-Viro Soil, zaadaptowano do krajowych warunków, w celu stosowania w miejskiej oczyszczalni ścieków w Sitkówce k. Kielc. Wykorzystano pył z elektrofiltrów cementowni Nowiny i pył wapienny z Zakładów Wapienniczych w Trzuskawicy. Oznaczono własności fizykochemiczne szlamu oraz pyłu cementowego, wapiennego i zawartości metali (Pb, Cd, Zn, Cu, Cr, Ni, Mg, Mn, K). Wykonano także próby bakteriologiczne i parazytologiczne szlamu i otrzymanych mieszanin szlamu z pyłami cementowo-wapiennymi.

Piotr M. Słomkiewicz, Instytut Chemii, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, ul. Chęcińska 5, 25-020 Kielce

## 1. Wstęp

Na proces degradacji gleb uprawnych ma znaczny wpływ stosowanie nawozów sztucznych i wapnowanie oraz postępujące zakwaszenie gleb spowodowane głównie przez tzw. kwaśne deszcze.

Pierwszy z wymienionych czynników, obniża znacznie zawartość substancji organicznych, które zwiększają żyzność i produktywność gleby, spulchniają ją i czynią uprawę łatwiejszą. Znaczny wpływ na zmniejszenie podatności gleby na erozję ma zawartość polisacharydów, które są lepkie i wiążą cząstki gleby chroniąc je przed wymywaniem i pyleniem. Polisacharydy są jednak rozkładane przez mikroorganizmy i stąd potrzeba ich uzupełniania.

Kolejnym zagrożeniem jest nadmierne wapnowanie celem odkwaszenia gleby. Wapno stosowane w nadmiarze wywiera niekorzystny wpływ na glebę, niszczy bowiem florę bakteryjną i humus oraz uwalnia azot z gleby w postaci amoniaku. Zakwaszenie gleby, w skrajnych przypadkach znaczne, uszkadza korzenie roślin uprawnych i może powodować wymywanie związanych w glebie metali ciężkich. Dalsze stosowanie obecnej praktyki może z czasem doprowadzić do całkowitej erozji uprawnej części gleby.

Zupełnie innym, równie ważnym problemem jest wzrastające zanieczyszczenie rzek zarówno przez wymywane z pól nawozy sztuczne, jak i przez ścieki komunalne.

W ostatnich latach wzrastające zanieczyszczenie rzek stwarza potrzebę budowania oczyszczalni ścieków. Każda oczyszczalnia, w trakcie swojego działania wytwarza bardzo uciążliwe dla środowiska naturalnego odpady – szlam lub osad

pofermentacyjny. Odpady te są zwykle wywożone na wysypiska śmieci, stanowiąc potencjalne zagrożenie środowiska naturalnego.

Zagospodarowanie osadów pofermentacyjnych z komunalnych oczyszczalni ścieków jest trudne, ze względu na zagrożenie epidemiologiczne, jakie pojawia się przy próbie zastosowania ich jako nawozów.

Ocena sanitarna osadów ściekowych z oczyszczalni w Kielcach, Pińczowie i Starachowicach wykonana w 1984 roku przez Instytut Kształtowania Środowiska w Warszawie wykazała poważne zagrożenie dla środowiska. Zagrożeniem tym są osady z oczyszczalni, np. liczba żywych jaj geohelmintów (pasożytów ludzkich i zwierzęcych) wahała się od 68 do 158 na 1 kg suchej masy osadu, pasożytów żywych było 263 szt. w 1 kg osadu z oczyszczalni kieleckiej. W osadzie ściekowym z Pińczowa ilość żywych jaj geohelmintów sięgała 470 szt. w 1 kg suchej masy osadu. Jaja te zaszeregowano do rodzaju *Ascaris* sp., *Toxocara* sp., *Parascaris equorum* i *Trichuris* sp. Wymienione pasożyty wywołują groźne schorzenia u ludzi i zwierząt.

## 2. Próby zagospodarowania osadów z oczyszczalni ścieków

Dotychczasowe próby zagospodarowania osadów nie przynosiły efektów, ze względu na znaczny koszt pasteryzacji szlamu zarówno metodami termicznymi, jak i przy pomocy wapnowania. W publikacji Instytutu Kształtowania Środowi-



ska (1984) przedstawiono badania nad wpływem wapna palonego na zmniejszenie i likwidację zanieczyszczeń sanitarnych w osadach z oczyszczalni ścieków z terenu województwa kieleckiego. Zaproponowano w niej metodę pasteryzacji polegającą na pryzmowaniu osadów z wapnem. Wymaga ona stosowania osadu o stopniu uwodnienia 60-65% dawkowania wapna palonego w granicach 45-55% w przeliczeniu na suchą masę osadu, co pozwala uzyskać przyżmnie temperaturę powyżej 70°C, oraz naprzemienne układanie warstw wapna i osadu w odpowiednich proporcjach. Czas pryzmowania wynosi około 7 dni.

Mimo stosowania bardzo wysokich dawek wapna palonego w przeliczeniu na jednostkę suchej masy osadu, proces pasteryzacji przebiegający w nieizolowanych termicznie i nieosłoniętych przed opadami atmosferycznymi pryzmach, jest mało efektywny. Jest to skutek znacznych strat ciepła, które jest – jak przyznają autorzy tej publikacji – „decydującym czynnikiem wpływającym na efektywność unieszkodliwiania osadów pod względem sanitarnym”. Dodatkowym czynnikiem obniżającym efektywność tego procesu jest zawilgocenie wapna palonego. Te czynniki wydłużają proces pasteryzacji do około 56 dni. Natomiast stosowanie wapna hydratyzowanego do procesu pasteryzacji wydłuża jego przebieg do około 2 miesięcy.

Osady w miejskich oczyszczalniach pochodzą nie tylko ze ścieków gospodarczych, ale i przemysłowych i zwykle zawierają znaczne ilości metali ciężkich. W publikacji JUNG (1978) zbadano wpływ osadów ściekowych z oczyszczalni województwa kieleckiego pod kątem ich wykorzystania w rolnictwie. W osadach pochodzących z oczyszczalni w Starachowicach wykryto zwiększone ilości cynku (dwukrotnie wyższa niż podawana w literaturze dla dużych miast Europy), kadmu (sześciokrotnie wyższa), ołowiu (dwukrotnie wyższa). Te zwiększone ilości metali ciężkich spowodowały, zdaniem autorów, wyraźne obniżenie plonów roślin kontrolnych użytych do badań. Wymienione we wstępie problemy degradacji gleb uprawnych oraz problemy higienizacji osadów z oczyszczalni ścieków w pełni uzasadniały podjęcie próby zastosowania nowoczesnej, amerykańskiej technologii pasteryzacji osadów i produkcji z nich wartościowych organicznych nawozów.

### 3. Metoda pasteryzacji AASSAD

Metodę pasteryzacji szlamów z oczyszczalni ścieków [Burnham i wsp. 1990] opracowała firma N-Viro Soil. Podstawową zasadą tej technologii, nazwanej AASSAD (AASSAD – udoskonalona alkaliczna stabilizacja z przyspieszonym suszeniem) jest pasteryzacja zagęszczonego wstępnie osadu do 25-35% suchej masy przy pomocy takich surowców, jak pył cementowy oraz pył wapienny zatrzymane przez elektrofiltry, w trakcie produkcji cementu i wapna. Zmieszanie ze sobą dwóch rodzajów uciążliwych dla środowiska odpadów daje produkt organiczny mający potencjalnie zastosowanie w różnych działach gospodarki. Spełnia on sanitarne wymogi amerykańskich norm dopuszczających w szlamach pochodzących z oczyszczalni miejskich następujące zawartości patogenów:

- bakterie – gatunek salmonella 3 bakterie w 1 cm<sup>3</sup> szlamu,
- wirusy – 1 zdolny do życia wirus w 1 cm<sup>3</sup> szlamu,
- paszyty – (zdolne do życia helminty) 1 jajo w 1 cm<sup>3</sup> szlamu.

Technologia procesu pasteryzacji zaleca stosowanie szlamów ze ścieków kierowanych do oczyszczalni miejskich lub komunalnych. Zawartość suchej masy w szlamie może się zmieniać od 18% do 40%.

Szlam miesza się z materiałami alkalicznymi takimi jak pył cementowy lub pył wapienny z elektrofiltrów. Wapno palone dodawane jest do mieszaniny tylko wtedy, gdy pył cementowy zawiera niedostateczną ilość CaO. Składniki miesza się w mieszarce do gliny lub w mieszalniku śrubowym. Stosowanie odpowiedniego rodzaju mieszarki i sposobu mieszania daje produkt granulowany, łatwo poddający się obróbce w dwóch alternatywnych procesach:

– sposób I:

Mieszaninę odwodnionego szlamu i materiałów alkalicznych suszy się na powietrzu (naturalne suszenie), pH mieszaniny musi przewyższać 12,0 w czasie pierwszych 7 dni suszenia. Suszenie powinno trwać co najmniej 30 dni, do osiągnięcia 65% suchej masy. Temperatura otaczającego powietrza musi być wyższa od 5°C.

– sposób II:

Mieszanina odwodnionego szlamu i materiałów alkalicznych powinna utrzymywać temperaturę powyżej 52°C przez co najmniej 12 godzin. pH mieszaniny powinno być wyższe od 12 przez co najmniej 72 godziny od chwili rozpoczęcia procesu. Po dwunastu godzinach mieszanina jest suszona np. poprzez odwracanie (mieszanie materiału pryzmowanego) lub suszona inną metodą, aż do osiągnięcia co najmniej 50% suchej masy. Sposób II jest niezależny od temperatury otoczenia. Jeśli mieszanina szlamu i pyłu cementowego nie osiąga temperatury 52°C dodaje się do niej odpowiednią ilość wapna palonego. W chemicznym i fizycznym wpływie pyłu cementowego i pyłu wapiennego na szlam można wyróżnić następujące działania:

- pH powyżej 12,
- przyspieszone suszenie,
- ogrzewanie w temperaturze 52°C, co najmniej przez 12 godzin,
- uwolnienie amoniaku,
- przeprowadzenie metali ciężkich w trudno rozpuszczalne związki,
- wzrost stężenia soli,
- pozostawienie części wewnętrznej mikroflory,
- znaczne zmniejszenie odrażającej woni.

Podwyższenie pH mieszaniny szlamu i materiałów alkalicznych powyżej 12,0 naraża mikroorganizmy, zawarte w szlamie, na silny stres. Nie wystarcza to do osiągnięcia warunków, jakie są niezbędne do działania opisywanej metody. Tradycyjna wapienna stabilizacja szlamów pozwala osiągnąć niższy poziom redukcji patogenów, i także wpływa na ograniczenie nieprzyjemnej woni. Dotychczas stosowane grube lub granulowane wapno źle się mieszało i rozpuszczało w szlamie, i było widoczne w postaci białych grudek, nawet po mieszananiu w mieszarce do urabiania gliny.

Badania w oczyszczalni ścieków w Monroe w stanie Michigan, gdzie stosowano tradycyjne metody wapnowania, potwierdziły, że w połowie badanych próbek nie osiągnięto wartości pH 12,0, niezbędnej do wywołania stresu alkalicznego u mikroorganizmów (za N-Viro Soil). Jest to również przyczyną niedostatecznej redukcji nieprzyjemnego zapachu. Natomiast badania procesu opracowanego przez N-Viro Soil wykazały 100% efektywność, tj. dla 48 próbek 0,02g osiągnięto



we wszystkich próbkach pH=12,0 lub wyższe. Znacznie rozdrobniony pył cementowy z elektrofiltrów ma wpływ na rozkład pH w całej objętości szlamu.

Przyspieszone suszenie mieszaniny, dzięki znacznej higroskopijności pyłu cementowego lub wapiennego, wchłaniającego wodę zawartą w szlamie upodabnia konsystencję mieszaniny do konsystencji naturalnej gleby. Stwarza to bakteriom warunki do życia podobne do panujących w glebie. Wysoka zawartość suchej masy (co najmniej 50%) zwiększa alkaliczny stres dla mikroorganizmów obecnych w glebie oraz zmniejsza ich zdolność do rozmnażania się. Wzrost temperatury powyżej 52°C, pH powyżej 12,0, przyspieszone suszenie stwarzają niezbędne warunki dla pasteryzacji szlamu. Uwalnianie się amoniaku (zjawisko niekorzystne w tradycyjnych warunkach przerabiania szlamu) w metodzie N-Viro Soil wzmacnia dezynfekcyjny efekt układu. Duże ilości metali ciężkich w szlamach pofermentacyjnych są niepożądane, ze względu na możliwość ich wymywania i przenikania do wód powierzchniowych i głębinowych, oraz pobierania przez rośliny uprawne. Znacznym źródłem jonów metali jest przemysł, ale znajdują się one również w fekaljach. Źródłem ołowiu, miedzi, cynku mogą być rury, przez które przepływa woda i ścieki. Część jonów metali opuszcza oczyszczalnię z oczyszczoną wodą, ale ich większość pozostaje w szlamach.

Dodanie do gleby szlamu, pasteryzowanego metodą N-Viro Soil, zwiększa sumaryczną zawartość metali ciężkich w glebie. Jednak porównanie zawartości tych metali w ekstraktach kwasowych (pH) z gleby surowej i z gleby z dodatkiem szlamu N-Viro Soil pozwala stwierdzić, że zdolność tych metali do wymywania z gleby zmniejsza się po podaniu szlamu N-Viro Soil.

Co więcej porównanie zdolności do wymywania metali ciężkich z gleby z dodatkami: N-Viro Soil, surowego szlamu pofermentacyjnego, nawozów sztucznych, potwierdza najmniejsze ługowanie metali z gleby z dodatkiem szlamu N-Viro Soil.

Jeżeli pH gleby jest utrzymane w pobliżu normalnego, a więc najkorzystniejszego dla wzrostu roślin, nie ma zagrożenia przed skażeniem wód metalami ciężkimi.

Wzrost stężenia soli w szlamie w trakcie suszenia metodą N-Viro Soil jest dodatkowym czynnikiem stabilizującym mikroflorę bakteryjną oraz działa jako inhibitor dla różnych gatunków bakterii. Najbardziej wyróżniającą metodą N-Viro Soil wśród innych procesów jest to, że zastosowanie podwyższonej temperatury do pasteryzacji szlamu pozostawia część mikroflory typowej dla gleb naturalnych. Zachowaniu (między innymi) mikroflory typowej dla gleb naturalnych przypisuje się, tak znaczne obniżenie odrażającego zapachu tuż po rozpoczęciu procesu N-Viro.

#### 4. Badania nad zaadaptowaniem technologii AASSAD

Technologię pasteryzacji opracowaną przez N-Viro Soil postanowiono zaadaptować do krajowych warunków i stosować do utylizacji szlam pofermentacyjny z miejskiej oczyszczalni ścieków w Sitkówce k. Kielc. Jako pył cementowy postanowiono wykorzystać pył z elektrofiltrów cementowni Nowiny, a pył wapienny – z Zakładów Wapienniczych w Trzuskawicy. Wymienione zakłady położone są blisko siebie,

tak że koszty transportu poszczególnych odpadów były niewielkie.

Zakres badań laboratoryjnych (Raport 1985) dotyczył testów metod:

- 1) procesu pasteryzacji szlamu w wersji 12 godzinnej,
- 2) procesu stabilizacji szlamu w wersji 28 dniowej.

Celem badań laboratoryjnych było:

- 1) oszacowanie efektów termicznych i kwasowo-zasadowych, zachodzących w mieszaninach szlamu z dodatkami pyłów z elektrofiltrów (wapna palonego i nawozowego),
- 2) oznaczenie stężenia metali Pb, Cd, Zn, Cu, Cr, Ni, Mn, Mg, K oraz azotanów, azotynów i fosforanów w szlamie surowym oraz w szlamie poddanym procesowi pasteryzacji i stabilizacji, (oznaczono całkowitą zawartość oraz część ulegającą wymywaniu według oznaczenia z kwasem octowym),
- 3) oznaczenie parametrów fizykochemicznych szlamu:
  - a) stopnia uwodnienia próbek szlamu (sprowadzenie do suchej masy),
  - b) zawartości części organicznej i części mineralnej,
- 4) oznaczenie parametrów fizykochemicznych pyłów cementowych i wapna, oznaczenie mas po suszeniu i prężeniu w temperaturze rozkładu CaCO<sub>3</sub>.

Tab. 1. Zestawienie składu mieszanin szlamu z pyłami cementowo-wapiennymi  
Tab. 1. Composition of mixtures for sludge with cement and lime dust

Nr próbki N° of sample	Masa Mass [g]	Ilość pyłu cementowego Amount of cement dust [%]	Ilość pyłu wapiennego Amount of lime dust [%]	Przyrost temperatury Temperature increase [K]
Naturalne suszenie				
1	200	23.2	5.3	efekt cieplny po zmieszaniu około 18 K
2	200	24.1	6.6	
3	200	24.1	7.2	
4	200	24.4	8.3	
5	200	23.8	9.1	
6	200	24.0	10.0	
Proces przyspieszony				
7	200	11.5	11.5	43
8	200	15.3	7.7	38
9	200	17.8	10.7	44
10	200	21.4	7.1	39
11	200	23.3	10.0	44
12	200	26.6	6.7	37

Wykonano także próby bakteriologiczne i parazytologiczne szlamu i otrzymanych mieszanin szlamu z pyłami cementowo-wapiennymi. W tabeli 1 zamieszczono wyniki pomiarów temperatury, jakie otrzymano, sporządzając mieszaniny szlamu z pyłami wapna i cementu w różnych porcjach. Wynika z niej, że odpowiedni przyrost temperatury w mieszaninie można uzyskać, nie przekraczając 10% dodatku wapna palonego. Także obserwując proces naturalnego suszenia mieszaniny, w początkowej fazie, zaobserwowano wzrost temperatury. We wszystkich sporządzonych mieszaninach pH wynosiło około 13. W tabeli 2 przedstawiono zawartość metali w mieszaninach szlamu z pyłami cementu i wapna. Mimo znacznej zawartości niektórych metali ciężkich, jak ołów, mangan czy nikiel (roztworzenie w wodzie królewskiej) nie obserwuje się ich całkowitego wymywania w czasie próby z kwasem octowym. Dowodzi to, że odczyn alkaliczny stanowi dość skuteczną ochronę przed wymywaniem metali ciężkich z otrzymanych próbek. Wymywają się, w znacznych ilościach metale alkaliczne (Mg, K, Na), które są typowymi składnikami mieszanek nawozowych.



Tab. 2. Zawartość metali w mieszaninach szlamu z pyłami cementowo-wapiennymi  
 Tab. 2. Concentration of metals in mixtures of sludge and cement lime dust

Nr próbki	Zawartość metalu w próbce (ppm)									
	Pb	Cd	Zn	Mn	Cu	Cr	Ni	Mg	K	Na
A. Wymywanie kwasem octowym pH - 5										
1	1.4	11.1	106.2	38.6	8.5	0.1	12.8	920	3480	700
2	1.3	6.6	108.7	43.8	10.0	0.1	12.8	980	3320	710
3	1.5	5.5	105.2	33.3	7.1	*	12.8	700	3040	680
4	1.8	6.6	110.0	47.3	8.5	0.1	12.8	900	3520	700
5	1.6	5.5	105.0	35.0	10.7	0.1	12.3	840	3440	740
6	1.3	5.5	108.7	51.4	10.7	*	12.8	1100	2880	920
7	1.4	3.3	110.0	52.6	12.8	*	12.0	1000	2720	857
8	1.5	4.4	100.0	29.8	17.1	0.1	12.0	600	2400	680
9	1.8	3.3	106.2	24.5	8.5	0.1	12.0	810	3000	670
10	1.9	3.3	105.0	45.6	10.7	0.3	12.0	760	3800	750
11	2.0	3.3	75.0	33.3	15.7	0.3	12.0	1020	3600	770
12	1.9	4.4	100.0	40.3	10.7	0.3	12.0	860	3600	710
B. Roztworzenie w wodzie królewskiej										
1	240	10.1	112.5	52.6	52.5	2.5	20.0	1200	3600	600
2	220	9.9	113.7	59.6	49.0	3.0	22.5	1300	3600	620
3	386	9.9	112.5	49.1	45.5	3.0	27.8	1300	3500	610
4	117	9.7	112.5	64.9	45.5	3.0	20.0	1300	3500	650
5	120	8.8	112.5	59.6	42.0	2.5	20.0	1200	3600	650
6	150	10.1	140.6	76.7	54.8	2.5	20.0	1300	3600	640

W tabeli 3 zestawiono wyniki wstępnych badań bakteriologicznych i parazytologicznych szlamu surowego oraz wybranych próbek mieszanin szlamu z pyłami wapna i cementu. Dowodzą one, że pasteryzacja szlamu przebiega całkowicie i jest lepsza niż wymagają tego polskie normy sanitarne (1985). Osady ściekowe mogą być uznane za bezpieczne z punktu widzenia higieny i dopuszczone do wykorzystania w rolnictwie, jeśli odpowiadają następującym warunkom:

- miano Coli (po uwzględnieniu wilgotności) – 0,001 g,
- miano *Clostridium Perfringens* (po uwzględnieniu wilgotności) – 0,0001 g,
- bakterie z rodzaju *Salmonella* – nie stwierdza się,
- inwazyjne jaja *Ascaris lumbricoides* lub *Trichocephalus trichiura* – do 10/1 kg osadu.

Tab. 3. Zestawienie wyników badań bakteriologicznych i parazytologicznych  
 Tab. 3. Results of bacteriological and parazytological investigation

Nr próbki	Miano Coli [g]	Miano <i>Clostridium perfringens</i> [g]	Bakterie z rodzaju <i>Salmonella</i>	Jaja <i>Ascaris</i> i <i>Trichocephalus</i> [g]	Liczba bakterii w 1 g osadu
szlam surowy	0.0001	0.00001	nie stwierdzono	A 22/100 T 19/100	180000000
1	>>1	>>1	nie stwierdzono	martwe	0
3	>>1	>>1	nie stwierdzono	martwe	5
5	>>1	>>1	nie stwierdzono	martwe	2
6	>>1	>>1	nie stwierdzono	martwe	0

## 5. Podsumowanie

Z przedstawionych wyników badań nad procesem stabilizacji oraz procesem pasteryzacji szlamu z oczyszczalni ścieków w Sitkówie jednoznacznie wynika, że możliwa jest, przy spełnieniu opisanych poprzednio warunków (temperatura oraz odpowiednie proporcje wagowe poszczególnych składników) pełna higienizacja otrzymanego produktu.

Dla uzyskania niezbędnego przyrostu temperatury, koniecznej do procesu pasteryzacji wystarcza dodatek około 25%

wagowych pyłu cementowego i 6-8% dodatek wapna palonego – CaO (tab. 1). Świeży pył cementowy z elektrofiltrów zawiera około 30% czystego CaO, co w zupełności wystarcza do alkalizacji i higienizacji szlamu, zarówno podczas procesu jego pasteryzacji, jak i stabilizacji. We wszystkich przypadkach pH otrzymanych preparatów było wysokie i wynosiło około 13. Wysoka jego wartość stanowi, jak opisano wcześniej, ważną własność produktu, mającą wpływ na ochronę przed wymywaniem metali ciężkich przez wody deszczowe. Cenną własnością otrzymanych preparatów jest również wysoka zawartość metali alkalicznych (potasu, magnezu i sodu), będących składnikami nawozów syntetycznych. Głównym ich źródłem jest pył cementowy. W produktach pasteryzacji i stabilizacji szlamu są obecne metale ciężkie. Pochodzą one zarówno ze szlamu, jak i z pyłu cementowego. Pył cementowy zawiera duże ilości ołowiu (170 ppm) oraz cynku (75 ppm), natomiast szlam zawiera cynk (168 ppm) oraz chrom (80 ppm). Mimo to, wysokie pH produktu sprawia, że wymywanie tych metali przy pH 6,5 jest niewielkie i wynosi dla ołowiu 6,6%, a dla chromu 3%. Metale ulegające wymyciu w większym stopniu (Cu, Cd, Ni) zarówno w szlamie surowym jak i przetworzonym, występują w niewielkiej ilości. Wszystkie otrzymane preparaty zawierają około 16-20% części organicznych, co także jest ich pożądaną własnością. W trakcie procesu stabilizacji następuje likwidacja szkodliwych jonów azotowych (znaczne ich stężenie wykryte po pierwszych 6 godzinach procesu zostają znacznie zredukowane wskutek działania środowiska alkalicznego i substancji organicznych).

Wadą opisanych powyżej metod jest nietrwałe wiązanie jonów toksycznych metali zawartych w osadzie. Wprawdzie początkowo wysokie pH sprawia, że w otrzymanym w wyniku higienizacji procesie, jony tych metali są w postaci trudno rozpuszczalnych związków węglanowych, to jednak pod wpływem różnych czynników, np. kwaśnych deszczów mogą zostać ponownie uwolnione. Źródłem jonów metali toksycznych są zarówno osady z oczyszczalni, jak i stosowany do higienizacji pył cementowy.

Aktualnie w Zakładzie Chemii Fizycznej Instytutu Chemii WSP prowadzone są prace badawcze nad trwałym wiązaniem jonów metali toksycznych w postaci trudno rozpuszczalnych związków chemicznych, tak aby uniemożliwić ich wymywanie przy pH gleby około 4,0.

## 6. Literatura

- Ocena sanitarna osadów ściekowych oraz opracowanie metody ich higienizacji, praca zbiorowa, Instytut Kształtowania Środowiska, Warszawa 1984.
- Ocena osadów ściekowych z oczyszczalni woj. kieleckiego pod kątem możliwości rolniczego ich wykorzystania, praca zbiorowa, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy 1978.
- Lime/Kiln Dust Pasteurization and Chemical Fixation of Municipal Wastewater Sludge, J.C. Burnham, G.F. Bennett, T.J. Logan, Florida Water Resources Journal, June 1990.
- Materiały firmy N-Viro Soil
- Raport – opracowanie doświadczalne dla Wydziału Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Kielcach, „Możliwości zastosowania technologii AASSAD(USA) do dezynfekcji szlamów pofermentacyjnych w oczyszczalni ścieków w Sitkówie k. Kielc i wykorzystanie produktu w różnych działach gospodarki narodowej”.
- Metody kontroli stanu sanitarnego osadów ściekowych, praca zbiorowa, Instytut Medycyny Wsi w Lublinie, Lublin 1985.



## TECHNOLOGICAL PROBLEMS OF TREATMENT SLUDGE CAKES FROM MUNICIPAL WASTEWATER

### *Summary*

The pasteurization process of municipal wastewater sludge cakes used by N-Viro Soil method was adapted in polish conditions in municipal wastewater in Sitkówka near Kielce. The cement kiln dust from electro-filters of cement plant Nowiny and quicklime dust from lime plant in Trzuskawica was used. The physical-chemical qualities of sludge cakes, cement kiln dust and quicklime was determined and concentration ions of metals (Pb, Cd, Zn, Cu, Cr, Ni, Mg, Mn, K) was measured. The parazytological and bacteriological tests of sludge and prepared mixture with cement and lime dust was made.