

Paweł WOLSKI, Lidia WOLNY, Iwona ZAWIEJA

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

## Kondycjonowanie osadów nadmiernych poddanych stabilizacji a ich odwadnialność

Decydujące znaczenie w przeróbce osadów ściekowych i ich ostatecznym unieszkodliwianiu ma objętość i uwodnienie. W celu poprawy właściwości osadów, w tym także struktury, prowadzi się zabiegi kondycjonujące, które ułatwiają usuwanie wody z osadów w procesach ich odwadniania. Celem przedstawionych badań było określenie zależności pomiędzy kondycjonowaniem osadów nadmiernych polem ultradźwiękowym, zwiększającym biodegradowalność osadów, a poprawą efektywności ich odwadniania. Do badań stosowano osady nadmierne, pochodzące z przemysłu spożywczego (90%) w mieszaninie z osadami prefermentowanymi (10%). W pierwszym etapie badań osady poddano wstępnie dezintegracji ultradźwiękowej w celu intensyfikacji procesu stabilizacji beztlenowej. Za najkorzystniejszą amplitudę drgań uznano  $A = 36,6 \mu\text{m}$  oraz czas ekspozycji pola ultradźwiękowego 240 s. W następnym etapie badań wykonano serie doświadczeń, określających podatność na odwadnianie ustabilizowanych po 25 dobach fermentacji mezofilowej osadów nadmiernych. Przed procesem odwadniania osady kondycjonowano polielektrolitami z grupy Praestoli. Wstępne kondycjonowanie osadów nadmiernych polem ultradźwiękowym wpłynęło na poprawę stopnia ich dezintegracji. Po 25 dniach fermentacji uzyskano 66% stopień prefermentowania osadów oraz obniżenie wartości uwodnienia końcowego o 6,1% w porównaniu do osadów niestabilizowanych. Zastosowanie polielektrolitów było kolejnym zabiegiem kondycjonującym, który skutkowało obniżeniem wartości oporu właściwego badanych osadów. Równoległe prowadzono obserwacje struktury kondycjonowanych osadów.

**Słowa kluczowe:** osady nadmierne, pole ultradźwiękowe, fermentacja metanowa, kondycjonowanie, uwodnienie

### Wprowadzenie

W dobie intensywnej eksploatacji naturalnych zasobów środowiskowych oraz wciąż rosnącego uprzemysłowienia problem gospodarki osadowej to zagadnienie aktualne i obiecujące pod względem energetycznym. Składa się na to wiele aspektów natury technologicznej, technicznej i ekonomicznej. Niewłaściwie prowadzona gospodarka osadowa może stanowić nie tylko przyczynę naruszenia naturalnego ekosystemu człowieka, ale również wpłynąć na utratę surowca stanowiącego źródło potencjalnie czystej energii [1, 2]. Prowadzone obecnie na świecie badania zmierzają do unowocześnienia znanych metod utylizacji osadów oraz do znalezienia nowych rozwiązań, które możliwie najniższym nakładem finansowym pozwoliłyby w maksymalny sposób zabezpieczyć środowisko przed szkodliwością produktów końcowych, a jednocześnie na odzyskanie surowców i energii [3]. Składowanie osadów ściekowych lub ich przyrodnicze wykorzystanie należy po-

przedzić procesami, które wyeliminują uciążliwości wynikające z ich rozkładu [4]. Jednym z takich procesów jest fermentacja metanowa [5]. W procesie uzyskujemy zarówno redukcję objętości masy osadów deponowanych w dalszej kolejności na składowiskach, jak również pozyskujemy cenne źródło energii, jakim jest biogaz. Podatność substancji organicznych na proces biochemicznego rozkładu w warunkach beztlenowych stanowi istotny czynnik warunkujący efektywność procesu stabilizacji beztlenowej [4, 6]. Poddanie osadów dezintegracji wpływa bezpośrednio na wzrost podatności osadów ściekowych na biodegradację, warunkując intensyfikację procesu stabilizacji beztlenowej. Ingerencja w przebieg procesu fermentacji metanowej poprzez modyfikację osadów przed procesem stabilizacji wpływa na ich końcową podatność na odwadnianie [7].

Według Zielewicz-Madej i in. [8], efektem procesu beztlenowej stabilizacji są uwodnione osady o wyraźnie zmienionych właściwościach fizyczno-chemicznych, które poddaje się dalszemu odwadnianiu. W trakcie trwania fermentacji osady zmieniają swe właściwości decydujące o ich podatności do odwadniania. Jak podają Pietraszek oraz Podedworna [9], w osadach przefermentowanych zawartość substancji organicznych spada co najmniej o 30%, co wpływa również korzystnie na dalsze ich odwadnianie.

Cechą decydującą o uciążliwości osadów, w aspekcie ich ostatecznego unieszkodliwienia, jest ich ilość i uwodnienie. Wysoki stopień uwodnienia osadów oznacza, że zajmują one dużą objętość. W celu utrzymania sprawnego i ekonomicznego procesu działania oczyszczalni objętość osadów należy zredukować poprzez ich odwadnianie. Unieszkodliwianie osadów ściekowych w oczyszczalniach jest związane z usuwaniem zawartej w nich wody, dzięki czemu uzyskuje się zmniejszenie objętości osadów. Procesem, wywierającym wpływ na zmianę struktury i właściwości osadów oraz pozwalającym na bardziej skuteczne usuwanie zawartej w osadach wody, jest kondycjonowanie [10, 11].

Celem prowadzonych badań było określenie zależności pomiędzy kondycjonowaniem osadów nadmiernych polem ultradźwiękowym, zwiększającą biodegradowalność osadów ściekowych, a poprawą efektywności końcowego ich odwadniania. Kondycjonowane osady nadmierne po zmieszaniu z inoculum poddano procesowi stabilizacji beztlenowej. Do osadów przefermentowanych dodawano polielektrolitów, następnie badano ich uwodnienie końcowe, opór właściwy, stopień zagęszczenia oraz strukturę.

## **1. Część doświadczalna**

### **1.1. Substrat badań**

Podstawowym substratem badań był nadmierny osad czynny pochodzący z przemysłu spożywczego. Osady pochodziły z oczyszczalni ścieków funkcjonującej przy zakładach Jurajskiej Spółdzielni Pracy w Myszkowie. Osady nadmierne powstają w wyniku oczyszczania ścieków technologicznych, gospodarczych i socjalno-bytowych (10%). Obiekt oczyszczalni charakteryzuje się średnim dobowym

przepływem ścieków na poziomie 550 m<sup>3</sup>/d [12]. Badania prowadzono na mieszaninie osadów nadmiernych (90%) oraz przefermentowanych (10%), pełniących rolę zaszczepu, które pobrano z Centralnej Oczyszczalni Ścieków P.S.W. „WARTA” w Częstochowie.

## 1.2. Metodyka badań

W pierwszym etapie badań dokonano doboru najkorzystniejszych parametrów pola ultradźwiękowego (UD), tj. amplitudy drgań oraz czasu sonifikacji. Zastosowano dezintegrator ultradźwiękowy typu VC-750 o mocy 750 W i częstotliwości drgań pola UD 20 kHz. Zbadano następujące amplitudy drgań: A = 15,3 μm; 21,4 μm; 30,5 μm; 36,6 μm; 45,8 μm, uwzględniając czas ekspozycji w zakresie t = 30÷360 s. Na podstawie uzyskanych wyników badań, dotyczących zmian wartości chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT) oraz lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) za najkorzystniejszą amplitudę drgań uznano A = 36,6 μm dla czasu ekspozycji 240 s.

Stabilizacji beztlenowej poddano dezintegrowane ultradźwiękowo osady nadmierne (Osad A - przed fermentacją), stosując wybraną amplitudę drgań oraz czas ekspozycji (A = 36,6 μm, t = 240 s). Proces, po dodaniu zaszczepu (10%), prowadzono w warunkach mezofilowych w temperaturze 37°C przez okres 25 dni. W kolejnym etapie badań wykonano serie doświadczeń określających podatność na odwadnianie ustabilizowanych po 25 dobach fermentacji dezintegrowanych polem UD osadów nadmiernych (Osad B - po fermentacji).

Przed procesem odwadniania osady poddano chemicznej modyfikacji, wykorzystując polielektrolity, tj.:

- Praestol 650 BC (słabo kationowy);
- Praestol 852 BC (średnio kationowy);
- Praestol 658 BC (silnie kationowy).

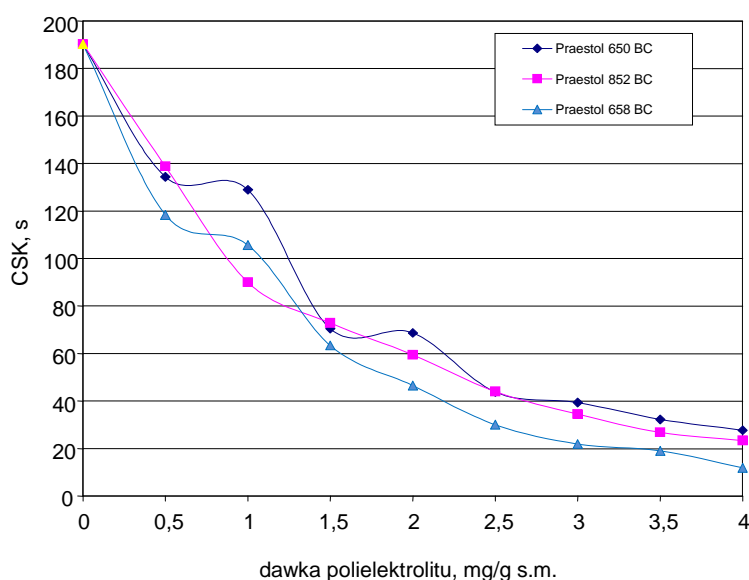
W celu wyznaczenia najkorzystniejszej dawki sporządzono roztwory tych reagentów o stężeniu 0,1%, które dodawano do osadów w ilościach określonych odpowiednią dawką w zakresie 0,5÷4,0 mg/g s.m. Za dawkę najkorzystniejszą uznano ilość polielektrolitu, dla którego dalsze jego dodawanie do osadu nie powodowało wyraźnego obniżania wartości CSK.

Przebieg zmian wartości CSK badanych osadów w zależności od dawki polielektrolitu przedstawiono na rysunku 1, na podstawie którego ustalono najkorzystniejsze dawki reagentów. Dla każdego z polielektrolitów dawka ta wynosiła 3,0 mg/g s.m. Do dalszych badań przyjęto również dawkę obniżoną (2,5 mg/g s.m.) oraz podwyższoną (3,5 mg/g s.m.).

Wykonano następujące oznaczenia fizyczno-chemiczne:

- sucha pozostałość, zawartość substancji organicznych i mineralnych metodą wagową według Hermanowicza [13],
- pH przy użyciu pH-metru Cole-Parmer Instrument Company Model 59002-00 wg normy PN-91/C-04540/05 [14];

- sucha masa, sucha masa organiczna, sucha masa mineralna metodą bezpośrednią wagową wg normy PN-EN-12879 [15];
- lotne kwasy tłuszczowe LKT wg normy PN-75/C-04616/04 [16];
- zasadowość wg normy PN-74/C-04540/00 [17];
- kwasowość wg normy PN-74/C-04540/00 [18];
- chemiczne zapotrzebowanie na tlen oznaczone metodą dwuchromianową ChZT-Cr (wg PN-74/C-04578/03) [19];
- azot amonowy wg PN-ISO 5664:2002 [20];
- azot ogólny wg PN-73/C-04576/14 [21].



Rys. 1. Wpływ dawki polielektrolitu na zmiany CSK badanych osadów ściekowych

Pomiar czasu ssania kapilarnego został przeprowadzony według metodyki Baskerville'a i Galle'a, która oparta jest na mierzeniu przejścia czołowej granicznej warstwy filtratu w wyniku działania sił ssących zastosowanej bibuły - Whatman 17.

Osady odwadniano za pomocą procesu filtracji próżniowej, wytwarzając podciśnienie wynoszące 0,06 MPa. Proces ten pozwalał na obliczenie oporu właściwego osadu oraz wartości uwodnienia końcowego.

Zagęszczanie grawitacyjne prowadzono w cylindrach miarowych o objętości 1000 ml. Osady kondycjonowane wyznaczonymi dawkami polielektrolitów poddawano procesowi sedymentacji, odczytując w odpowiednich przedziałach czasowych (5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 90 i 120 minut) ilość osadu zagęszczonego. Na podstawie pomiarów objętości osadów zagęszczonych wykreślono krzywe zagęszczania.

Obserwacje mikroskopowe struktury przeprowadzono za pomocą mikroskopu OLYMPUS BX41, do którego zainstalowano aparat fotograficzny, wykonując zdjęcia przy 100-krotnym powiększeniu.

## 2. Wyniki badań

Charakterystykę fizyczno-chemiczną osadów nadmiernych przed procesem stabilizacji (Osad A) oraz po procesie (Osad B) przedstawiono w tabeli 1.

Po procesie stabilizacji beztlenowej kondycjonowanych ultradźwiękowo osadów nadmiernych (Osad B) uzyskano ok. 66% stopień przefermentowania osadów.

Na podstawie badań wstępnych dotyczących charakterystyki substratu - Osady A oraz B (tab. 1) - stwierdzono, iż osad przefermentowany po 25 dobach stabilizacji odznaczał się gorszymi parametrami, charakteryzującymi zarówno efektywność odwadniania, tj. posiadał wyższe wartości uwodnienia początkowego, CSK, jak również wartości oporu właściwego osadu. Osad przefermentowany poddany procesowi filtracji próżniowej posiadał niższe wartości uwodnienia końcowego (o ok. 6,1%) w odniesieniu do osadu nieprzefermentowanego.

Tabela 1

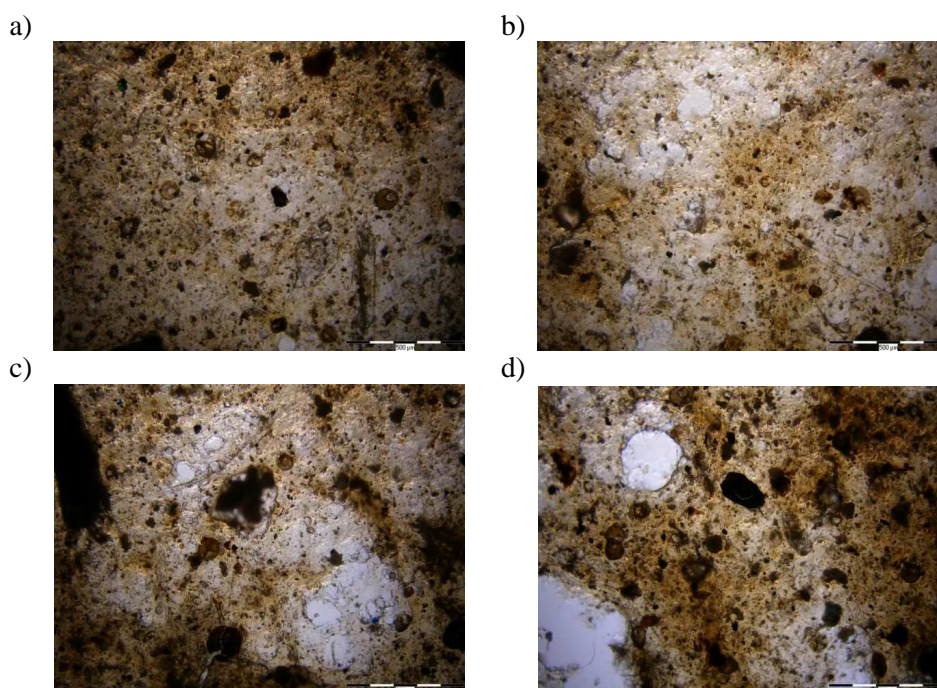
**Charakterystyka fizyczno-chemiczna osadów pobranych do badań**

Lp.	Oznaczenie	Jednostka	Osad A	Osad B
1	Barwa	-	szaroczarna	czarna
2	Zapach	-	gnilny	smolisty
3	Uwodnienie początkowe	%	96,10	98,12
4	Uwodnienie końcowe	%	89,40	83,30
5	Sucha masa osadu	g/dm <sup>3</sup>	39,0	18,8
6	Zaw. części organ.	g/dm <sup>3</sup>	29,8	10,0
7	Zaw. części miner.	g/dm <sup>3</sup>	9,2	8,8
8	CSK	s	110,0	190,3
9	Kwasowość	mg/dm <sup>3</sup>	3,6	3,9
10	Zasadowość	mgCaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup>	1480	2630
11	ChZT	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	1244	814
12	Lotne kwasy tłuszczowe (LKT)	mg CH <sub>3</sub> COOH/dm <sup>3</sup>	943	702
13	Azot Kjeldahla	mgN/dm <sup>3</sup>	319	798
14	Azot amonowy	mgN-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /dm <sup>3</sup>	213	602
15	pH	-	7,40	7,37
16	Opór właściwy osadu	m/kg	5,53·10 <sup>12</sup>	17,99·10 <sup>12</sup>

W celu poprawy charakterystyki odwadnialności osady przefermentowane (Osad B) poddano kondycjonowaniu wybranymi do badań polielektrolitami. Jednocześnie prowadzono obserwacje zmiany struktury osadów przed i po procesie kondycjonowania (rys. 2).

Na rysunku 2 przedstawiono wpływ najsilniejszego z polielektrolitów (Praestol 658 BC - silnie kationowy) w dawce obniżonej, najkorzystniejszej i podwyższonej na zmianę struktury osadów przefermentowanych. Badane osady niepreparowane

(Osad B) charakteryzowały się drobno zdyspergowaną strukturą. Nie zaobserwowano skupisk cząstek osadów oraz wody wolnej. Odnotowano, że wraz ze wzrostem dawki środka kondycjonującego osady tworzyły większe aglomeraty. Osady kondycjonowane charakteryzowały się większymi, bardziej sflokulowanymi, zbitymi cząstkami. Zaobserwowano, że stopień dyspersji maleje wraz ze wzrostem dawki polielektrolitu. Zauważono również, że wraz ze wzrostem dawki polielektrolitu rośnie ilość wody wolnej.

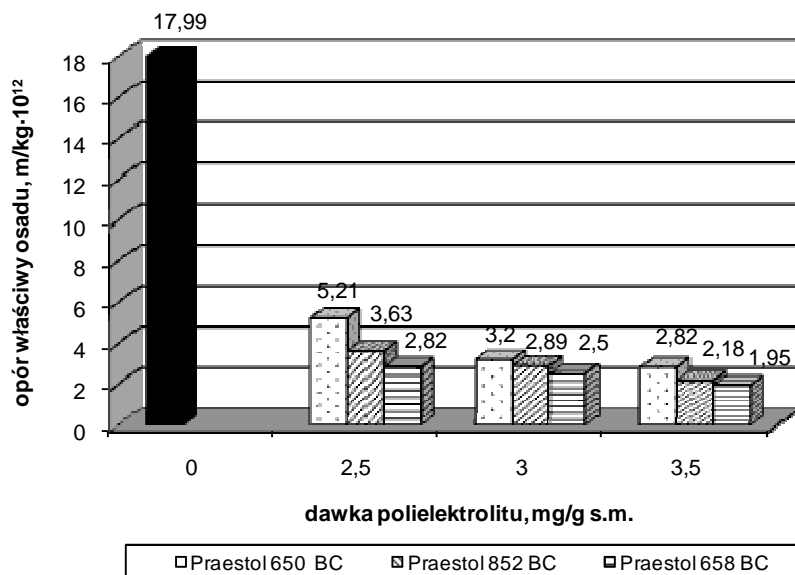


Rys. 2. Wpływ dawki polielektrolitu Praestol 658 BC na strukturę badanego osadu: a) osad niepreparowany, b) osad + dawka obniżona, c) osad + dawka najkorzystniejsza, d) osad + dawka podwyższona

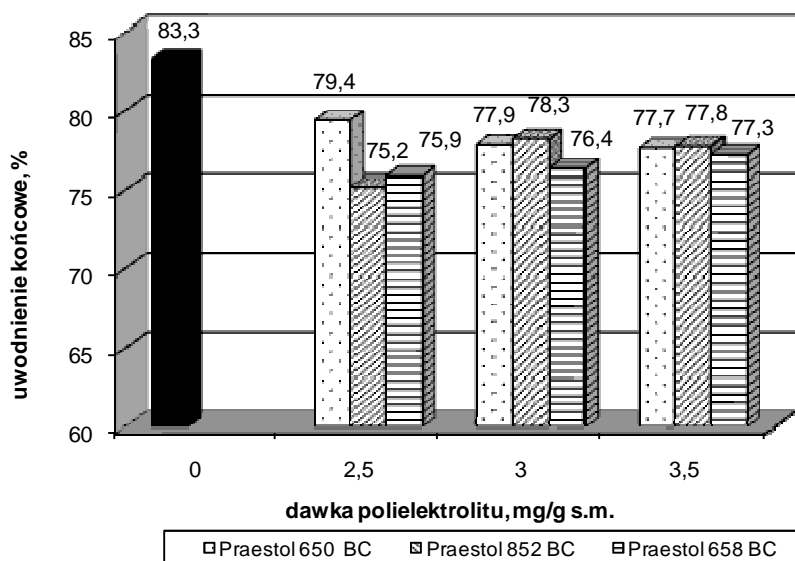
Odwadnianie osadów kondycjonowanych w procesie filtracji próżniowej skutkowało obniżeniem wartości oporu właściwego. Pomimo że proces fermentacji spowodował pogorszenie zdolności filtracyjnych osadu (o ok. 12,46 m/kg), dodanie polimeru wspomogło ten proces. Najlepszy rezultat uzyskano, stosując polielektrolit silnie kationowy (rys. 3). Najniższa wartość, jaką odnotowano, była 9-krotnie mniejsza od wartości oporu właściwego osadu niepreparowanego (dawka podwyższona Praestolu 658 BC -  $1,95 \cdot 10^{12}$  m/kg). Także zastosowanie polielektrolitu Praestol 852 BC w dawce podwyższonej pozwoliło na około 8-krotne obniżenie wartości oporu ( $2,18 \cdot 10^{12}$  m/kg).

Z przeprowadzonych badań wynika, że wzrost dawki polielektrolitu korzystnie wpływał na spadek oporu właściwego, jednak zazwyczaj prowadziło to również do wzrostu uwodnienia końcowego (rys. 4). Najniższą wartość uwodnienia końcowego zanotowano dla osadu kondycjonowanego Praestolem 852 BC i wynosiła ona

75,2%. Korzystny wpływ polielektrolitu stwierdzono dla próbki osadu przefermentowanego preparowanego Praestolem 650 BC, gdzie wartość uwodnienia wraz ze wzrostem dawki skutecznie malała.



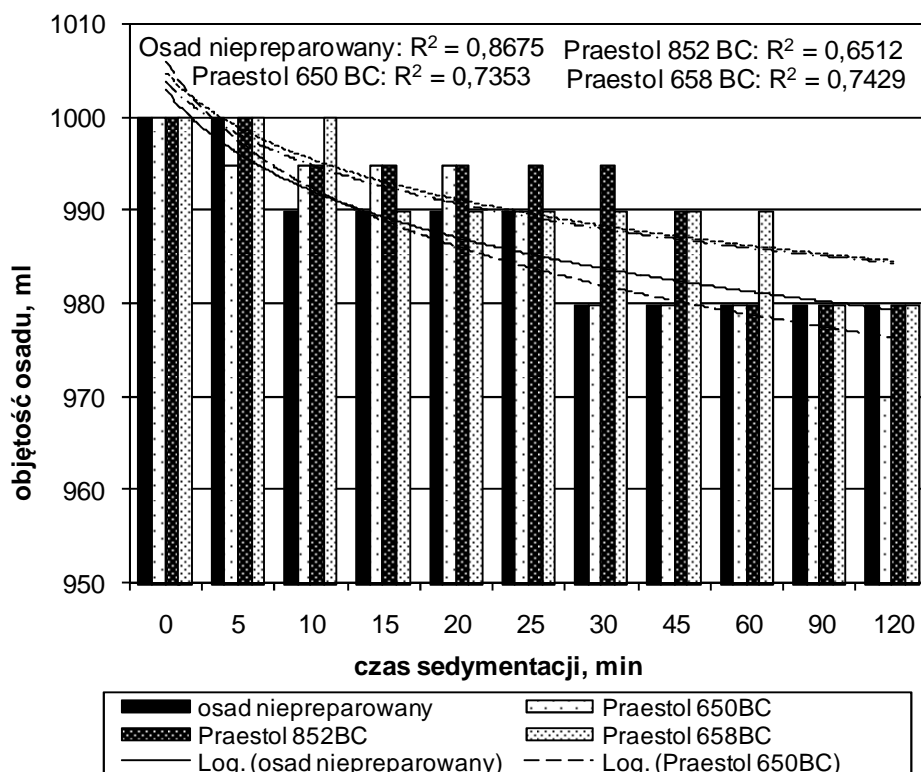
Rys. 3. Wpływ dawki polielektrolitu na opór właściwy osadu przefermentowanego



Rys. 4. Wpływ dawki polielektrolitu na uwodnienie końcowe osadu przefermentowanego

Poddając badane osady (Osad B) zagęszczaniu grawitacyjnemu, stwierdzono, że osad niepreparowany słabo ulegał zagęszczaniu, uzyskując po 120 min sedymen-

cji objętość końcową 980 cm<sup>3</sup> (rys. 5). Tylko dla osadu kondycjonowanego polielektrolitami w dawkach podwyższonych otrzymywano niższe wartości objętości końcowych osadu. Dla pozostałych dawek w większości przypadków osad słabiej ulegał zagęszczeniu w odniesieniu do osadu przefermentowanego niepreparowanego.



Rys. 5. Wpływ najkorzystniejszej dawki polielektrolitu na zagęszczanie badanego osadu

## Podsumowanie i wnioski

Według dotychczas przeprowadzonych badań [22] stwierdzono, że kondycjonowanie osadów nadmiernych polem ultradźwiękowym wpływa na zintensyfikowanie procesu hydrolizy, co przejawia się wzrostem stężenia lotnych kwasów tłuszczowych, stopniem przefermentowania osadów oraz zwiększoną produkcją biogazu.

Intensyfikacja procesu hydrolizy, warunkująca zwiększenie efektywności procesu stabilizacji, nie zawsze wpływała na poprawę zdolności ustabilizowanych osadów do odwadniania. Osady przefermentowane (Osad B) posiadały niższe wartości uwodnienia końcowego, jednakże ich zdolność filtracyjna oraz CSK były wyższe w odniesieniu do osadów nieprefermentowanych (Osad A).



Zastosowanie chemicznej modyfikacji osadów poprzez preparowanie odpowiednio dobraną dawką polielektrolitu spowodowało poprawę ich właściwości filtracyjnych. Osady kondycjonowane w porównaniu z osadami niepreparowanymi łatwiej ulegały procesom odwadniania. Kondycjonowanie osadów polielektrolitami wyraźnie wpłynęło na spadek wartości oporu właściwego osadów.

Wartości uwodnienia końcowego osadów kondycjonowanych były niższe od uwodnienia końcowego osadu niepreparowanego, jednakże nie zawsze uzyskano efekt korelacji spadku uwodnienia wraz ze wzrostem dawki polielektrolitu.

W czasie 2-godzinnej sedymentacji osady w różnym stopniu ulegały sedymentacji. Odnotowano, że osad niepreparowany słabo ulegał sedymentacji, a zastosowanie dawki polielektrolitu tylko w nieznacznym stopniu poprawiło efektywność zagęszczania.

Każda ingerencja w strukturę osadów ściekowych wpływała na ich parametry fizyczno-chemiczne. Zastosowanie pola ultradźwiękowego, przeprowadzenie procesu stabilizacji beztlenowej oraz kondycjonowanie osadów polielektrolitami wpływało na zmianę ich struktury, co odzwierciedlały wartości CSK, oporu właściwego i uwodnienia końcowego.

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1. Wstępne kondycjonowanie polem ultradźwiękowym osadów nadmiernych wpłynęło na poprawę stopnia ich dezintegracji. Po 25 dniach fermentacji metanowej otrzymano 66% stopień przefermentowania osadów.
2. Intensyfikacja procesu stabilizacji beztlenowej nie wpływała na poprawę efektywności odwadniania. Osady należało poddać końcowemu kondycjonowaniu, uzyskując w ten sposób lepszą ich zdolność do odwadniania.
3. Zastosowanie polielektrolitów poprawiało efektywność odwadniania. Zmiany te korelowały ze zmianami struktury - wzrostowi wielkości cząstek towarzyszył spadek wartości oporu właściwego osadów. Najniższe wartości oporu właściwego osadów nie zawsze pokrywały się z najlepszymi efektami ich odwadniania.

*Badania finansowane z projektu badawczego BG-401/402/10.*

## Literatura

- [1] Bień J., Osady ściekowe - teoria i praktyka, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2007.
- [2] Leschber R., Spinosa L., Developments in sludge characterization in Europe, Wat. Sci. Technol. 1998, 38, 2, 1-7.
- [3] Chu C.P., Lee D.J., Chang C.Y., Energy demand in sludge dewatering, Wat. Res. 2005, 39, 1858-1868.
- [4] Skalmowski K., Poradnik gospodarowania odpadami, Wydawnictwo Verlag Dashofer, Warszawa 1999.
- [5] Janosz-Rajczyk M., Dąbrowska L., Płoszaj J., Zmiany zawartości metali ciężkich podczas fermentacji metanowej kondycjonowanych osadów ściekowych, Inżynieria i Ochrona Środowiska 2003, 6, 2, 157-166.

- [6] Bień J.B., Zawieja I., Wpływ alkalicznego kondycjonowania osadów nadmiernych na intensyfikację produkcji biogazu w procesie stabilizacji beztlenowej, *Inżynieria i Ochrona Środowiska* 2005, 8, 2, 201-209.
- [7] Jaroszyński T., Socha Ł., Aktualny stan gospodarki osadowej w Polsce, *Mat. Konf. nt. Nowe spojrzenie na osady ściekowe - odnawialne źródła energii, część 1*, Częstochowa 2003, 230-242.
- [8] Zielewicz-Madej E., Szwabowska E., Fukas-Płonka Ł., Kawczyński A., Zmiany odwadnialności osadu w procesie fermentacji, *Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna nt. Problemy gospodarki osadowej w oczyszczalniach ścieków*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1993, 69-77.
- [9] Pietraszek P., Podedworna J., Ćwiczenia laboratoryjne z technologii osadów ściekowych, *Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej*, Warszawa 1992.
- [10] Bień J.B., Matysiak B., Bień J.D., Charakterystyki reologiczne osadów ściekowych kondycjonowanych polielektrolitami, *Mat. Konf. nt. Osady ściekowe - problem aktualny*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa-Ustroń 2001, 30-39.
- [11] Lee C.H., Liu J.C., Sludge dewaterability and floc structure in dual polymer conditioning, *Advances in Environmental Research* 2001, 5, 129-136.
- [12] Raport „Badania osadów ściekowych z Zakładu Produkcyjnego „Jurajska”, *Instytut Ekologii i Terenów Uprzemysłowionych*, Katowice 2009.
- [13] Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J., *Fizyczno-chemiczne badania wody i ścieków*, Arkady, Warszawa 1999.
- [14] *Polskie Normy (PN-91/C-04540/05)*, Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.
- [15] *Polskie Normy (PN-EN-12879)*, Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.
- [16] *Polskie Normy (PN-75/C-04616/04)*, Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.
- [17] *Polskie Normy (PN-74/C-04540/00)*, Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.
- [18] *Polskie Normy (PN-74/C-04540/00)*, Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.
- [19] *Polskie Normy (PN-74/C-04578/03)*, Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.
- [20] *Polskie Normy (PN-ISO 5664:2002)*, Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.
- [21] *Polskie Normy (PN-73/C-04576/14)*, Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa.
- [22] Zawieja I., Wolny L., Wolski P., Influence of excessive sludge conditioning on the efficiency of anaerobic stabilization process and biogas generation, *Desalination* 2008, 222, 374-381.

## The Impact of Conditioning of Stabilized Excess Sewage Sludge on Water Removal

Sewage sludge volume and water content are very important in sludge treatment and disposal. To improve the sludge properties as well as the structure sewage sludge was subjected to conditioning treatments which allowed to remove more water from the sludge during the process of dewatering. The aim of the presented investigations was to determine the relationships between the excess sludge conditioning with ultrasonic field which affect the sludge biodegradability and the improvement of sludge dewatering efficiency. The mixture of excess sludge from food industry (90%) with fermented sludge (10%) was used for the investigations. In the first stage of the investigations the sludge was initially disintegrated by ultrasounds in order to intensify the process of anaerobic stabilization. The most advantageous amplitude of ultrasonic field was  $A = 36.6 \mu\text{m}$  and the sonification time was 240 s. The monitoring of the disintegration effect was based on the changes in chemical oxygen demand (COD) value and volatile fatty acids (VFA) of sludge liquid. In the next stage the series of experiments were conducted to determine the susceptibility towards dewatering of the stabilized excess sludge after 25 days of mesophilic fermentation. Before dewatering in the vacuum filtration process the sludge was conditioned with polyelectrolytes belonging to the Praestol group. The preliminary conditioning of the excess sludge with ultrasonic field im-

proved disintegration degree. After 25 days of fermentation the digestion degree was 66% and the decrease of the final sludge volume by 6.1% in comparison to non-stabilized sludge was observed. Other conditioning treatments included the application of polyelectrolytes. In result the decrease in sludge resistance was obtained. At the same time the structure of conditioned sludge was observed.

**Keywords:** excess sludge, ultrasonic field, methane fermentation, conditioning, water content