



## **ZASTOSOWANIE INNOWACYJNEJ INSTALACJI DO ODWADNIANIA I UNIESZKODLIWIANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH Z OCZYSZCZALNI PRZYDOMOWYCH**

*Krzysztof Józwiakowski, Michał Marzec, Aneta Pytka, Magdalena Gizińska*  
*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

### **APPLICATION OF AN INNOVATIVE SYSTEM FOR DEHYDRATION AND DISPOSAL OF SEWAGE SLUDGE FROM HOUSEHOLD SEWAGE TREATMENT PLANTS**

#### *Streszczenie*

Celem pracy jest przedstawienie możliwości zastosowania innowacyjnej instalacji do odwadniania i unieszkodliwiania osadów ściekowych z oczyszczalni przydomowych, opracowanej w zgłoszeniu patentowym nr P-387607. Badany obiekt wykonano w pełnej skali technicznej w 2012 roku przy gospodarstwie indywidualnym w miejscowości Jastków koło Lublina. Założono, że głównym efektem procesów zachodzących w badanej instalacji będzie zmniejszenie objętości i uwodnienia osadów oraz ich higienizacja. Proces odwadniania osadów w badanej instalacji polegał na napełnianiu 4 worków osadem surowym z osadnika gnilnego 1 raz w tygodniu w okresie od 24 września 2012 r. do 21 stycznia 2013 r. Osad dozowano przez 18 tygodni, a jednorazowa jego dawka do jednego worka wynosiła około 50 dm<sup>3</sup>. W sumie do każdego z worków w badanym okresie dopłynęło około 900 dm<sup>3</sup> osadów o uwodnieniu 99,5%. W trakcie pracy instalacji do worków raz w tygodniu dozowano preparat ProBio Emy w dawkach: 0, 5, 10 i 50 ml. W sumie w całym okresie funkcjonowania instalacji do każdego z worków dodano odpowiednio 0, 90, 180 i 900 ml preparatu ProBio Emy. Tydzień po zakończeniu procesu odwadniania osadów ściekowych i aplikowania preparatu ProBio EMy w każdym z worków znajdowało się od 5,5-7 kg osadów o uwodnieniu 64,2–78,6%. Dzięki zastosowaniu preparatu Pro Bio Emy w dawce 1 dm<sup>3</sup> ProBio EM/5000 dm<sup>3</sup> osadów w badanej instalacji możliwe było skuteczne odwadnianie

osadów ściekowych do uwodnienia około 64%, a ich stan skupienia był porównywalny do mokrej ziemi. W badanych próbach odwodnionych osadów ściekowych z dodatkiem i bez dodatku preparatu ProBio EMy nie zaobserwowano znaczących różnic w zawartości analizowanych wskaźników chemicznych. W żadnej z badanych prób osadów nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych stężeń metali ciężkich i nie wykryto bakterii z gatunku *Salmonella* oraz nie stwierdzono obecności żywych jaj pasożytów jelitowych. Stwierdzono, że osady ściekowe z przydomowej oczyszczalni po odwodnieniu i unieszkodliwieniu w badanej instalacji, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r. „W sprawie komunalnych osadów ściekowych” mogą być wykorzystywane w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne. Badania wykonywano jednak w warunkach zimowych, dlatego należy je traktować jako wstępne. Konieczne jest przeprowadzenie jeszcze dalszych badań w okresie letnim. Testowana instalacja z dużym powodzeniem może być wykorzystywana w praktyce na szerszą skalę do odwadniania i unieszkodliwiania osadów ściekowych z osadników gnilnych oczyszczalni przydomowych. Dzięki jej zastosowaniu można wykluczyć konieczność wywożenia osadów z osadnika gnilnego za pomocą wozów asenizacyjnych, a co za tym idzie ograniczyć koszty eksploatacji oczyszczalni przydomowych.

**Słowa kluczowe:** osady ściekowe, odwadnianie, unieszkodliwianie, oczyszczalnie przydomowe, osadnik wstępny, Probio-Emy

### *Summary*

*The paper presents the possibility of applying innovative systems for dewatering and disposal of sewage sludge from sewage treatment, developed in the patent application No. P-387607. The test object is made in full industrial scale in 2012, the private farm in the town of Jastków near Lublin. It was assumed that the main effect of the processes taking place in the test system will reduce the volume and hydrate deposits and their hygienisation. The dewatering system in the study consisted of filling 4 bags of raw sludge from the septic tank one time a week in the period from 24 September 2012 to 21 January 2013, the precipitate was dosed for 18 weeks, and his one-time dose of one bag of about 50 dm<sup>3</sup>. In total, each of the bags in the period landed about 900 dm<sup>3</sup> sediment hydration of 99.5%. During operation of the plant bags weekly ProBio Em dosed at doses of 0, 5, 10 and 50 ml. In total, for the entire duration of the installation for each of the bags were added 0, 90, 180, and 900 ml of ProBio Em. A week after the completion of the dewatering of sewage sludge and applying the preparation ProBio Em in any of the bags was from 5.5-7 kg of hydrated sediments 64,2-78,6%. Thanks to the preparation Pro Bio Em*

at 1 dm<sup>3</sup> dm<sup>3</sup> ProBio EM/5000 sediment in the test system can be effective dewatering of sewage sludge to hydrate about 64%, and its physical state was comparable to the wet ground. The tested samples dehydrated sewage sludge with and without the addition of preparation ProBio Em observed no significant differences in the content of the analyzed chemical indicators. None of the tested samples of sediment were not exceeding the permissible concentrations of heavy metals have been detected with Salmonella bacteria, and there was no presence of live eggs of intestinal parasites. It was found that sludge from household sewage after dewatering and disposal in the test system, as Regulation of the Minister of Environment of 13 July 2010 „On the municipal sewage sludge” can be used in agriculture and land reclamation for agricultural purposes. However, research carried out in winter, so they should be treated as preliminary. It is necessary to have further testing during the summer. A test system can successfully be used in practice on a wider scale dewatering and disposal of sewage sludge from septic tanks sewage treatment plant. Thanks to its use can eliminate the need to dumping of sludge from the septic tank using vacuum trucks and thereby reduce operating costs sewage treatment plant.

**Key words:** sewage sludge, dewatering, disposal, households sewage treatment plants, primary settling tank, Probio-Em

## WSTĘP

Osady ściekowe są ubocznym produktem technologii oczyszczania ścieków, zawierają ponad połowę zanieczyszczeń docierających do oczyszczalni wraz ze ściekami surowymi [Bauman-Kaszubska, Sikorski 2008]. Osad ściekowy zawiera wiele szkodliwych dla środowiska przyrodniczego związków, ale także dużo wartościowych dla rolnictwa składników pokarmowych i substancji organicznych [Kazanowska, Szmaciło 2012]. W ostatnich latach obserwuje się zwiększone zainteresowanie problematyką zagospodarowania osadów ściekowych, odzyskiem składników użytecznych, przy jednoczesnym zabezpieczeniu środowiska naturalnego przed skażeniem, np. gleb i wód metalami ciężkimi lub patogenami zawartymi w osadach [Marciniak-Kowalska, Piękoś 2005].

Najefektywniejszą metodą zagospodarowania osadów ściekowych jest ich przyrodnicze wykorzystanie, jeżeli tylko spełniają one określone w przepisach wymagania. Umiejętne stosowanie osadów poprawia strukturę gleby i zasila ją w składniki pokarmowe, natomiast źle prowadzone, powoduje skażenie

środowiska glebowego oraz zanieczyszczenie warstw położonych niżej, w tym wód podziemnych [Bień i in. 1998; Rosik-Dulewska 2000].

W każdej oczyszczalni powstają osady o odmiennych właściwościach fizyko – chemicznych. Wspólną cechą wszystkich osadów ściekowych jest ich wysokie uwodnienie wynoszące 95-99%, duża zawartość związków organicznych, łatwość zagniwania, występowanie związków biogennych (azot, fosfor), związków specyficznych, drobnoustrojów chorobotwórczych (bakterie, wirusy, grzyby, jaja pasożytów). Procesy przeróbki osadów są prowadzone w taki sposób, aby uzyskać osad o takich właściwościach, które umożliwiają jego dalsze bezpieczne zagospodarowanie (Fukas-Płonka 2007). Jednym z takich procesów jest odwadnianie osadów, które ma na celu zmniejszenie ich objętości i masy, poprzez usunięcie wody. Odwadnianie osadów stało się szczególnie istotne w sytuacji, gdy opłaty za korzystanie ze środowiska i składowanie odpadów zaczęto naliczać w zależności od masy i uwodnienia osadu odprowadzanego z oczyszczalni. W wyniku procesu odwadniania następuje rozdział osadu na „suchy placek” i „czysty”, pozbawiony zawiesziny odciek. Unieszkodliwianie odwodnionego osadu zazwyczaj odbywa się poprzez zastosowanie procesu higienizacji (najczęściej za pomocą wapna) w celu likwidacji bakterii i grzybów chorobotwórczych. Po zastosowaniu procesu higienizacji osad może być zagospodarowany na terenie własnego gospodarstwa na cele rolnicze lub do rekultywacji terenów zdegradowanych.

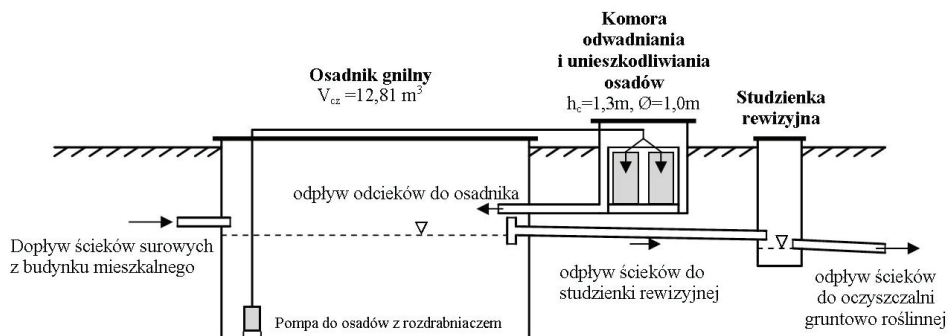
Obecnie osady ściekowe wytwarzane w przydomowych oczyszczalniach najczęściej są wywożone za pomocą wozów asenizacyjnych do zbiorczych oczyszczalni. Jest to kłopotliwe i wiąże się z dużymi kosztami dla użytkownika oczyszczalni przydomowej. W związku z tym czasami osady (choć jest to niedopuszczalne) są odprowadzane w stanie niestabilizowanym do środowiska przyrodniczego, przez co mogą powodować jego zanieczyszczenie i degradację.

Celem pracy jest przedstawienie możliwości zastosowania innowacyjnej instalacji do odwadniania i unieszkodliwiania osadów ściekowych z oczyszczalni przydomowych, wykonanej według zgłoszenia patentowego nr P-387607 [Józwiakowski 2009]. Podejmując problem badawczy przyjęto założenie, że głównym efektem procesów zachodzących w badanej instalacji będzie zmniejszenie objętości i uwodnienia osadów oraz ich higienizacja. Podczas badań do wspomaganie procesu odwadniania i unieszkodliwiania osadów ściekowych wykorzystywano preparat mikrobiologiczny o nazwie ProBio Emy.

## MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

### Charakterystyka obiektu badawczego.

Badania wykonywano w pełnej skali technicznej, przy gospodarstwie indywidualnym w miejscowości Jastków koło Lublina w prototypowej instalacji do odwadniania i unieszkodliwiania osadów ściekowych (rys. 1, fot. 1).



**Rysunek 1.** Schemat technologiczny instalacji do odwadniania i unieszkodliwiania osadów z osadnika gnilnego przydomowej oczyszczalni ścieków w Jastkowie (Józwiakowski 2012)

**Figure 1.** Technological scheme of installation for dehydration and disposal sludge from septic tank of household sewage treatment plant in Jastków (Józwiakowski 2012)

Komorę do odwadniania i unieszkodliwiania osadów wykonano z kręgów betonowych o wysokości całkowitej 1,3 m i średnicy 1,0 m. Zainstalowano ją w odległości 1m od jednokomorowego osadnika gnilnego przydomowej oczyszczalni ścieków (fot. 1, rys. 1). W ścianie komory do odwadniania przy dnie wykonano otwór odpływowy o średnicy 110 mm, a następnie podłączono rurę do odprowadzania odcieków do osadnika gnilnego. Na dnie osadnika zainstalowano pompę zatapialną z rozdrabniaczem (WQ 10-10-0,75), która została podłączona do rurociągu PCV o średnicy  $\text{Ø} = 50 \text{ mm}$ , transportującego osady z osadnika do komory odwadniania (rys. 1).

Proces odwadniania osadów w badanej instalacji polegał na napełnianiu 4 worków osadem surowym z osadnika gnilnego 1 raz w tygodniu w okresie od 24 września 2012 r. do 21 stycznia 2013 r. W sumie osad aplikowano przez okres 18 tygodni, a jednorazowa jego dawka do jednego worka wynosiła około  $50 \text{ dm}^3$ . W sumie do każdego z worków w badanym okresie dopłynęło około  $900 \text{ dm}^3$  osadów o uwodnieniu 99,5%.



a – widok z boku, b – widok z góry (przed napełnieniem worków osadem),  
c – widok z góry (po napełnieniu worków osadem)  
a – side view, b – view from the top (before filling the bags of sediment)  
c – view from the top (after filling the bags of sediment)

**Fotografia 1.** Instalacja do odwadniania i unieszkodliwiania osadów z osadnika gnilnego przydomowej oczyszczalni ścieków w Jastkowie

**Photo 1.** Installation for dehydration and disposal sludge from septic tank of household sewage treatment plant in Jastków

### **Metodyka aplikacji preparatu mikrobiologicznego ProBio Emy.**

W ramach badań ustalono, że preparat ProBio Emy (określany pod handlową nazwą jako EmFarma Plus) będzie aplikowany do trzech worków z odwadnianym osadem w następujących ilościach: 1) 1 dm<sup>3</sup> ProBio EM/1000 dm<sup>3</sup> osadu, 2) 1 dm<sup>3</sup> ProBio EM/5000 dm<sup>3</sup> osadu, 3) 1 dm<sup>3</sup> ProBio EM/10000 dm<sup>3</sup> osadu. Aby zrealizować przyjęte założenie, w trakcie pracy badanej instalacji do 3 worków raz w tygodniu dozowano preparat ProBio Emy w następujących dawkach: 5, 10 i 50 ml. W sumie w okresie funkcjonowania instalacji do każdego z worków dodano odpowiednio 90, 180 i 900 ml preparatu ProBio Emy. Do jednego z worków preparatu nie dodawano i osad w nim odwadniany stanowił próbę kontrolną.

### **Charakterystyka preparatu ProBio Emy.**

W skład kompleksu mikroorganizmów stanowiących preparat ProBio Emy wchodzi 14 różnych szczepów drobnoustrojów powszechnie występujących w środowisku naturalnym. Są to przede wszystkim: bakterie kwasu mlekowego – *Lactobacillus* spp. i *Streptococcus* sp., drożdże – *Saccharomyces* sp., bakterie fotosyntetyczne – *Rhodospseudomonas* spp. i inne pożyteczne bakterie – np. *Bacillus* sp. [SCD Probiotics 2010].

Kultury bakterii, wchodzące w skład preparatu ProBio Emy działają synergistycznie i hamują wzrost chorobotwórczych bakterii przez konkurencyjne wykluczenia. Konkurencyjne wykluczenie następuje wtedy, gdy dwa gatunki konkurują ze sobą o jedno źródło pożywienia. Mikroorganizmy cechujące się większą efektywnością absorpcji, pobierają większość żywności, rosną i rozmnażają się szybciej, a ostatecznie wypierają mikroorganizmy patogenne [SCD Probiotics 2010]. Preparat ProBio Emy zawiera mikroorganizmy, które wytwarzają enzymy rozkładające związki pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, w tym szczególnie uciążliwe odory – siarkowodór i amoniak. Drobnoustroje zawarte w preparacie ProBio Emy są zdolne do przeżycia w ekstremalnych warunkach temperatury (5-50°C) i pH (2-14). Każdy szczep bakterii występujący w preparacie ProBio Emy jest całkowicie naturalny i nie modyfikowany genetycznie oraz nie patogeny, czyli całkowicie przyjazny dla zdrowia ludzi, zwierząt i roślin [Schneider 2009].



Z licznych praktycznych zastosowań wynika, że ProBio Emy z wysoką skutecznością mogą wspomagać proces odwadniania i unieszkodliwiania osadów pochodzących z oczyszczalni ścieków [Józwiakowski i in. 2009].

### **Metodyka badań osadów ściekowych.**

Tydzień po zakończeniu dozowania osadów ściekowych i aplikowania preparatu ProBio EMy w każdym z worków znajdowało się od 5,5-7 kg osadów o uwodnieniu 64,2–78,6%. W próbach odwodnionych osadów ściekowych pobranych do badań laboratoryjnych bezpośrednio po zakończeniu pracy instalacji oraz po 3 miesiącach ich składowania określano: pH, zawartość suchej masy, zawartość substancji organicznej, stężenie azotu ogólnego i amonowego, fosforu ogólnego, wapnia i magnezu, jak również zawartości metali ciężkich: ołowiu, kadmu, rtęci, niklu, cynku, miedzi i chromu. Ponadto wykonano badania na obecność w osadach bakterii chorobotwórczych z rodzaju *Salmonella* oraz liczby żywych jaj pasożytów jelitowych: *Ascarsis sp.*, *Trichuris sp.*, *Toxocara sp.* Badania osadów wykonywano zgodnie z polskimi normami w akredytowanym laboratorium firmy SGS EKO-PROJEKT [2013]. Ponadto w Laboratorium Analityki Wód i Ścieków Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, w osadzie dozowanym do instalacji do odwadniania w grudniu 2012 r. oznaczono: substancję organiczną – metodą prażenia w piecu muflowym w temp. 600°C, a zawartość suchej masy – metodą suszenia w temp. 105°C.

Na podstawie uzyskanych wyników badań i w odniesieniu do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r. „w sprawie komunalnych osadów ściekowych”, określono przydatność zastosowania przetworzonego osadu:

- w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne,
- do rekultywacji terenów na cele nie rolne,
- przy dostosowywaniu gruntów do określonych potrzeb wynikających z planów gospodarki odpadami, planów zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu, do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i produkcji pasz.



## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Na podstawie wykonanych badań można stwierdzić, że wszystkie próby osadów ściekowych z testowanej instalacji mogą być wykorzystywane przyrodniczo (tab. 1).

**Tabela 1.** Wyniki analiz chemicznych w odwodnionych osadach ściekowych w styczniu i kwietniu 2013 r.

**Table 1.** Results of chemical analyzes dehydrated sewage sludge in January and April 2013

Parametry; Parameters	Jednostka; unit	Kontrola; a control 0 ml ProBio EM		5 ml ProBio EM		10 ml ProBio EM		50 ml ProBio EM	
		I	IV	I	IV	I	IV	I	IV
pH		7,4	7,0	7,7	7,2	8,0	7,1	7,1	7,2
Sucha masa; Dry matter	%	29,3	34,4	35,3	35,3	35,8	35,5	21,4	33,8
Substancja organiczna; The organic matter	% s.m.	57,8	54,9	57,0	58,0	59,1	55,6	58,5	54,8
Fosfor ogólny; Total phosphorus	% s.m.	0,58	0,59	0,61	0,60	0,56	0,61	0,61	0,59
Azot ogólny; Total nitrogen	% s.m.	1,88	1,75	1,83	1,98	1,73	1,89	1,78	1,60
Azot amonowy; Ammonium nitrogen	% s.m.	0,20	<0,10	0,17	0,10	0,18	0,11	0,21	0,11
Wapń; Calcium	% s.m.	4,09	4,01	3,96	3,75	3,87	3,80	4,04	3,60
Magnez; Magnesium	% s.m.	0,56	0,53	0,48	0,52	0,51	0,52	0,55	0,50

Odczyn badanych prób osadu był słabo zasadowy – 7,0-8,0 pH, a zawartość substancji organicznej wynosiła poniżej 60 % s.m. Stężenie fosforu ogólnego kształtowało się w zakresie 0,56-0,61 % s.m., natomiast azotu ogólnego

było trzykrotnie wyższe i wahało się w przedziale 1,60-1,98 % s.m. Nie były to zatem tak wysokie wartości, jak w osadach z oczyszczalni ścieków w Suwałkach, gdzie zawartość substancji organicznej wynosiła 62,7-72,0 % s.m., a ilość makroskładników, tj.: fosforu ogólnego i azotu ogólnego wynosiła odpowiednio 2,87-3,99 % s.m i 5,2-7,47 % s.m. [Kazanowska, Szmaciło 2012]. Inne wartości analizowanych wskaźników stwierdzono natomiast w przypadku osadów z oczyszczalni w Nowym Sączu. W obiekcie tym zawartość substancji organicznej wynosiła około 38 % s.m., fosforu ogólnego 1,53 % s.m., a azotu ogólnego – 2,24 % s.m.. Odczyn tego osadu był zasadowy – pH = 10,44, co świadczy o tym, że do jego higienizacji stosowano wapno [Marciniak-Kowalska, Piękoś 2005].

W tabeli 2 przedstawiono wyniki analiz zawartości metali ciężkich w próbach osadów pobranych z badanej instalacji. Zawartości metali ciężkich: kadmu, miedzi, niklu, ołowiu, cynku, rtęci oraz chromu we wszystkich badanych próbach osadu były niewielkie i nie przekraczały dopuszczalnych norm ustalonych określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r. Analizowane osady ściekowe charakteryzowały się jednak nieco wyższą zawartością metali ciężkich w porównaniu do osadów pochodzących z obiektów w Nowym Sączu [Marciniak-Kowalska, Piękoś 2005] i Suwałkach [Kazanowska, Szmaciło 2012].

Aby osad ściekowy można było zagospodarować przyrodniczo należy również określić jego parametry higieniczno-sanitarne. Stan sanitarny badanych osadów ściekowych przeanalizowano na podstawie obecności żywych jaj pasożytów przewodu pokarmowego człowieka (*Ascarsis sp.*, *Trichuris sp.*, *Toxocara sp.*) i bakterii z rodzaju *Salmonella* (tab. 3).

Zarówno bezpośrednio po zakończeniu pracy badanej instalacji, jak również po 3 miesiącach składowania osadów w żadnej z analizowanych prób nie wykryto bakterii z rodzaju *Salmonella* oraz jaj pasożytów jelitowych (*Ascaris sp.*, *Trichuris sp.*, *Toxocara sp.*). Tym samym zostały spełnione kolejny warunek określony w Rozporządzeniu MŚ z dnia 13 lipca 2010 r., umożliwiający wykorzystanie badanych osadów do celów rolniczych. Również w osadach ściekowych pochodzących z oczyszczalni ścieków w Nowym Sączu nie stwierdzono obecności bakterii z gatunku *Salmonella* i żadnych pasożytów jelitowych człowieka [Marciniak-Kowalska, Piękoś 2005].

**Tabela 2.** Zawartość metali ciężkich w odwodnionych osadach ściekowych w styczniu i kwietniu 2013 r.

**Table 2.** The content of heavy metals in dehydrated sludge in January and April 2013

Parametry; Parameters [mg·kg s.m. <sup>-1</sup> ]	Kontrola; a control 0 ml ProBio EM		5 ml ProBio EM		10 ml ProBio EM		50 ml ProBio EM		Stężenie do- puszczalne* Concentration limits [mg·kg s.m. <sup>-1</sup> ]
	I	IV	I	IV	I	IV	I	IV	
Kadm(Cd); Kadmium	3,43	3,84	3,51	3,50	3,24	3,80	3,44	3,31	20
Miedź (Cu); Cooper	851	948	809	872	764	0,52	846	792	1000
Nikiel (Ni); Nickel	11,6	13,3	17,0	13,6	14,9	11,5	11,7	28,2	300
Ołów (Pb); Lead	29,9	29,6	39,4	28,5	25,4	27,7	26,2	25,1	750
Cynk (Zn); Zinc	2157	2022	2115	1997	1843	1938	1890	1984	2500
Rtęć (Hg); Mercury	0,24	0,24	0,28	0,13	0,36	0,18	0,38	0,54	16
Chrom (Cr); Chromium	23,2	24,1	22,2	21,5	22,0	21,3	22,3	19,8	500

Stężenie dopuszczalne\* – według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 roku w sprawie komunalnych osadów ściekowych

Concentration limits\* – according to the Minister of Environment of 13 July 2010 on municipal sewage sludge

Jak już wcześniej wspomniano osady ściekowe charakteryzują się zazwyczaj bardzo wysokim uwodnieniem 95-99%. Podobną wartość uwodnienia – 99,5% zanotowano w przypadku surowych osadów ściekowych dozowanych do badanej instalacji. Tydzień po zakończeniu pracy instalacji najniższe uwodnienie – 64,2-64,7% stwierdzono w próbkach osadów, do których preparat ProBio EMy dozowano w dawce 5 i 10ml/tydzień, najwyższe zaś – 78,6% przy dawce 50ml/tydzień. W kontrolnej próbie osadu (0ml ProBio EM/tydzień) uwodnienie wynosiło 70,7% (rys. 2). Uzyskane wyniki badań wskazują, że dzięki zastosowaniu preparatu Pro Bio Emy w dawce 1 dm<sup>3</sup> ProBio EM/5000 dm<sup>3</sup> osadów w badanej instalacji możliwe było skuteczne odwadnianie osadów ściekowych do uwodnienia na poziomie około 64%, a ich stan skupienia był porównywalny do mokrej ziemi (fot. 2).

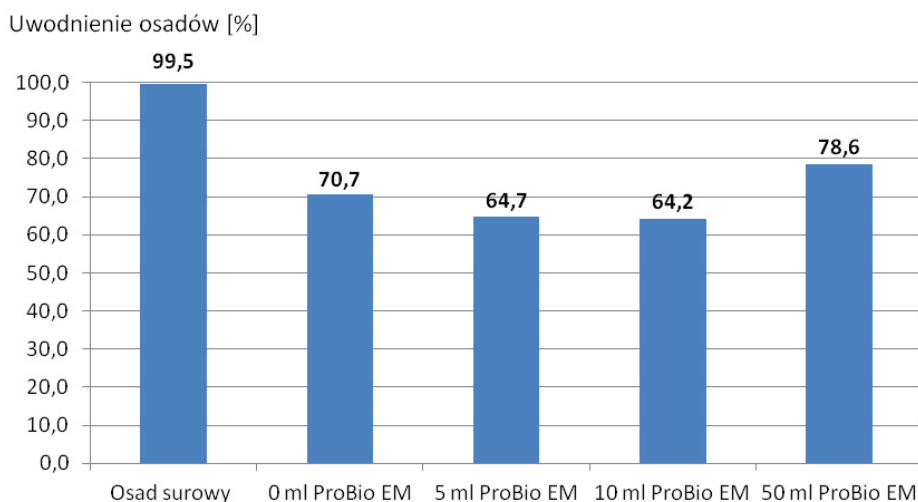
**Tabela 3.** Wyniki badań bakteriologicznych prób odwodnionych osadów ściekowych w styczniu i kwietniu 2013 r.

**Table 3.** The results of bacteriological tests dehydrated sewage sludge in January and April 2013

Parametry; Parameters	Jednostka; Unit	Kontrola; a control 0 ml ProBio EM		5 ml ProBio EM		10 ml ProBio EM		50 ml ProBio EM	
		I	IV	I	IV	I	IV	I	IV
Obecność bakterii chorobotwórczych z rodzaju <i>Salmonella</i> ; The presence of pathogenic bacteria <i>Salmonella</i>	-	ns*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Liczba żywych jaj pasożytów jelitowych <i>Ascaris sp.</i> Number of live eggs of intestinal parasites <i>Ascaris sp.</i>	liczba/kg s.m. number/kg d.m.	0	0	0	0	0	0	0	0
Liczba żywych jaj pasożytów jelitowych <i>Trichuris sp.</i> Number of live eggs of intestinal parasites <i>Trichuris sp.</i>	liczba/kg s.m. number/kg d.m.	0	0	0	0	0	0	0	0
Liczba żywych jaj pasożytów jelitowych <i>Toxocara sp.</i> Number of live eggs of intestinal parasites <i>Toxocara sp.</i>	liczba/kg s.m. number/kg d.m.	0	0	0	0	0	0	0	0

ns\* – nie stwierdzono; not found

Uzyskane wyniki badań wskazują, że bezpośrednio po zakończeniu procesu odwadniania najwyższą zawartość substancji organicznej – 59,1% stwierdzono w próbce osadów do których preparat ProBio EMy dozowano w dawce 10ml/tydzień, najniższą zaś – 57,0% w osadach, do których preparat ProBio EMy dozowano w dawce 5ml/tydzień. W pozostałych próbach osadów zawartość substancji organicznej wynosiła od 57,2 – 58,5% (rys. 3).



**Rysunek 2.** Uwodnienie surowych osadów ściekowych dozowanych do badanej instalacji oraz osadów po odwodnieniu przy różnych dawkach preparatu ProBio Emy tydzień po zakończeniu pracy instalacji

**Figure 2.** Hydration of raw sewage sludge dosed to the test system and sludge after dewatering at different dosing regimens of ProBio Emy one week after the end of work installation

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Zaprezentowana w pracy instalacja była stosowana wyłącznie do odwadniania surowych osadów wstępnych z osadnika gnilnego, jednak może ona mieć jeszcze szersze zastosowanie, gdyż można w niej również odwadniać osad nadmierny powstający w przydomowych oczyszczalniach z osadem czynnym lub w systemach hybrydowych. Na podstawie uzyskanych wyników badań można wyciągnąć następujące wnioski:

Tydzień i trzy miesiące po zakończeniu procesu odwadniania i unieszkodliwiania osadów ściekowych w badanej instalacji nie zaobserwowano znaczących różnic w zawartości badanych wskaźników zanieczyszczeń w osadach ściekowych bez dodatku preparatu ProBio EMy oraz z jego dodatkiem, przy różnych dawkach.



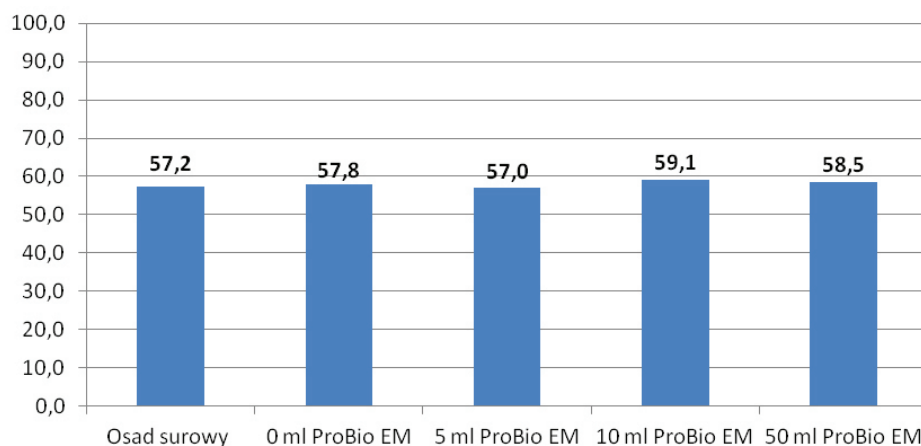
**Fotografia 2.** Osady ściekowe po odwodnieniu w badanej instalacji

**Photo 2.** Sewage sludge after dewatering in the test system

Bez względu na dawkę preparatu ProBio EMy nie odnotowano przekroczenia dopuszczalnych stężeń metali ciężkich w badanych osadach. Nie wykryto w nich również bakterii z gatunku *Salmonella* oraz nie stwierdzono obecności jaj pasożytów jelitowych człowieka (*Ascaris sp.*, *Trichuris sp.*, *Toxocara sp.*).

Dzięki zastosowaniu preparatu Pro Bio Emy w dawce 1 dm<sup>3</sup> ProBio EM/5000 dm<sup>3</sup> osadów w badanej instalacji możliwe było skuteczne odwadnianie osadów ściekowych (do uwodnienia około 64%), a ich stan skupienia był porównywalny do mokrej ziemi.

Zawartość substancji organicznej [%]



**Rysunek 3.** Zawartość substancji organicznej w surowych osadach ściekowych dozowanych do badanej instalacji oraz w osadach po odwodnieniu przy różnych dawkach preparatu ProBio Emy tydzień po zakończeniu pracy instalacji

**Figure 3.** The content of organic matter in the raw sludge dosed to the test system and in sludge after dewatering at different dosing regimens of ProBio Emy one week after the end of work installation

Przeprowadzone badania wykazały, że osady ściekowe z przydomowej oczyszczalni, po odwodnieniu i unieszkodliwieniu w badanej instalacji mogą być wykorzystywane w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne. Badania wykonywano jednak w warunkach zimowych, dlatego należy je traktować jako wstępne. Konieczne jest przeprowadzenie jeszcze dalszych badań w dłuższym okresie czasu.

Przeprowadzone badania wykazały, że testowana instalacja z dużym powodzeniem może być wykorzystywana w praktyce na szerszą skalę w celu odwadniania i unieszkodliwiania osadów ściekowych z osadników gnilnych oczyszczalni przydomowych. Dzięki jej zastosowaniu można wykluczyć konieczność wywożenia osadów z osadnika gnilnego za pomocą wozów asenizacyjnych, a co za tym idzie ograniczyć koszty eksploatacji oczyszczalni przydomowych.



*Instalację badawczą oraz jej badania wykonano w ramach tematu badawczego pt. „Wykorzystanie preparatu ProBio Emów do odwadniania i unieszkodliwiania osadów ściekowych z oczyszczalni przydomowych oraz przetwarzania ich na nawóz mineralno-organiczny”, zleconego przez Departament Gospodarki i Innowacji Urzędu Marszałkowskiego woj. lubelskiego w Lublinie i finansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach projektu systemowego „Wsparcie Regionalnej Sieci Współpracy” Program Operacyjny Kapitał Ludzki 2007-2013, Priorytet VIII Regionalne kadry gospodarki, Działanie 8.2. Transfer wiedzy, Poddziałanie 8.2.2. Regionalne Strategie Innowacji.*

## BIBLIOGRAFIA

- Bauman-Kaszubska H., Sikorski M. *Możliwości rolniczego i przyrodniczego wykorzystania osadów ściekowych na przykładzie wybranych obiektów*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 526, 2008, 303-310.
- Bień J.B., Bień J.D., Wystalska K. *Problemy gospodarki osadowej w ochronie środowiska*. Częstochowa, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej 1998.
- Fukas-Płonka Ł. *Nowe kierunki w przeróbce osadów ściekowych*. XII Seminarium Szkoleniowe pt. „Zarządzanie Gospodarką Odpadami. PZiTS, Oddział Wielkopolski w Poznaniu. Zakopane”, 2007.
- Józwiakowski K. *Instalacja do odwadniania osadów i sposób odwadniania osadów*. Zgłoszenie patentowe Nr P-387607 z dnia 25.03.2009 r.
- Józwiakowski K., Gacka S., Kolbusz S. *Zastosowanie pożytecznych mikroorganizmów metodą KWADRANT Ekosyst-EM w gospodarce ściekowo-osadowej w Polsce*. Gospodarka Odpadami Komunalnymi. Monografia Komitetu Chemii Analitycznej PAN (red. K. Szymański). Tom V, 283-290, 2009.
- Józwiakowski 2012. *Opracowanie wytycznych do budowy i metodyki badań instalacji do odwadniania i unieszkodliwiania osadów ściekowych z oczyszczalni przydomowej*. Opracowanie wykonane w ramach tematu badawczego TKD/U/50. Maszynopis. Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego UP w Lublinie.
- Kazanowska J., Szmaciło J. *Analiza jakości osadów ściekowych oraz możliwości ich przyrodniczego wykorzystania*. Acta Agrophysica, 2012, 19 (2), 343-353.
- Marciniak-Kowalska J., Piękoś D. *Badania nad możliwością wykorzystania ściekowych osadów komunalnych do nawożenia i rekultywacji gleb*. Górnictwo i Geoinżynieria, Rok 29, Zeszyt 2, 2005, 55-63.
- Rosik-Dulewska Cz. *Podstawy gospodarki odpadami*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN 2000.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 roku w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. nr 137, Poz. 924).

- SCD Probiotics. *Application of SCD Probiotics Technology for Wastewater Treatment*. <http://www.scdprobiotics.com/v/vspfiles/assets/pdf/Application-of-SCD-Probiotics-Technology-for-Wastewater%20Treatment.pdf> (dostęp 22.09.2013 r.)
- Schneider Z. *Biochemiczne podstawy funkcjonowania EM-farming<sup>tm</sup>*, Materiały I Mazowieckiej Konferencji Biotechnologia EM-farming<sup>tm</sup> w Rolnictwie – Poświętne 11 Listopada 2008, Naturalne Probiotyczne Mikroorganizmy Licheń 2009, 14-16.
- SGS EKO-PROJEKT. *Zakres akredytacji laboratorium badawczego nr AB 1232*. <http://www.analizyrodowiska.pl/aktualnosci/szczegoly/nowy-zakres-akredytacji-pca> (dostęp 22.09.2013 r.)

dr hab. Krzysztof Józwiakowski, dr inż. Michał Marzec,  
mgr inż. Aneta Pytka, mgr inż. Magdalena Gizińska  
Katedra Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin,  
e-mail: krzysztof.jozwiakowski@up.lublin.pl, michal.marzec@up.lublin.pl,  
anetapytka@poczta.fm, madziagizinska@tlen.pl