INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND EKOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 5/2008, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 159–167
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Krzysztof Jóźwiakowski

OCENA MOŻLIWOŚCI STOSOWANIA PREPARATU EM–FARMING™ DO OPTYMALIZACJI PRACY OSADNIKÓW WSTĘPNYCH

THE EVALUATION OF USABILITY OF EM-FARMING™ PREPARATION FOR WORK OPTIMIZATION OF PRELIMINARY SETTLING TANKS

Streszczenie

Praca zawiera wyniki badań dotyczące możliwości stosowania preparatu EM-Farming™ do optymalizacji pracy osadników wstępnych. Badane osadniki są pierwszym elementem ciągu technologicznego oczyszczalni gruntowo-roślinnych stosowanych do oczyszczania ścieków bytowych. Wstępne wyniki badań oraz obserwacje terenowe wskazują, że stosowanie preparatu EM-Farming^{TM} uaktywnia i wspomaga procesy usuwania zanieczyszczeń w osadnikach wstępnych. Efektem stosowania tego preparatu jest udrażnianie kanalizacji, zmniejszanie objętości osadu oraz prawie całkowity rozkład kożucha i tłuszczy w osadnikach wstępnych, jak również likwidacja odorów i zmniejszenie uciążliwości zapachowej osadników. Testowany preparat znacznie zwiększa skuteczność usuwania substancji organicznej mierzonej zmniejszeniem wartości BZT_5 i ChZT oraz stężenia zawiesin ogólnych.

Słowa kluczowe: osadnik wstępny, EM-Farming^{TM}, efektywne mikroorganizmy, osady ściekowe

Summary

This paper presents the usability of EM-Farming™ preparation for work optimization of preliminary settling tanks. The settling tanks studied are the first units of soil-vegetable wastewater treatment plants where domestic sewage is purified. The preliminary results of the study as well as field observations suggest that EM-Farming™ application activates and supports pollutant removal in the settling tanks. The preparation use results in sewage system declogging, the reduction in deposit volumes, nearly total decomposition of sludge blanket and fats in the preliminary settling tanks as well as odour elimination and decrease in

odour nuisance of the tanks. The preparation tested increases significantly the effectiveness of organic matter removal measured by decreases in BOD_5, COD and total suspended solids.

Key words: *preliminary settling tank, EM-Farming™, effective microorganisms, sewage sludge*

WSTĘP

W ostatnich latach na terenach wiejskich w Polsce buduje się coraz więcej przydomowych oczyszczalni ścieków. Są to głównie systemy oparte na zastosowaniu komór z osadem czynnym, złóż biologicznych, drenażu rozsączającego oraz tzw. oczyszczalnie hydrofitowe. Pierwszym elementem tych oczyszczalni są osadniki wstępne, których zadaniem jest usuwanie największych zanieczyszczeń ze ścieków. Często jednak niewłaściwa praca osadników wstępnych jest główną przyczyną nieprawidłowego funkcjonowania tych oczyszczalni.

Obecnie zwraca się coraz większą uwagę na stan środowiska przyrodniczego, wzrastają wymagania dotyczące stopnia oczyszczania ścieków, dlatego ciągle poszukiwane są możliwie bezodpadowe metody unieszkodliwiania ścieków i osadów ściekowych, charakteryzujące się wysokim stopniem usuwania zanieczyszczeń.

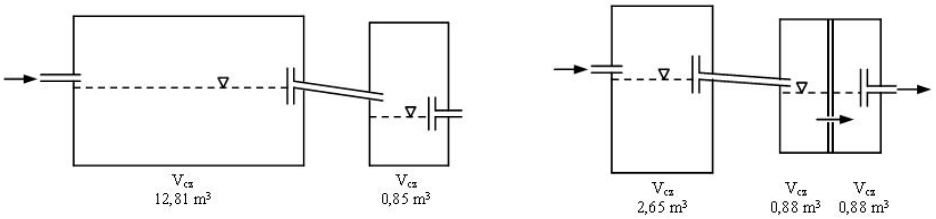
Pod koniec XX wieku w Japonii pojawiła się nowa technologia EM – (efektywne mikroorganizmy) oparta na biologicznych narzędziach – bakteriach i enzymach, która obecnie znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach życia na całym świecie. Technologia „efektywnych mikroorganizmów" została opracowana przez profesora Teuro Higa z Uniwersytetu z Ryukyus na Okinawie [Higa 1995]. Dalsze prace nad efektywnymi mikroorganizmami były prowadzone w USA przez Matthew Wooda, ucznia i wieloletniego współpracownika prof. Higi. Na podstawie wieloletnich doświadczeń stworzono preparat EM-Farming™, w skład którego wchodzi kilkanaście różnych szczepów mikroorganizmów wyselekcjonowanych z ponad 80 powszechnie występujących w środowisku. Są to głównie: bakterie fotosyntetyczne, promieniowce, bakterie kwasu mlekowego, grzyby fermentujące i drożdże. Mikroorganizmy wchodzące w skład preparatu EM-Farming™ są to głównie organizmy beztlenowe, które w procesach metabolizmu uwalniają do środowiska wolny chemicznie tlen [Higa 1995].

W ostatnich latach podejmowane są próby wykorzystania technologii „efektywnych mikroorganizmów" w gospodarce wodno-ściekowej oraz do unieszkodliwiania osadów ściekowych [Okuda, Higa 1999; Szymański, Patterson 2003]. Do dnia dzisiejszego brakuje jednak wyników badań na temat przydatności tej metody w optymalizacji pracy osadników wstępnych. Dlatego postanowiono podjąć badania nad tym zagadnieniem zakładając, że odpowiednie stosowanie preparatu EM-Farming™ może w znacznym stopniu uaktywnić procesy usuwania zanieczyszczeń w osadnikach wstępnych.

METODYKA I MATERIAŁY BADAWCZE

Celem pracy było określenie w jakim stopniu preparat EM-Farming™, zastosowany według metody KWADRANT-EkosystEM, może przyczynić się do optymalizacji efektów usuwania zanieczyszczeń w osadnikach wstępnych. Badania przeprowadzono w 2007 r. w dwóch obiektach zlokalizowanych w miejscowościach Jastków i Dąbrowica na terenie woj. lubelskiego. Badane osadniki wstępne (rys.1) są pierwszym elementem gruntowo-roślinnych oczyszczalni, które są wykorzystywane do oczyszczania ścieków bytowych odpływających z budynków mieszkalnych gospodarstw indywidualnych.

Obiekt nr 1 w miejscowości Jastków składa się z dwóch komór o łącznej pojemności czynnej 13,66 m^3 (funkcjonuje od 1994 roku), natomiast obiekt nr 2 w miejscowości Dąbrowica składa się z trzech komór o łącznej pojemności czynnej 4,41 m^3 (funkcjonuje od września 2006 roku). Do osadnika wstępnego oczyszczalni w Jastkowie (obiekt nr 1) dopływa średnio 1,2 $m^3 \cdot d^{-1}$, natomiast w Dąbrowicy (obiekt nr 2) – 0,6 $m^3 \cdot d^{-1}$.



Obiekt nr 1 w Jastkowie
Object no 1 in Jastków

Obiekt nr 2 w Dąbrowicy
Object no 2 in Dąbrowica

Rysunek 1. Schematy badanych osadników wstępnych
Figure 1. Schemes of the studied preliminary settling tanks

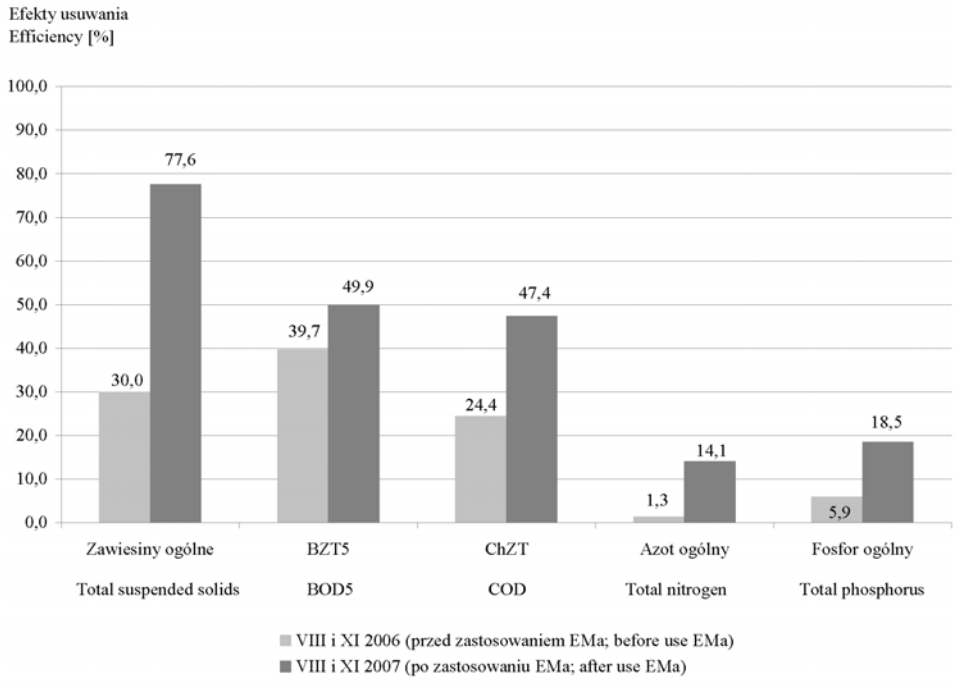
W badanych obiektach stosowano od lipca do grudnia preparat EM-Farming™ w formie uaktywnionej (namnażanie wykonywano według wytycznych EM-World Polska, jako EMa w dawce 1 dm^3 na m^3 ścieków dopływających do osadników wstępnych. Na oczyszczalni w Jastkowie dozowano 1,2 dm^3 preparatu, natomiast w Dąbrowicy 0,6 dm^3. Preparat dozowano do urządzenia domowej instalacji sanitarnej. Ponadto w lipcu 2007 r. (w początkowej fazie dozowania preparatu EMa) do osadników wstępnych na obu obiektach, aplikowano dwukrotnie (co dwa tygodnie) preparat EMa w jednorazowych dawkach, odpowiadających pojemności czynnej badanych osadników.

Próbki ścieków surowych i odpływających z osadników wstępnych pobierano do analiz fizykochemicznych przed i po zastosowaniu preparatu EM-a. Na oczyszczalni w Jastkowie badania takie przeprowadzono w sierpniu i listopadzie 2006 roku (przed zastosowaniem EMa) oraz w tych samych miesiącach w 2007

roku (po zastosowaniu EMa), natomiast w Dąbrowicy w lutym i w maju 2007 r. (przed zastosowaniem EMa) oraz w sierpniu i listopadzie 2007 r. (po zastosowaniu EMa). W pobranych próbkach ścieków określano wielkość BZT_5, $ChZT_{Cr}$ oraz stężenie zawiesin ogólnych, azotu ogólnego oraz fosforu ogólnego. Analizy wykonywano według zalecanych metod [Rozporządzenie MŚ 2006]. Na podstawie uzyskanych wyników wartości i stężeń analizowanych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach surowych i po oczyszczeniu w osadniku wstępnym obliczono efekty eliminacji zanieczyszczeń.

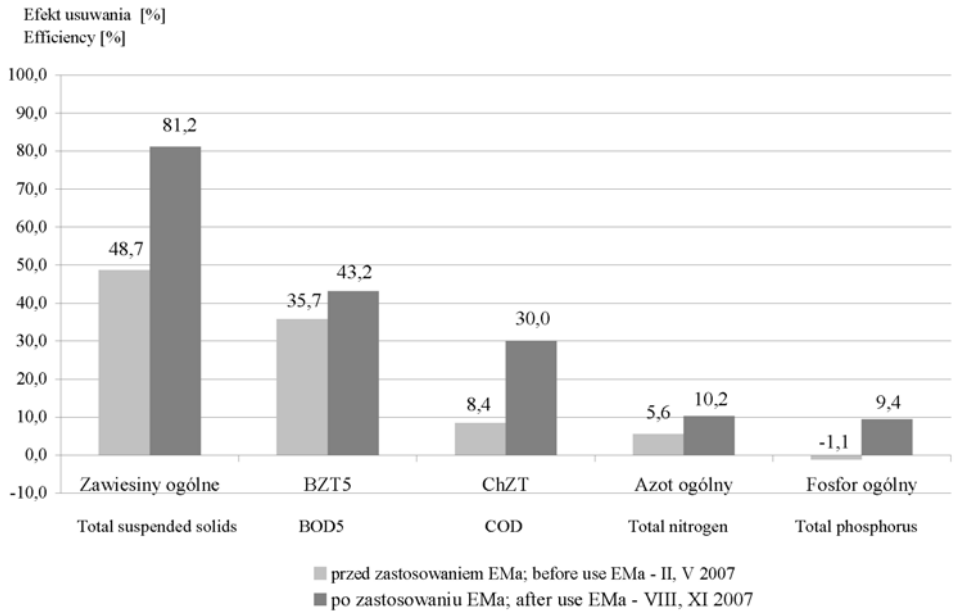
WYNIKI BADAŃ

Wstępne wyniki badań oraz obserwacje terenowe wskazują, że stosowanie preparatu EMa uaktywnia i wspomaga procesy usuwania zanieczyszczeń w osadnikach wstępnych przydomowych oczyszczalni (rys. 2, 3).



Rysunek 2 . Efekty usuwania zanieczyszczeń w osadniku wstępnym przydomowej oczyszczalni ścieków w Jastkowie w 2006 r. (przed zastosowaniem EMa) i w 2007 r. (po zastosowaniu EMa)

Figure 2. Efficiency of pollutions removal in preliminary settling tank of domestic sewage treatment plant in Jastków in 2006 (before use EMa) and in 2007 (after use EMa)



Rysunek 3 . Efekty usuwania zanieczyszczeń w osadniku wstępnym przydomowej oczyszczalni ścieków w Dąbrowicy przed i po zastosowaniu EMa w 2007 r.
Figure3. Efficiency of pollutions removal in preliminary settling tank of domestic sewage treatment plant in Dąbrowica in 2007 – II, V (before use EMa) and in 2007 – VIII, XI (after use EMa)

Pierwszym, odczuwalnym efektem stosowania preparatu EMa w badanych obiektach była przede wszystkim likwidacja odorów i zmniejszenie uciążliwości zapachowej ścieków oczyszczanych w osadnikach wstępnych. W oczyszczalni przydomowej na terenie Jastkowa (obiekt nr 1) już na początku stosowania preparatu EMa stwierdzono udrożnienie kanalizacji. Po dwóch tygodniach stosowania preparatu, w osadniku wstępnym zaobserwowano wypływ tłuszczy, które wcześniej zalegały w kanalizacji i często były przyczyną zatykania systemu odprowadzania ścieków z budynku mieszkalnego. Z kolei w oczyszczalni na terenie Dąbrowicy (obiekt nr 2) dzięki stosowaniu preparatu EMa zaobserwowano zmniejszenie objętości osadu oraz prawie całkowity rozkład kożucha i tłuszczy w osadniku wstępnym, co przyczyniło się do zwiększenia efektów usuwania zanieczyszczeń (rys. 3).

Tabela 1. Właściwości fizykochemiczne ścieków surowych i odpływających z osadników wstępnych przydomowych oczyszczalni przed i po zastosowaniu preparatu EMa
Table 1. The composition of raw sewages and sailing away with preliminary settling tanks of household wastewater treatment plants before and after use of preparation the EMa

Parametry Parameters	Obiekt nr 1; Object no 1 – Jastków				Obiekt nr 2; Object no 2 – Dąbrowica			
	przed zastosowaniem EMa before EMa		po zastosowaniu EMa after EMa		przed zastosowaniem EMa before EMa		po zastosowaniu EMa after EMa	
	ścieki surowe raw sewage	po osadniku after preliminary settling tank	ścieki surowe raw sewage	po osadniku after preliminary settling tank	ścieki surowe raw sewage	po osadniku after preliminary settling tank	ścieki surowe raw sewage	po osadniku after preliminary settling tank
zawiesiny ogólne total suspended solids[mg·dm^{-3}]	214	150	348	78,0	394	202	396	74,5
BZT_5 BOD_5 [mg O_2·dm^{-3}]	167	101	253	127	264	170	216	123
ChZT COD [mg O_2·dm^{-3}]	410	310	485	255	475	435	500	350
azot ogólny yotal nitrogen [mg N·dm^{-3}]	77,5	76,5	74,5	64,0	125,0	118,0	133,0	119,5
fosfor ogólny total phosphorus [mg P·dm^{-3}]	34,2	32,2	30,6	24,9	37,1	37,5	44,6	40,4

Oczyszczalnia przydomowa w Jastkowie (obiekt nr 1). Po oczyszczeniu ścieków w osadniku wstępnym bez dodawania biopreparatu w 2006 roku notowano spadek średniej zawartości zawiesin ogólnych w granicach od 214 mg·dm^{-3} do 150 mg·dm^{-3}, co stanowiło efekt redukcji na poziomie 30,0%. Natomiast po zastosowaniu preparatu EMa w 2007 r. zawartość zawiesin w osadniku wstępnym uległa zmniejszeniu z 348 mg·dm^{-3} do 78,0 mg·dm^{-3}, dzięki czemu uzyskano efektywność usuwania tego wskaźnika zanieczyszczeń w wysokości 77,7 % (rys. 2). Średnio efekty usuwania BZT_5 w osadniku wstępnym w obiekcie Jastków, wynosiły odpowiednio: 39,7% (przed zastosowaniem EMa) i 49,9% (po zastosowaniu EMa), a wartości tego wskaźnika, w ściekach po mechanicznym oczyszczaniu wynosiły 101 i 127 mg O_2·dm^{-3} (tab.1). Średnie efekty zmniejszania ChZT w osadniku wstępnym wynosiły odpowiednio: 24,4% (przed zastoso-

waniem EMa) i 47,4% (po zastosowaniu EMa), a wartości tego wskaźnika w ściekach po oczyszczaniu mechanicznym wynosiły 310 i 255 mg $O_2 \cdot dm^{-3}$.

Związki biogenne (azot ogólny i fosfor ogólny) w osadniku wstępnym oczyszczalni w Jastkowie były usuwana z niewielką skutecznością. W przypadku azotu ogólnego około 1,3% (przed zastosowaniem EMa) i 14,1 % (po zastosowaniu EMa) oraz w przypadku fosforu odpowiednio 5,9 i 18,5 % (rys. 2). Średnie stężenia azotu ogólnego w ściekach odpływających z osadnika wynosiły odpowiednio 76,5 mg $N_{og.} \cdot dm^{-3}$ (w 2006 r.) i 64,0 mg $N_{og.} \cdot dm^{-3}$ (w 2007 r.). Dla fosforu ogólnego średnie stężenie w ściekach po mechanicznym oczyszczeniu wynosiło odpowiednio 32,2 $mg \cdot dm^{-3}$ (w 2006 r.) i 24,9 $mg \cdot dm^{-3}$ (w 2007 r.).

Oczyszczalnia przydomowa w Dąbrowicy (obiekt nr 2). Po oczyszczeniu ścieków w osadniku wstępnym bez dodawania biopreparatu (luty, maj 2007 r.) obserwowano spadek średniej zawartości zawiesin ogólnych w przedziale od 394 $mg \cdot dm^{-3}$ do 202 $mg \cdot dm^{-3}$, co pozwoliło uzyskać redukcję tego wskaźnika na poziomie 48,7%. Natomiast po zastosowaniu preparatu EMa zawartość zawiesin w osadniku wstępnym zmniejszyła się z 396 $mg \cdot dm^{-3}$ do 74,5 $mg \cdot dm^{-3}$, dzięki czemu uzyskano efektywność usuwania 81,2 % (rys.3). Średnie efekty zmniejszania BZT_5 w osadniku wstępnym w Dąbrowicy wynosiły odpowiednio: 35,7% (przed zastosowaniem EMa) i 43,2% (po zastosowaniu EMa), a wartość tego wskaźnika, w ściekach po oczyszczaniu mechanicznym wynosiła odpowiednio 170 i 123 mg $O_2 \cdot dm^{-3}$. Średnio efekty zmniejszania ChZT ścieków w osadniku wstępnym wynosiły odpowiednio 8,4% (przed zastosowaniem EMa) i 30,0% (po zastosowaniu EMa), natomiast w przypadku tylko mechanicznego oczyszczania w osadniku wstępnym uzyskano wartości wskaźnika wynoszące 435 i 350 mg $O_2 \cdot dm^{-3}$ (tab. 1).

Związki biogenne (azot ogólny i fosfor ogólny) w osadniku wstępnym oczyszczalni w Dąbrowicy były podobnie usuwane jak w Jastkowie, z niewielką skutecznością – około 5,6% (przed zastosowaniem EMa) i 10,2 % (po zastosowaniu EMa) w przypadku azotu oraz odpowiednio – 1,1 i 9,4 % w przypadku fosforu (rys. 3). Średnie stężenia azotu ogólnego w ściekach odpływających z obiektu nr 2 wynosiły odpowiednio 118 mg $N_{og.} \cdot dm^{-3}$ (na początku 2007 r.) i 119,5 mg $N_{og.} \cdot dm^{-3}$ (w drugiej połowie 2007 r.). Z kolei średnie stężenie fosforu ogólnego w ściekach po mechanicznym oczyszczaniu wynosiło odpowiednio 37,5 $mg \cdot dm^{-3}$ i 40,4 $mg \cdot dm^{-3}$.

Uzyskane wyniki badań wskazują, że efektywność usuwania zawiesin ogólnych (77,7–81,2%) oraz substancji organicznej mierzonej zmniejszeniem wartości BZT_5 (43,2–49,9%) i ChZT (30–47,4%) w analizowanych osadnikach wstępnych po zastosowaniu preparatu EMa jest znacznie większa niż przed zastosowaniem tego preparatu. Uzyskane wyniki są również wyższe od tych, które są prezentowane w literaturze. Niektórzy autorzy twierdzą, że prawidłowo skonstruowany i eksploatowany osadnik gnilny powinien zapewniać eliminację zawiesin ogólnych na poziomie około 40–70%, BZT_5 od 25 do 40%, a ChZT o około 20–40% [Metcalf & Eddy 1991; Schmidt, Boyle 1980; Sikorski 1994].

Skuteczność usuwania azotu (10,2–14,1%) i fosforu (9,4–18,5%) w badanych osadnikach wstępnych po zastosowaniu preparatu EMa jest niewiele większa niż przed jego zastosowaniem. W literaturze podaje się, że związki biogenne: azot i fosfor usuwane są w osadniku przeciętnie o około 10–15% [Metcalf, Eddy 1991; Schmidt, Boyle 1980; Sikorski 1994].

WNIOSKI

1. Wyniki badań oraz obserwacje terenowe wskazują, że stosowanie preparatu EM-Farming™ według metody KWADRANT-EkosystEM uaktywnia i wspomaga procesy usuwania zanieczyszczeń ze ścieków w osadnikach wstępnych przydomowych oczyszczalni.
2. Efektem stosowania preparatu EMa jest przede wszystkim udrażnianie kanalizacji, zmniejszanie objętości osadu oraz prawie całkowity rozkład kożucha i tłuszczy w osadniku wstępnym, jak również likwidacja odorów i zmniejszenie uciążliwości zapachowej wokół osadników wstępnych (gnilnych).
3. Efektywne mikroorganizmy przyczyniają się do optymalizacji pracy i zwiększenia skuteczności usuwania zanieczyszczeń w osadnikach wstępnych. W osadniku eksploatowanym od 14 lat po zastosowaniu preparatu EMa odnotowano wzrost efektywności usuwania zawiesin ogólnych (z 30,0 do 77,7%) oraz substancji organicznej mierzonej zmniejszeniem wartości BZT_5 (z 39,7 do 49,9%), ChZT (z 24,4 do 47,4%). Natomiast w osadniku eksploatowanym od jednego roku efekty usuwania zawiesin ogólnych wzrosły z 48,7 do 81,2%, BZT_5 z 35,7 do 43,2%, a ChZT z 8,4 do 30%.
4. Optymalizacja pracy osadników wstępnych po zastosowaniu preparatu EM-Farming™ może przyczyniać się do skuteczniejszego przebiegu procesów biologicznego usuwania zanieczyszczeń w małych oczyszczalniach ścieków.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2007–2010 jako projekt badawczy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N N523 3495 33

BIBLIOGRAFIA

EM-World Polska http://www.em-worldpolska.pl/.

Higa T. *What is EM Technology. College of Agriculture*. University of Ryukyus, Okinawa, Japan, 1995.

KWADRANT-EkosystEM http://www.kwadrant.pl/.

Metcalf, Eddy. *Wastewater Engineering – Treatment, Disposal, Reuse*. Third Edition McGraw-Hill, Inc., New York 1991.

Okuda A, Higa T. *Purification of wastewater with Effective Microorganisms and is utilization in agriculture.* In Proceedings of the 5th International Conference on Kyusei Nature Farming,Thailand, 1998 Senanayake, Y D A and Sangakkara U R (Ed) APNAN, Thailand: s. 246–253, 1999.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. *W sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego.* Dz.U. Nr 137, poz. 984.

Schmidt C. J., Boyle W. C. *Onsite Wastewater Treatment and Disposal System.* EPA USA, 1980.

Sikorski M. *Oczyszczanie i oczyszczalnie wiejskich w Polsce.* W: Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie, 1994, nr 4, s. 184–190, 1994.

Szymański N., Patterson R. A. Effective Microorganisms (EM) and Wastewater Systems in Future Directions for On-site Systems: Best Management Practice. (PDF). R.A. and Jones, M.J. (Eds). Proceedings of On-site '03 Conference: 347–354, Armidale, NSW, Australia: Lanfax Laboratories. ISBN 0-9579438-1-4, 2003.

Dr Krzysztof Jóźwiakowski
Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
tel. +48 081 53 230 47 w.123, e-mail: kylo71@tlen.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Stanisław Krzanowski*