

Analiza przydomowego rozwiązania do oczyszczania ścieków

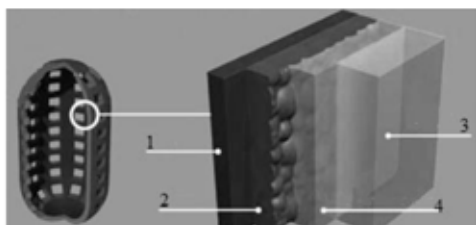
Monika PAWLITA-POSMYK*, Małgorzata WZOREK – Wydział Mechaniczny, Katedra Inżynierii Procesowej, Politechnika Opolska, Opole

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2016, **70**, 10, 620–625

Wstęp

Rozwój przemysłu, miast i wsi przyczynia się do powstawania coraz większej ilości ścieków, które muszą podlegać procesowi oczyszczania, aby nie powodować negatywnego oddziaływania na środowisko, szczególnie na zanieczyszczenie wód i gleb [1, 2]. Podstawą poprawy jakości i komfortu życia mieszkańców jest właściwe utrzymywanie stanu sanitarnego – przyczyniają się do tego urządzenia umożliwiające odprowadzanie i unieszkodliwianie ścieków [3]. Transport i oczyszczanie ścieków bytowych z obszarów wiejskich (zabudowa rozproszona, średnio zwarta) wymaga stosowania innych technik niż w miastach. W przypadku wsi należy uwzględnić również różnego typu ograniczenia środowiskowe, ekonomiczne oraz społeczne, które wynikają z istniejącej na tych terenach infrastruktury [4].

Z roku na rok pojawiają się nowe rozwiązania pozwalające na coraz bardziej efektywniejsze oczyszczanie ścieków. Jednym z ciekawych rozwiązań dla domostw, dla których podłączenie do kanalizacji zbiorczej nie jest możliwe, to przydomowa biologiczna oczyszczalnia ścieków BioPura firmy Kingspan. Rozwiązanie to przeznaczone jest do oczyszczania ścieków domowych zgodnie z wymaganiami normy (PN-EN 12566-3+A2:2013). Innowacyjność tej technologii polega na wykorzystaniu w procesie oczyszczania ruchomych złóż biologicznych (polipropylenowe kształtki) (Rys. 1).

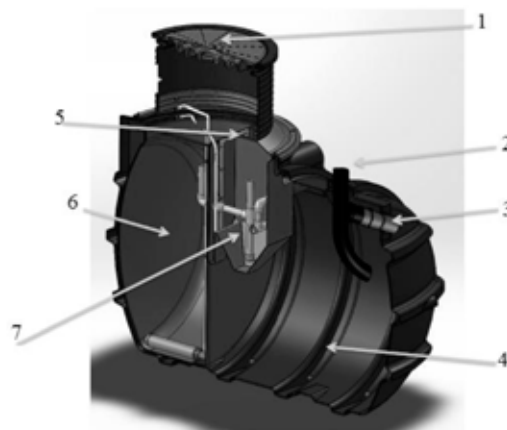


Rys. 1. Przekrój przez podłoże biologiczne [5]: 1 – podłoże, 2 – biomasa, 3 – przepływająca warstwa wody, 4 – stojąca warstwa cieczy

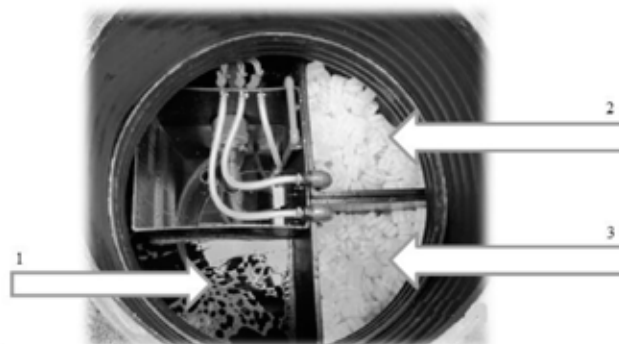
Przydomowa biologiczna oczyszczalnia ścieków BioPura charakteryzuje się prostą budową oraz prostą zasadą funkcjonowania. Na Rysunkach 2 i 3 przedstawiono jej budowę. Działanie oczyszczalni polega na tym, że surowe ścieki dopływają do osadnika wstępnego, gdzie ciężkie cząstki stałe, osadzają się i łączą, tworząc osad, który powinien być okresowo usuwany. Natomiast lżejsze cząstki flotują na powierzchni. Sklarowany ściek przepływa do części oczyszczania tlenowego. W I strefie tlenowej, dzięki tlenowi, który dostaje się przez dyfuzory do złoża – polipropylenowe kształtki, dochodzi do rozwoju błony biologicznej (zespół bakterii tlenowych oczyszczających ściek ze związków organicznych).

Następnie ściek przepływa do II części komory tlenowej, gdzie zachodzi doczyszczanie. Ostatnim etapem jest dopływ ścieku do osadnika wtórnego. Obumarła błona biologiczna jest cyklicznie recyrkulowana z osadnika wtórnego do wstępnego [5, 6].

Biologiczna oczyszczalnia ścieków BioPura to niezawodne, szczelne i oszczędne rozwiązanie. Istotny w tej technologii jest też aspekt ekonomiczny, ponieważ oczyszczalnia charakteryzuje się niskim poborem energii elektrycznej – 0,52 kWh/d. Oczyszczalnie te najczęściej wykorzystywane są w gospodarstwach domowych od 4 do 10 osób [6].



Rys. 2. Budowa biologicznej oczyszczalni ścieków (BioPura) [7]: 1 – pokrywa z tworzywa, 2 – odpowietrzenie, 3 – dopływ ścieku, 4 – osadnik wstępny, 5 – recyrkulacja osadu, 6 – jedna z dwóch stref oczyszczania tlenowego, 7 – osadnik wtórny



Rys. 3. Przydomowa biologiczna oczyszczalnia ścieków (BioPura) – widok z góry [6]: 1 – dostęp do osadnika wstępnego (z tego miejsca raz w roku usuwany jest osad nadmierny), 2 – I strefa tlenowa ze złożem biologicznym, 3 – II strefa tlenowa ze złożem biologicznym

Metodyka badawcza

W celu oceny pracy biologicznej przydomowej oczyszczalni ścieków, analizie poddano oczyszczalnię obsługującą dom jednorodzinny zamieszkały przez 4 osoby i zlokalizowany na terenie wiejskim. Oczyszczalnia ta jest w ciągłej eksploatacji od 3 lat.

Badaniom poddano ścieki po procesie oczyszczania. Próbkę ścieków pobierano zgodnie z wymaganiami normy PN-ISO 5667-10:1997. Analizy obejmowały następujące wskaźniki zanieczyszczeń wykonywane zgodnie z obowiązującymi normami:

- pH – metoda potencjometryczna, wg PN-90/C-04540/01
- BZT₅ – metoda miareczkowa, wg PN-EN 1899-1:1998
- zawiesina ogólna – metoda grawimetryczna, wg PN-EN 872:2005

*Autor do korespondencji:

Mgr inż. Monika PAWLITA-POSMYK, e-mail: mpawlita@wp.pl

- chlorki – metoda miareczkowa, wg PN-ISO 9297:1994
- azot azotanowy – metoda fotometryczna, z wykorzystaniem wieloparametrowego fotometru Hanna Hi 83200 (przeliczenie azotanów na azot azotanowy zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych)
- siarczany – metoda miareczkowa, wg [2]
- zawartość metali ciężkich, tj. Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, metodą płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) z wykorzystaniem spektrometru absorpcji atomowej – Solar 6M firmy Thermo.

Omówienie wyników badań

W celu oceny efektywności oczyszczania ścieków wybranej technologii, dokonano jej porównania z innymi istniejącymi na rynku rozwiązaniami (Tab. 1).

Tablica 1

Porównanie różnych technologii przydomowych biologicznych oczyszczalni ścieków pod kątem skuteczności oczyszczania ścieków oraz zużycia energii elektrycznej

Przydomowa biologiczna oczyszczalnia ścieków						
Firma	Kingspan	Ekopol		Bioires	Eko-Sum	
Model	BioPura	Bio-Hybryda 2500	Bio-Hybryda 4000	Traidenis NV-1	Bio Hero 2000	
wg	[5]	[8]	[8]	[9]	[10]	
Skuteczność oczyszczania ścieków, %	ChZT	90,6	86	86	84	94
	BZT ₅	94,4	97	97	92,4	98
	Zawiesina	92,7	92	92	91	95
Zużycie energii elektrycznej, kWh/d	0,52	0,6	0,9	1,44	0,96	

Omawiana technologia, wg danych producenta, charakteryzuje się wysokimi współczynnikami oczyszczania ścieków. Dla wszystkich oznaczonych wielkości, producent podaje skuteczność oczyszczania powyżej 90%. Jedynie rozwiązanie proponowane przez Eco-Sum – Bio Hero 2000, ma skuteczność oczyszczania ścieków wyższą odpowiednio o 2,3% dla zawiesiny, 3,4% dla ChZT i 3,6% dla BZT₅, w porównaniu do BioPura. Przydomowa biologiczna oczyszczalnia ścieków BioPura charakteryzuje się najniższym zużyciem energii elektrycznej, w porównaniu z innymi przedstawionymi rozwiązaniami i na podstawie danych producenta można stwierdzić, że jest jednym z najefektywniejszych technologii na rynku.

Analizy wyników badań własnych oczyszczonych ścieków, w porównaniu do wartości podanych przez producenta oraz parametrów dopuszczalnych wg [11] przedstawiono w Tablicy 2.

Tablica 2

Parametry fizykochemiczne ścieków oczyszczonych w porównaniu do wartości podanych przez producenta oraz wartościami dopuszczalnymi

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Wartości podane przez producenta [5]	Wartości średnie	Wartości dopuszczalne wg [11]
pH	-	-	7,56	6,5–9
Azot azotanowy	mg N _{NO₃} /dm ³	-	3,01	30
Chlorki	mg Cl/dm ³	-	611,39	1000
Zawiesina	mg/dm ³	27	<2,00	50
Siarczany	mg SO ₄ /dm ³	-	262,25	500
BZT ₅	mg O ₂ /dm ³	20	2,15	40
Azot amonowy	mg N _{NH₄} /dm ³	0,4	-	10
ChZT	mg O ₂ /dm ³	67	-	150

Wyniki przeprowadzonych oznaczeń parametrów fizykochemicznych mieszczą się w zakresie wartości dopuszczalnych określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełniać przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. Najmniejsze wartości odnotowano dla zawiesiny ogólnej, azotu azotanowego oraz BZT₅. Zawartość azotu azotanowego była prawie dziesięciokrotnie niższa od wartości dopuszczalnej. Wartości chlorków, jak i siarczanów, w ścieku oczyszczonym stanowiły ponad połowę wartości dopuszczalnych wg [11]. Wyniki uzyskane przez oczyszczalnię BioPura wskazywane przez producenta wg [5] mieszczą się w zakresie wartości dopuszczalnych określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. oraz są one wyższe od parametrów otrzymanych z analiz fizykochemicznych.

Wykonane oznaczenia metali ciężkich w ściekach oczyszczonych przedstawiono w Tablicy 3, natomiast w osadzie ściekowych w Tablicy 4.

Tablica 3

Zawartość metali ciężkich w ścieku oczyszczonym

Metale ciężkie mg/dm ³	Wartość średnia	Wartości dopuszczalne wg [11]
Cd	<0,005	0,4
Pb	0,093	0,5
Cu	0,046	0,5
Zn	0,220	2
Ni	0,036	0,5
Cr	0,012	0,1

Zawartość wszystkich badanych metali ciężkich w ścieku oczyszczonym mieści się w zakresie wartości dopuszczalnych określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełniać przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, a nawet plasuje się w dolnych jej wartościach. W ściekach oczyszczonych, najwyższe wartości otrzymano dla cynku i ołowiu. W śladowych ilościach natomiast występował kadm i chrom.

Porównując zawartość metali ciężkich w osadzie ściekowym (Tab. 4) można stwierdzić, że nie przekracza ona wartości dopuszczalnych określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych.

Tablica 4

Zawartość metali ciężkich w osadzie ściekowym

Metale ciężkie mg/kg s.m.	Wartość średnia	Wartości dopuszczalne wg [12]		
Cd	5,3	20 ¹	25 ²	50 ³
Pb	14,0	750 ¹	1000 ²	1500 ³
Cu	209,4	1000 ¹	1200 ²	2000 ³
Zn	586,0	2500 ¹	3500 ²	5000 ³
Ni	9,0	300 ¹	400 ²	500 ³
Cr	11,0	500 ¹	1000 ²	2500 ³

Zawartość metali ciężkich w mg/kg suchej masy osadów nie większa niż przy stosowaniu komunalnych osadów ściekowych:

¹ – w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne

² – do rekultywacji terenów na cele nierolne

³ – 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.

Niska zawartość wszystkich badanych metali ciężkich w osadach ściekowych umożliwia ich zastosowanie nawet w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne oraz do rekultywacji terenów na cele nierolne.

Podsumowując, można stwierdzić, że przydomowe rozwiązanie do oczyszczania ścieków – BioPura – umożliwia skuteczne oczyszczanie ścieków z budynków na obszarach wiejskich, gdzie niemożliwe jest zastosowanie kanalizacji zbiorowej. Przeprowadzone analizy fizykochemiczne i porównania parametrów potwierdzają, że oczyszczony ściek jest bezpieczny dla środowiska, a powstałe osady ściekowe mogą mieć szerokie zastosowanie w przyrodzie.

Podsumowanie

Przydomowe biologiczne oczyszczalnie ścieków coraz częściej zastępują klasyczne rozwiązania w postaci zbiorników bezodpływowych (szamb). Zwykle są wykorzystywane w przypadku braku możliwości korzystania z kanalizacji zbiorowej, na terenie z zabudową rozproszoną. Spośród istniejących na rynku rozwiązań wyróżnia się technologia firmy Kingspan. Wiele zalet, takich jak solidna konstrukcja, prosty mechanizm funkcjonowania, a przede wszystkim wysoka skuteczność oczyszczania i niskie zużycie energii elektrycznej powoduje, że oczyszczalnie te cieszą się sporym zainteresowaniem. Przeprowadzone badania parametrów fizykochemicznych wykazały, że badane parametry ścieków oczyszczonych mieszczą się w normach dopuszczalnych określonych w odpowiednich Rozporządzeniach Ministra Środowiska. Wykonane analizy potwierdziły fakt, że rozwiązanie to jest bezpieczne dla środowiska.

Literatura

1. Karczmarczyk A., Skowron S., Mosiej J., Baryła A.: *The needs and possibilities of constructing on site wastewater treatment plants in forester's lodges*. Journal of Water and Land Development 2009, 13a, 273–282.
2. Dojlido J., Hermanowicz W., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J.: *Fizykochemiczne badanie wody i ścieków*. Arkady 1999.
3. Krukowski I., Iwanek M., Widomski M.K., Fisz M.: *Quantitative-qualitative analysis of sewage for the newly designed sanitary sewage system*. Ecological Chemistry and Engineering. A 2013, 20(1), 89–97.
4. Eymontt A., Gutry P.: *Rozwiązania techniczne kanalizacji sanitarnej z zastosowaniem oczyszczalni przydomowych*. Problemy Inżynierii Rolniczej 2010, 4, 141–154.

5. HYPERLINK „<http://www.ekologia24.biz/oczyszczalnie/oczyszczalnia-BioPura>” [http://www.ekologia24.biz/oczyszczalnia-BioPura](http://www.ekologia24.biz/oczyszczalnie/oczyszczalnia-BioPura) 13.07.2016.
6. HYPERLINK „http://www.ekoprom.com.pl/top10/biopura-kingspan-klargest_2” http://www.ekoprom.com.pl/top10/biopura-kingspan-klargest_2 16.07.2016.
7. HYPERLINK „<http://www.hydrotec.pro/825,oczyszczalnia-biopura-6.html>” <http://www.hydrotec.pro/825,oczyszczalnia-biopura-6.html> 13.07.2016.
8. HYPERLINK „<http://www.ekopol.pl/pliki-do-pobrania>” <http://www.ekopol.pl/pliki-do-pobrania> 20.07.2016.
9. HYPERLINK „<http://www.bioires.pl/oczyszczalnie-traidenis/budowa-i-podstawowe-parametry/>” <http://www.bioires.pl/oczyszczalnie-traidenis/budowa-i-podstawowe-parametry/> 20.07.2016.
10. HYPERLINK „https://www.eko-sum.pl/index.php?goto=pliki_oczyszczalni_bio_hero” https://www.eko-sum.pl/index.php?goto=pliki_oczyszczalni_bio_hero
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełniać przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. 2014 poz. 1800).
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. 2015 poz. 257).

Mgr inż. Monika PAWLITA-POSMYK jest absolwentką Wydziału Przyrodniczo-Technicznego Uniwersytetu Opolskiego, gdzie ukończyła studia na kierunku inżynieria środowiska (2014). Obecnie doktorantka na kierunku budowa i eksploatacja maszyn Wydziału Mechanicznego Politechniki Opolskiej. Zainteresowania naukowe: analityka chemiczna i środowiska, inżynieria i ochrona środowiska, technologia procesów, bezpieczeństwo i higiena pracy.
e-mail: mpawlita@wp.pl

Dr hab. inż. Małgorzata WZOREK, prof. PO jest pracownikiem Politechniki Opolskiej, Wydziału Mechanicznego, Katedry Inżynierii Procesowej. Zainteresowania naukowe dotyczą problemów gospodarki wodno-ściekowej, procesów związanych z oczyszczaniem ścieków i zagospodarowaniem odpadów ze szczególnym uwzględnieniem osadów ściekowych.
e-mail: m.wzorek@po.opole.pl

Aktualności z firm

News from the Companies

Dokończenie ze strony 619

Anwil przyjacielem łódzkiej chemii

Anwil został uhonorowany przez Politechnikę Łódzką tytułem „Przyjaciela Wydziału Chemicznego” w uznaniu dla dotychczasowej współpracy. W trakcie uroczystej inauguracji roku akademickiego 2016/2017 pamiątkową statuetkę z rąk dziekana Wydziału, prof. Małgorzaty Szykowskiej, odebrał prezes zarządu spółki – Jacek Podgórski.

Anwil od wielu lat współpracuje z Politechniką Łódzką. Jej studenci już tradycyjnie mają możliwość odbywania w praktyk i staży w spółce, które często owocują ich dołączeniem do grona pracowników firmy. Aktualnie włocławskie przedsiębiorstwo razem z kadrą naukową uczelni prowadzi projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej dotyczący opracowania nowej technologii

termokatalitycznego unieszkodliwiania i utylizacji odpadów organicznych związków chloru oraz ceramizacji PVC. Anwil ma także nadzieję na kooperację z Wydziałem Chemicznym Politechniki Łódzkiej na niwie edukacyjnej. W tym roku spółka podjęła decyzję o utworzeniu klasy patronackiej o profilu technik technologii chemicznej w Zespole Szkół Chemicznych we Włocławku. 1 września br. rozpoczęło w niej naukę 15. uczniów, którzy teorię będą poznawać w szkole, a praktykę w Anwilu. Firma liczy, że Politechnika Łódzka zaangażuje się w to przedsięwzięcie i uczniowie jej klasy patronackiej będą mogli uczestniczyć w warsztatach prowadzonych przez wykładowców łódzkiej uczelni w laboratoriach do niej należących. (kk)

(<https://www.plastech.pl>, 30.09.2016)

Dokończenie na stronie 625