

## UNIESZKODLIWIANIE ŚCIEKÓW Z OBIEKTÓW UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ NA TERENACH NIEZURBANIZOWANYCH

Piotr Bugajski<sup>1</sup>, Krzysztof Chmielowski<sup>1</sup>, Karolina Kurek<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, e-mail: p.bugajski@ur.krakow.pl; k.chmielowski@ur.krakow.pl; k.kurek@ur.krakow.pl

### STRESZCZENIE

Celem badań było określenie możliwości wykorzystania przydomowych oczyszczalni ścieków, których reaktory biologiczne pracują w technologii osadu czynnego do unieszkodliwiania zanieczyszczeń odprowadzanych ze szkół na terenach wiejskich. Na podstawie wybranych wskaźników zanieczyszczeń takich jak: BZT<sub>5</sub>, ChZT, zawiesina ogólna, azot ogólny oraz fosforany scharakteryzowano skład ścieków surowych odpływających z obiektów użyteczności publicznej oraz jakość ścieków oczyszczonych z podziałem na dni z zajęciami szkolnymi i dni wolne od zajęć. Analiza wyników badań wykazała, iż dla potrzeb unieszkodliwiania ścieków z obiektów użyteczności publicznej takich jak szkoły; można stosować przydomowe oczyszczalnie ścieków, których działanie oparte jest na osadzie czynnym.

**Słowa kluczowe:** ścieki, oczyszczanie, skuteczność.

### NEUTRALIZING WASTEWATER FROM PUBLIC UTILITIES ON RURAL AREAS

#### ABSTRACT

The research aimed at determining a potential use of domestic sewage treatment plants based on activated sludge for the disposal of wastes drained from schools in rural areas. Selected pollutant indicators, such as: BOD<sub>5</sub>, COD, total suspended solids, total nitrogen and phosphates were the basis for determining the composition of raw sewage discharged by public utility objects and the quality of treated sewage considering the days when lessons were taking place at school and days free from classes. The analysis of the results revealed that household sewage treatment plants based on activated sludge may be used for waste disposal from public facilities, such as schools.

**Keywords:** wastewater, treatment plants, efficiency.

#### WSTĘP

W ostatnich latach w Polsce odnotowuje się wzrost instalowanych przydomowych oczyszczalni ścieków na terenach niezurbanizowanych, jako alternatywę dla zbiorczych systemów kanalizacyjnych [GUS 2013, Józwiakowski 2012]. Na terenie gmin wiejskich, gdzie nieuzasadniona jest ekonomicznie budowa zbiorczego systemu odprowadzania i unieszkodliwiania ścieków proponuje się instalację indywidualnych systemów oczyszczania [Pawełek 2015, Świgoń 2008, Błażejewski 2007]. Przy wyborze technologii oczyszczania małej ilości ścieków należy brać pod uwagę wiele aspektów tj. warunki gruntowo-wodne,

wielkość posesji czy możliwość odprowadzenia ścieków oczyszczonych [Józwiakowski i Pytka 2010]. Niestety w większości przypadków jedynym kryterium doboru przydomowych oczyszczalni ścieków jest ich cena [Pryszcz i Mrowiec 2012]. Zrozumiałym jest, że dystrybutor tego typu obiektów będzie wskazywał na same zalety swojego wyrobu ukrywając wady. Również w jego interesie będzie sprzedaż jak największej ilości obiektów, gdyż to przynosi większy zysk. Błędy popełnione przy wyborze technologii oraz wielkości obiektów będą skutkować wyższymi kosztami zakupu urządzenia, ale również w ich późniejszej eksploatacji nieefektywną pracą. Przydomowe oczyszczalnie na terenach wie-

skich instalowane są przede wszystkim w indywidualnych gospodarstwach, ale też dla budynków użyteczności publicznej tj. szkoły, małe zakłady pracy, itp. Przy wyborze technologii oraz wielkości oczyszczalni ścieków w przypadku budynków użyteczności publicznej należy mieć na uwadze, iż ścieki z nich odpływające będą miały inny ładunek zanieczyszczeń, niż ścieki pochodzące z typowych gospodarstw domowych [Błażejowski i Mazurkiewicz 2007, Bugajski i Bergel 2008, Kaczor 2009]. Dlatego przy doborze przydomowej oczyszczalni ścieków należy uwzględnić oprócz ceny obiektu również charakter użytkowy budynku, z którego będą odprowadzane ścieki [Kaczor i Szewczyk 2011].

## CEL, ZAKRES ORAZ METODYKA BADAŃ

Celem badań była ocena skuteczności działania dwóch oczyszczalni ścieków z reaktorem biologicznym w technologii niskoobciążonego osadu czynnego zastosowanych do unieszkodliwiania ścieków odprowadzanych z budynków użyteczności publicznej zlokalizowanych w terenach niezurbanizowanych.

Pobór próbek ścieków surowych i oczyszczonych oraz analizy fizyczno-chemiczne prowadzone były na obydwu obiektach w okresie od stycznia 2010 do grudnia 2013 roku. W okresie tym pobrano i poddano analizie 28 próbek ścieków na dopływie i odpływie z każdego z analizowanych obiektów. Analizie poddano wskaźniki zanieczyszczeń z grupy podstawowej tj: BZT<sub>5</sub>, ChZT, zawiesina ogólna oraz wskaźniki z grupy eutroficznej tj: azot ogólny i fosforany. W okresie poboru próbek ścieków pomiarem objęto również temperaturę ścieków oraz odczyn pH. Pobór i analizę ścieków wykonano zgodnie z obowiązującymi w okresie badań metodami referencyjnymi zamieszczonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. (Dz. U. 2006 nr 137, poz. 984).

## OPIS OBIEKTÓW BADAWCZYCH

Pierwsza z analizowanych oczyszczalni ścieków została zainstalowana do unieszkodliwiania ścieków odprowadzanych z zespołu szkół w skład, której wchodzi szkoła Podstawowa oraz Gimnazjum. Ścieki do oczyszczalni dopływały z zespołu szkół, do których w okresie badań uczęszczało 320 uczniów oraz 15 osobowy personel na-

uczycielski. Dodatkowo do oczyszczalni odprowadzane były także ścieki z domu nauczyciela zamieszkałego przez 15 osób. Ścieki z obu budynków doprowadzane są przykanalikiem Ø 150 mm i długości 25 m. Zanim ścieki surowe trafią do reaktora biologicznego przepływają przez kratę gęstą, gdzie zatrzymuje się zanieczyszczenia wielogabarytowe tzw. skratki. Następnie ścieki pozbawione skratek dopływają do reaktora biologicznego z wydzielonymi strefami (komorami) denitryfikacji i nitryfikacji. Ścieki po oczyszczeniu biologicznym przepływają do osadnika wtórnego, w którym następuje proces oddzielenia osadu nadmiernego i recyrkulowanego od ścieków oczyszczonych. Ścieki oczyszczone odpływają do pobliskiego ciek, który jest ich odbiornikiem. Oczyszczalnia ścieków została zaprojektowana na średni dobowy dopływ ścieków 12 m<sup>3</sup>·d<sup>-1</sup> i obsługi do 60 RLM. Celem zabezpieczenia obiektu przed wpływem zewnętrznych czynników atmosferycznych oczyszczalnię ścieków umieszczono w budynku technologicznym. W dalszej części analizy wyników obiekt ten nazwano „A”.

Drugi z badanych obiektów to przydomowa oczyszczalnia ścieków, która przeznaczona jest do obsługi od 25 do 30 RLM i przepustowości projektowej 3,5–5,0 m<sup>3</sup>·d<sup>-1</sup>. Oczyszczalnia w części mechanicznej posiada trzykomorowy osadnik gnilny, a w części biologicznej reaktor biologiczny z osadem czynnym. W obiekcie tym zaadaptowano do oczyszczania mechanicznego istniejące trzykomorowy osadnik gnilny, który obecnie służy, jako osadnik wstępny do zatrzymywania zawieszin łatwo opadających i tłuszczu. Oczyszczalnia ścieków zainstalowana została przy Szkole Podstawowej, do której w okresie badań uczęszczało 120 uczniów oraz przebywało w niej 8 osób grona pedagogicznego. Podobnie jak w poprzednim przypadku, do oczyszczalni odprowadzane są także ścieki z domu nauczyciela zamieszkałego przez 6 osób. W dalszej części analizy wyników obiekt ten nazwano „B”.

## ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

W okresie badań do pierwszej z analizowanych oczyszczalni „A” średni dobowy dopływ ścieków w dniach powszednich wyniósł 4,55 m<sup>3</sup>·d<sup>-1</sup>, natomiast w dniach wolnych od zajęć lekcyjnych wyniósł 1,53 m<sup>3</sup>·d<sup>-1</sup>. Zatem w okresie sobót, niedziel, ferii i wakacji dopływ ścieków do tej oczyszczalni ulegał obniżeniu o 66,4%

w porównaniu do dopływu średniego dobowego w dniach powszednich. W odniesieniu do drugiego z badanych obiektów „B” średni dobowy dopływ ścieków w ciągu roku szkolnego wyniósł  $1,04 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ , w dniach wolnych od zajęć szkolnych obniżał się o 76% i wynosił  $0,25 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ .

Charakterystykę ścieków dopływających do analizowanych oczyszczalni, pod względem wielkości i stężeń wskaźników zanieczyszczeń przedstawiono w tabelach 1 i 2. W analizie uwzględniono pięć wskaźników zanieczyszczeń:  $\text{BZT}_5$ , ChZT, zawiesina ogólna, azot ogólny i fosforany. W tabeli 1 i 2 oddzielnie scharakteryzowano skład ścieków surowych w okresie zajęć szkolnych i w okresie wakacyjnym. Na podstawie danych zamieszczonych w tabeli 1 można stwierdzić, że w oczyszczalni „A” w dniach wolnych od zajęć szkolnych w ściekach dopływających występują wyższe stężenia i wartości analizowanych wskaźników. Wartość  $\text{BZT}_5$  w ściekach surowych w czasie dni wolnych od zajęć lekcyjnych była o  $51,7 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$  wyższa w porównaniu do wartości w ściekach dopływających w dniach powszednich. W odniesieniu do wartości ChZT

odnotowano podobną zależność, gdyż w dni wolne od zajęć lekcyjnych wartość tego wskaźnika była wyższa o  $70,5 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Stężenie zawiesiny ogólnej w ściekach surowych w okresie poza lekcyjnym również było wyższe od wartości tego parametru w czasie dni powszednich. Różnica stężenia zawiesiny ogólnej pomiędzy tymi dwoma okresami wyniosła  $13,4 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

W oczyszczalni „B”, podobnie jak w obiekcie „A” w dniach wolnych od zajęć odnotowano wyższe stężenia i wartości wskaźników zanieczyszczeń. Jedynie w przypadku azotu ogólnego stwierdzono wyższe stężenie tego wskaźnika w okresie zajęć szkolnych w porównaniu do dni wolnych na poziomie  $1,9 \text{ mg N}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ . W odniesieniu do  $\text{BZT}_5$  różnica ta wyniosła  $44,1 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ , dla ChZT różnica wyniosła  $0,4 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ , dla stężenia zawiesiny ogólnej różnica wyniosła  $16,1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  i dla fosforanów różnica wyniosła  $10,2 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ .

W dalszej części analizy wyników określono skuteczność eliminacji zanieczyszczeń wyrażonych w/w wskaźnikami w obydwu oczyszczalniach ścieków. W oczyszczalni „A” stopień

**Tabela 1.** Charakterystyczne wielkości wybranych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach surowych i oczyszczonych w oczyszczalni „A”

**Table 1.** Characteristics of selected indexes of pollution in raw and clean sewage in treatment plant “A”

Wskaźnik zanieczyszczeń	Parametr		Jednostka	Wartość parametru			
				podczas roku szkolnego		podczas wakacji	
				ścieki surowe	ścieki oczyszczone	ścieki surowe	ścieki oczyszczone
$\text{BZT}_5$	wielkość	maksymalna	$\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$	690,0	134,6	348,6	22,0
		średnia		250,0	28,9	301,7	13,1
		minimalna		41,9	2,7	270,2	8,2
	odchylenie standard.	166,8		26,6	41,4	7,7	
ChZT	wielkość	maksymalna	$\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$	995,6	184,2	613,3	98,5
		średnia		461,7	67,6	532,2	61,3
		minimalna		168,8	20,5	445,1	30,8
	odchylenie standard.	254,7		33,5	84,2	34,3	
Zawiesina ogólna	wielkość	maksymalna	$\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$	898,8	218,8	362,5	38,5
		średnia		317,2	54,8	330,6	26,6
		minimalna		48,4	6,4	278,5	5,6
	odchylenie standard.	222,2		49,4	45,5	18,3	
Azot ogólny	wielkość	maksymalna	$\text{mg N}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$	173,4	155,6	95,7	25,3
		średnia		78,6	42,4	82,4	16,3
		minimalna		13,4	3,5	69,0	8,8
	odchylenie standard.	36,6		42,2	13,3	8,3	
Fosforany	wielkość	maksymalna	$\text{mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$	66,5	72,8	27,2	20,6
		średnia		25,9	22,3	26,1	14,9
		minimalna		14,0	8,9	25,3	10,8
	odchylenie standard.	8,4		12,5	1,0	5,1	

**Tabela 2.** Charakterystyczne wielkości wybranych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach surowych i oczyszczonych w oczyszczalni „B”**Table 2.** Characteristics of selected indexes of pollution in raw and clean sewage in treatment plant “B”

Wskaźnik zanieczyszczeń	Parametr		Jednostka	Wartość parametru			
				podczas roku szkolnego		podczas wakacji	
				ścieki surowe	ścieki oczyszczone	ścieki surowe	ścieki oczyszczone
BZT <sub>5</sub>	wielkość	maksymalna	mg O <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup>	418,6	81,3	299,0	25,8
		średnia		169,8	32,8	213,9	21,4
		minimalna		44,8	12,0	103,7	18,9
	odchylenie standard.	81,9		14,9	70,5	2,8	
ChZT	wielkość	maksymalna	mg O <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup>	1263,2	273,0	392,8	94,4
		średnia		368,6	97,5	369,0	75,9
		minimalna		160,4	29,7	289,5	55,2
	odchylenie standard.	247,9		50,0	44,8	14,8	
Zawiesina ogólna	wielkość	maksymalna	mg·dm <sup>-3</sup>	720,8	94,0	350,3	73,4
		średnia		238,0	52,6	254,1	45,9
		minimalna		41,6	22,6	72,4	33,5
	odchylenie standard.	131,5		19,0	112,4	6,7	
Azot ogólny	wielkość	maksymalna	mg N <sub>og</sub> ·dm <sup>-3</sup>	134,1	77,1	104,8	20,2
		średnia		83,6	27,2	81,7	15,0
		minimalna		23,4	8,9	69,2	8,6
	odchylenie standard.	29,2		16,6	14,2	4,7	
Fosforany	wielkość	maksymalna	mg PO <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup>	47,5	29,5	66,5	15,0
		średnia		33,8	12,6	44,0	8,9
		minimalna		17,2	2,1	27,0	5,3
	odchylenie standard.	8,8		6,3	15,6	3,7	

redukcji BZT<sub>5</sub> był na średnim poziomie 85,5% w okresie roku szkolnego i 95,4% w okresie wakacji. W przypadku ChZT skuteczność zmniejszenia wyniosła 82,2% w roku szkolnym i 89,0% w czasie wakacji. W odniesieniu do zawiesiny ogólnej stopień redukcji był na poziomie 84,5% w czasie zajęć szkolnych i 91,5% w czasie wakacji. Skuteczność eliminacji związków biogenych wyniosła dla azotu ogólnego 57,8% w okresie zajęć szkolnych i 80,4% w okresie wakacji, a dla fosforanów odnotowano odpowiednio 42,2% w okresie pobytu uczniów w szkole i 42,6% w czasie wakacji. W oczyszczalni „B” odnotowano średni stopień redukcji w okresie roku pobytu uczniów w szkole dla BZT<sub>5</sub> na poziomie 77,7%, dla ChZT na poziomie 68,7%, dla zawiesiny ogólnej 74%, dla azotu ogólnego 64,5% i dla fosforanów 60,6%. Natomiast w okresie wakacji skuteczność eliminacji BZT<sub>5</sub> wyniosła 88,8%, ChZT – 79,3%, zawiesiny ogólnej – 65,4%, azotu ogólnego – 81,6% i fosforanów – 75,9%.

Na podstawie danych zamieszczonych w tabeli 1 i tabeli 2 można stwierdzić, że niższe war-

tości i stężenia zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych (oczyszczonych) do odbiornika występują w dniach wolnych od zajęć z wyjątkiem zawiesiny ogólnej. Jest to spowodowane bardziej stabilnym dopływem ścieków i ładunkiem w nich zawartych w okresie wakacyjnym. Mimo, iż w okresie wakacyjnym występuje większe niedociężenie hydrauliczne obu obiektów to jak wynika z analizy obie oczyszczalnie charakteryzują się lepszą skutecznością pracy. Jakość ścieków oczyszczonych w obu przypadkach powinna odpowiadać wytycznym podanym w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. dla oczyszczalni do 2000 RLM. Ponieważ ścieki po oczyszczeniu z obydwu oczyszczalni dopływają do wód płynących, przy ocenie ich funkcjonowania uwzględniono jedynie wskaźniki z grupy podstawowej. W odniesieniu do stężeń azotu ogólnego i fosforanów nie wyznaczono wartości dopuszczalnych.

W przypadku oczyszczalni „A” średnia wartość BZT<sub>5</sub> w ściekach oczyszczonych w okresie roku szkolnego wyniosła 28,9 mg O<sub>2</sub>·dm<sup>-3</sup>, a w

okresie letnim  $13,1 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Zatem w obu okresach średnia wartość tego parametru była mniejsza od wartości dopuszczalnej wynoszącej  $40 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Średnia wartość ChZT w okresie roku szkolnego wyniosła  $67,6 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ , a w okresie letnim  $61,3 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Podobnie jak w poprzednim przypadku wartość średnia była niższa od wartości dopuszczalnej, która dla tego wskaźnika wynosi  $150 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . W przypadku zawiesiny ogólnej w okresie letnim wartość średnia, która wyniosła  $26,6 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  była niższa od wartości dopuszczalnej wynoszącej  $50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , natomiast w okresie roku szkolnego średnie stężenie zawiesiny ogólnej w ściekach oczyszczonych było nieznacznie wyższe od wartości granicznej i wyniosło  $54,8 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . W analizowanym obiekcie stwierdzono niższe średnie wartości stężenia azotu ogólnego i fosforanów w ściekach oczyszczonych w okresie wakacyjnym w porównaniu do okresu roku szkolnego.

W przypadku oczyszczalni „B” średnia wartość  $\text{BZT}_5$  w ściekach oczyszczonych w okresie roku szkolnego wyniosła  $32,8 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ , natomiast w okresie wakacyjnym wyniosła  $21,4 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$  i w obu przypadkach były to wartości mniejsze od wartości dopuszczalnych wynoszących  $40 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Również średnia wartość ChZT w ściekach oczyszczonych w okresie wakacyjnym ( $94,4 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ ) była niższa od wartości tego parametru w okresie roku szkolnego ( $97,5 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ ) i w obu okresach wartości średnie nie przekraczały wartości maksymalnej wynoszącej  $150,0 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . W przypadku zawiesiny ogólnej w okresie roku szkolnego odnotowano częste przekroczenia tego parametru w ściekach oczyszczonych w odniesieniu do wartości dopuszczalnej wynoszącej  $50 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . W tym okresie średnia wartość zawiesiny ogólnej wyniosła  $52,6 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , natomiast w okresie wakacyjnym średnie stężenie zawiesiny ogólnej wynosiło  $45,9 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Analizując stężenia wskaźników biogenych w ściekach oczyszczonych stwierdzono, że w okresie wakacyjnym były niższe w porównaniu do okresu roku szkolnego.

Reasumując, należy stwierdzić, że w obu analizowanych obiektach procesy oczyszczania ścieków pochodzących ze szkół oraz domów nauczyciela zachodzą w znacznej części prawidłowo. Zdarzające się pojedyncze przypadki przekroczeń wartości lub stężeń poszczególnych wskaźników w ściekach oczyszczonych są wynikiem nieprawidłowej eksploatacji lub zewnętrznych warunków termicznych (tempe-

ratury). W przypadku wyeliminowania nieprawidłowości eksploatacyjnych można zwiększyć skuteczność procesów oczyszczania ścieków, co powinno skutkować brakiem przekroczeń poszczególnych parametrów w ściekach oczyszczonych.

## WNIOSKI

1. W ściekach surowych odprowadzanych z budynków użyteczności publicznej, jakimi są szkoły występują duże wahania zanieczyszczeń wyrażanych wskaźnikami z grupy podstawowej oraz biogennej, co może skutkować zakłóceniami procesów zachodzących w reaktorach biologicznych pracujących w technologii osadu czynnego.
2. W oczyszczalniach z reaktorem biologicznym w technologii osadu czynnego oczyszczających ścieki z budynków użyteczności publicznej uzyskuje się wysoki stopień redukcji wskaźników tlenowych tj.  $\text{BZT}_5$  i ChZT, jak też zawiesiny ogólnej.
3. W przydomowych oczyszczalniach ścieków bazujących na technologii osadu czynnego uzyskuje się znaczny stopień redukcji wskaźników eutroficznych tj. azot ogólny i fosforany, przez co można zapobiegać procesom eutrofizacji wód.
4. Podniesienie świadomości użytkowników dotyczącej reżimu eksploatacyjnego powinno zwiększyć skuteczność oczyszczania ścieków w oczyszczalniach, które są wrażliwe na zmienne ilości dopływających ścieków oraz zmienne ilości ładunków w nich zawarte.

## LITERATURA

1. Błażejowski R. 2007. Kanalizacja wsi. Przegląd Komunalny 11(194), 83–98.
2. Błażejowski R., Mazurkiewicz J. 2007. Wybór małej oczyszczalni ścieków dla terenów niezurbanizowanych. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 1, 22–26.
3. Bugajski P., Bergel T. 2008. Wielkości wybranych stężeń zanieczyszczeń w ściekach bytowych odpływających z terenów wiejskich. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 9, 28–29.
4. GUS 2013. Infrastruktura komunalna w 2012 r. Informacje i opracowania statystyczne, Warszawa.
5. Józwiakowski K. 2012. Przydomowe oczyszczalnie ścieków na terenach wiejskich – cz. I. Inżynier budownictwa, 10, 57–60.

6. Józwiakowski K., Pytka A. 2010. Rozwój gospodarki wodno-ściekowej na terenach wiejskich w Polsce w latach 1990-2008. Gospodarka Odpadami Komunalnymi. Monografia Komitetu Chemii Analitycznej PAN. Tom VI, 31–39.
7. Kaczor G., Szewczyk T. 2011. Wybrane cechy jakościowe ścieków odprowadzanych z osiedli domów jednorodzinnych w Krakowie. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 10, 361–363.
8. Kaczor G. 2009. Stężenia zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych z wiejskich systemów kanalizacyjnych województwa małopolskiego. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 9, 97–104.
9. Pawełek J. 2015. Water management in Poland in view of water supply and sewage disposal infrastructure development. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich II/2, 367–376.
10. Pryszcz M., Mrowiec B.M. 2015. Funkcjonowanie przydomowych oczyszczalni w Polsce. Inżynieria Ekologiczna, 41, 133–141.
11. Świgoń Z. 2008. Prawne i techniczne aspekty budowy przydomowej oczyszczalni (cz. 1). Rynek Instalacyjny, 1/2, 73–75.
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24.07.2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód i do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. 2006 nr 137, poz. 984).



Opublikowanie pracy dofinansowano ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Lublinie.