

**ZOFIA SADECKA<sup>\*</sup>, SYLWIA MYSZOGRAJ<sup>\*</sup>,  
ALEKSANDRA SIECIECHOWICZ<sup>\*</sup>,  
MONIKA SUCHOWSKA-KISIELEWICZ<sup>\*</sup>, JANUSZ WAŚ<sup>\*\*</sup>,  
TOMASZ MUSIAŁOWICZ<sup>\*\*</sup>**

## **NOWOCZESNA OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW W GMINIE ŁĄGÓW LUBUSKI - PIERWSZE MIESIĄCE EKSPLOATACJI**

### *Streszczenie*

*Wybór technologii, szczególnie w przypadku małych obiektów powinien zapewnić oczyszczanie ścieków w zakresie usuwania związków organicznych. W przypadku odprowadzania ścieków oczyszczonych do odbiorników I klasy czystości, technologia powinna zagwarantować również usuwanie ze ścieków związków azotu i fosforu. W artykule wykazano, że w nowej oczyszczalni ścieków obsługującej gminę Łągów Lubuski, uzyskuje się parametry ścieków oczyszczonych poniżej wartości wymaganych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Dz. U. 2006 nr 137, poz. 984 z późn.zm). Wysoką efektywność oczyszczania ścieków z usuwaniem związków biogenych uzyskano przy energochłonności rzędu 0,4 kWh na 1 m<sup>3</sup> dopływających ścieków.*

Słowa kluczowe: oczyszczalnia ścieków, usuwanie związków biogenych

### **WPROWADZENIE**

Jakość wód na terenie województwa lubuskiego jest wynikiem presji związanej z poborem wody, odprowadzaniem do wód ścieków komunalnych i przemysłowych oraz z dopływem zanieczyszczeń z tzw. źródeł przestrzennych.

Ze względu na tranzytowe i przygraniczne położenie znaczący wpływ na jakość wód na terenie województwa lubuskiego wywierają różnego rodzaju źródła zanieczyszczeń usytuowane na terenie województwa dolnośląskiego, ślą-

---

\* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Technologii Wody, Ścieków i Odpadów

\*\* Biopax PL Sp.z o.o.

skiego, opolskiego, wielkopolskiego, a także Czech i Niemiec. W ostatnich latach nastąpiło zmniejszenie oddziaływania przemysłowych źródeł zanieczyszczeń wskutek restrukturyzacji przemysłu i tym samym ograniczenie ilości ścieków przemysłowych. Zmiany ilości ścieków przemysłowych i komunalnych odprowadzanych do wód i ziemi w Polsce w latach 2000-2010 zestawiono w tabeli 1 [GUS 2011].

Tab. 1. Ścieki przemysłowe i komunalne odprowadzane do wód lub do ziemi [GUS 2011]

Tab. 1. Industrial and municipal sewage discharged into water or soil [GUS 2011]

Wyszczególnienie	2000	2005	2009	2010	%
	hm <sup>3</sup>				
<b>O G Ó Ł E M</b>	<b>209,7</b>	<b>235,2</b>	<b>223,7</b>	<b>243,4</b>	<b>100,0</b>
Odprowadzone bezpośrednio z zakładów <sup>a)</sup>	87,1	133,2	124,3	141,3	58,1
W tym wody chłodnicze	21,9	69,2	49,0	51,4	21,1
Odprowadzone siecią kanalizacyjną <sup>b)</sup>	122,5	102,0	99,5	102,1	41,9
W tym ścieki wymagające oczyszczenia	187,7	166,0	174,7	192,0	78,9
Oczyszczane	179,7	159,9	166,1	177,4	72,9
Mechanicznie	30,9	27,6	34,5	36,4	15,0
Chemicznie <sup>c)</sup>	22,9	26,2	24,9	30,1	12,4
Biologicznie	105,5	52,4	33,6	35,2	14,5
Z podwyższonym usuwaniem biogenów	20,5	53,7	73,1	75,8	31,1
Nieoczyszczane	8,0	6,1	8,6	14,5	6,0
Odprowadzone bezpośrednio z zakładów	3,0	2,3	7,5	14,4	5,9
Odprowadzone siecią kanalizacyjną	5,0	3,9	1,1	0,1	0,0

a) łącznie z wodami chłodniczymi i zanieczyszczonymi wodami z odwadniania zakładów górniczych oraz obiektów budowlanych. b) począwszy od danych za rok 2010 zmieniła się metodologia badania ilości ścieków odprowadzonych siecią kanalizacyjną, dlatego dane dotyczące ścieków komunalnych nie są w pełni porównywalne z latami ubiegłymi. c) od 2003 r. dotyczy ścieków przemysłowych.

W Polsce w 2011r. zgodnie z danymi GUS (tabela 2), eksploatowanych było łącznie 3157 oczyszczalni ścieków komunalnych, w tym 816 z podwyższonym usuwaniem związków biogenych [GUS 2011].

Czynnikami istotnie wpływającymi na pogorszenie jakości wód mniejszych rzek i cieków, są występujące na terenach ich zlewni dysproporcje pomiędzy wyposażeniem miejscowości w wodociągi i kanalizację, jak również ścieki nie spełniające wymagań przepisów prawnych [Henze 2000, Sadecka 2010]. Zgodnie z założeniami Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych [KPOŚK 2010] i wymaganiami Dyrektywy Rady 91/271/EWG w sprawie oczyszczania ścieków komunalnych do 2015r., w Polsce należy rozbudować lub

zmodernizować oczyszczalnie ścieków w 318 aglomeracjach powyżej 15000 RLM oraz wybudować, rozbudować lub zmodernizować oczyszczalnie ścieków w aglomeracjach powyżej 2000 RLM [KPOŚK 2010]. Wymagania stawiane oczyszczalniom ścieków zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Środowiska [Dz.U. nr 137, poz. 984 z póź. zm.]. Bardzo dobrym przykładem proekologicznego działania i realizacji założeń KPOŚK jest gmina Łągów Lubuski.

*Tab. 2. Liczba i rodzaj oczyszczalni ścieków w Polsce (stan na 31 XII 2010) [GUS 2011]*

*Tab. 2. Number and type of wastewater treatment plants in Poland (as of 31 December 2010)*

Rodzaj oczyszczalni	Komunalne	Przemysłowe
Mechaniczne	60	389
Chemiczne	—	114
Biologiczne	2281	606
Z podwyższonym usuwaniem biogenów	816	51
<b>Ogółem</b>	<b>3157</b>	<b>1160</b>

#### NOWOCZESNA OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW DLA GMINY ŁĄGÓW LUBUSKI

W 2011 r. w Gronowie powstała nowoczesna oczyszczalnia ścieków dla gminy Łągów Lubuski. Zastąpiła ona starą, wyeksploatowaną, kontenerową oczyszczalnię, w której efektywność oczyszczania ścieków była niewystarczająca. Dla oczyszczalni poniżej 15000 RLM obowiązujące regulacje prawne nie wymagają usuwania ze ścieków substancji biogenych [Dz.U. 2006, nr 137, poz. 984 z póź. zm.]. Na etapie wyboru technologii dla oczyszczalni w gminie Łągów postawiono jednak wysokie wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych. Powodem tych wymagań jest I klasy czystości odbiornik ścieków oraz perspektywiczny uzdrowiskowy charakter gminy Łągów.

Teren oczyszczalni zlokalizowany jest w północno-zachodniej części wsi Gronów (poza obszarem zabudowy mieszkaniowej), ok. 1 km na północ od trasy krajowej nr 2, w bezpośrednim sąsiedztwie Łagowskiego Parku Krajobrazowego. Najbliższe budynki mieszkalne znajdują się około 250m od granicy oczyszczalni. W odległości około 1100m na zachód od terenu oczyszczalni przepływa rzeka Łągowa, do której odprowadzane są ścieki oczyszczone. Rzeka Łągowa jest lewym dopływem rzeki Pliszki. Istniejący wylot ścieków oczyszczonych znajduje się na jej prawym brzegu w km 4+152.



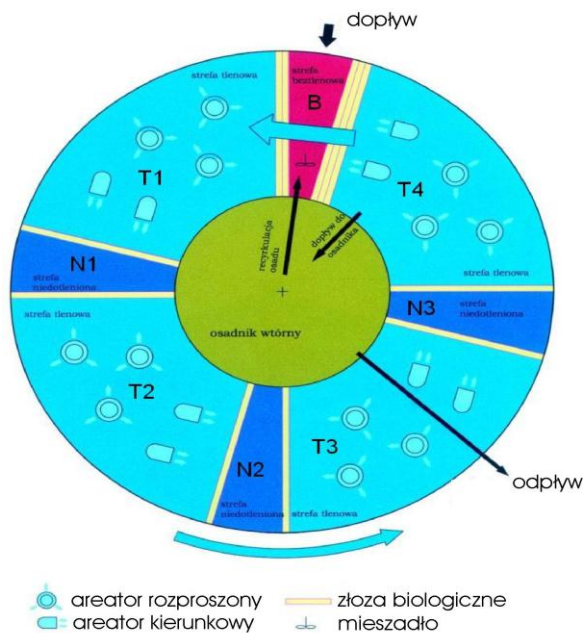
*Fot. 1. Widok na oczyszczalnię ścieków w Gronowie*  
*Phot. 1. View of the wastewater treatment plant in Gronowo*

### CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Nowa oczyszczalnia o projektowej przepustowości  $Q_{d\acute{s}r.} = 900 \text{ m}^3/\text{d}$ , została wybudowana na terenie starej oczyszczalni. Wszystkie elementy ciągu technologicznego wraz z gospodarką osadową oraz trzecim stopniem oczyszczania - laguną hydroponiczną (fot. 1-3, rys.1) umieszczono w budynku o powierzchni  $1050 \text{ m}^2$ .



*Fot. 2. Reaktor hybrydowy – widok*  
*Phot. 2. View of the biological reactor*



T – strefa tlenowa, N – strefa niedotleniona, B – strefa beztlenowa

Rys. 1. Schemat reaktora hybrydowego [Sadecka, Waś, 2007, 2010]

Fig. 1. Hybrid reaktor [Sadecka, Waś, 2007, 2010]

Ścieki do oczyszczalni doprowadzane są z Gronowa i Łagowa przez zbiorczą przepompownię. Ścieki dowożone taborem asenizacyjnym zrzucane są przez punkt zlewny do zbiornika ścieków dowożonych, w którym opcjonalnie, w przypadku wysokich stężeń zanieczyszczeń, mogą być rozcieńczane ściekami oczyszczonymi, napowietrzane, a następnie dozowane do ciągu technologicznego przed sitopiaskownik.

Ścieki dopływające do oczyszczalni są oczyszczane mechanicznie na kracie koszowej i sitopiaskowniku. Oczyszczanie biologiczne realizowane jest w hybrydowym reaktorze biologicznym zaprojektowanym w formie pierścienia wokół osadnika wtórnego. Reaktor biologiczny wyposażony został w przepływowe złoża biologiczne oraz aeratory typu ASD.

Trzeci stopień oczyszczania biologicznego rozwiązany jest w postaci laguny hydroponicznej.



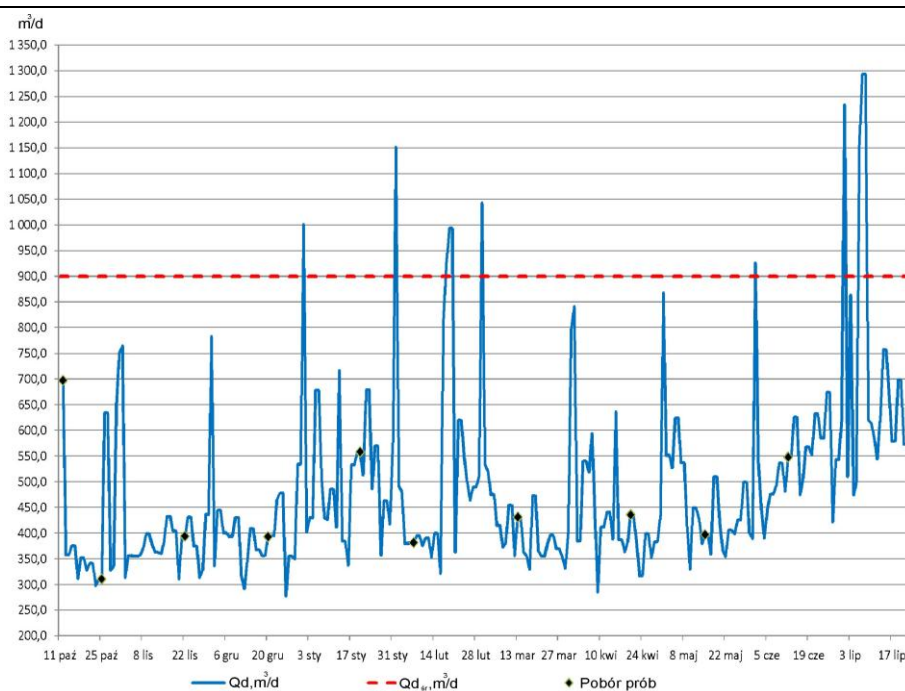
*Fot. 3. Widok na lagunę hydroponiczną*  
*Phot. 3. View of hydroponic lagoon*

#### **OCENA EFEKTYWNOŚCI PRACY OCZYSZCZALNI W GRONOWIE**

Wybudowana i oddana do eksploatacji w 2011 r. oczyszczalnia współpracuje z mieszaną siecią kanalizacyjną (ciśnieniową, podciśnieniową i grawitacyjną). Do oczyszczalni dopływają bardzo zróżnicowane ilości ścieków. Badania prowadzone od końca rozruchu oczyszczalni, tj. od października 2011 r. wykazują, że dobowe odpływy z oczyszczalni wahają się od minimalnego – 278 m<sup>3</sup>/d do maksymalnego 1294 m<sup>3</sup>/d. Wahania dobowych odpływów ścieków z oczyszczalni w okresie od października 2011 r. do lipca 2012 r. przedstawiono graficznie na rys. 2 oraz w tabeli 3. Różnica dobowych przepływów między kolejnymi dniami pracy oczyszczalni dochodzi nawet do około 700 m<sup>3</sup> tj. ponad 80% średniej dobowej przepustowości oczyszczalni. W 5% przypadków różnica pomiędzy przepływami z dwóch kolejnych dni przekracza 50% przepustowości dobowej, a w 10% przypadków – różnica ta przekracza 300 m<sup>3</sup>/d.

Ocenę składu ścieków surowych dokonano w próbkach przepływowo-proporcjonalnych. Próbki przepływowo-proporcjonalne zapewniają bardzo dobre, reprezentatywne wyniki, a przy znacznie wahającym się przepływie oraz zmiennym ładunku zanieczyszczeń są to wyniki najlepsze, znacznie dystansujące inne. Oznacza to w praktyce możliwość uchwycenia wszystkich zaburzeń w pracy oczyszczalni ścieków. Tą metodę charakteryzują: zmienna objętość jednostkowych prób i stała częstotliwość poboru. Wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach surowych dopływających do oczyszczalni w Gronowie zestawiono w tabeli 4.





Rys. 2 Dobowe ilości ścieków oczyszczonych [Mat. eksploatacyjne 2012]  
Fig. 2. Daily amount of treated sewage

Pomimo znacznych różnic w obciążeniu oczyszczalni ładunkiem zanieczyszczeń, ścieki oczyszczone charakteryzują się parametrami, których wartości są kilkukrotnie niższe, niż wymagane. Wartości wskaźników w ściekach oczyszczonych przedstawiono w tabeli 4. Wyniki analiz ścieków oczyszczonych wykazują, że charakteryzują się one wartościami BZT<sub>5</sub> od 1,7 do 7,6 mg/dm<sup>3</sup>; ChZT od 34 do 59 mg/dm<sup>3</sup> i zawiesiną ogólną poniżej 7,4 mg/dm<sup>3</sup>.

Oczyszczalnia spełnia również założone w projekcie wysokoefektywne usuwanie związków azotu i fosforu. Stężenia tych związków w ściekach oczyszczonych wynoszą odpowiednio: poniżej 11 mgN/dm<sup>3</sup> i poniżej 2 mgP/dm<sup>3</sup>. Przedstawione wyniki wykazują, że małe oczyszczalnie wymagają takich układów technologicznych, które zapewnią sprawne biologiczne oczyszczanie przy zmiennych obciążeniach ładunkiem zanieczyszczeń.

Wysoką efektywność pracy oczyszczalni w Gronowie uzyskano dzięki zastosowaniu technologii hybrydowej i innowacyjnego systemu napowietrzania ASD. Hybrydowy, cyrkulacyjny reaktor biologiczny – komora osadu czynnego – działa w ciągłym przepływie, powtarzając kompletną sekwencję stref: beztlenowej, niedotlenionej oraz tlenowej. Podział pierścienia komory na strefy wykonany jest ze ścian zbudowanych z przepływowych złóż zanurzonych.

Tab. 3. *Dobowe odpływy ścieków z oczyszczalni [Mat. eksploatacyjne 2012]*  
 Tab. 3. *Daily outflows from wastewater treatment plants*

dzień/ miesiąc	Odpływy dobowe z oczyszczalni w Gronowie, m <sup>3</sup> /d									
	10.2011	11.2011	12.2011	01.2012	02.2012	03.2012	04.2012	05.2012	06.2012	07.2012
1		765	783	1 001	1 151	1 043	841	868	926	1 234
2		314	336	402	491	533	385	551	536	510
3		356	444	429	480	519	385	551	445	863
4		356	444	430	380	475	540	527	390,33	474,32
5		355	400	678	380	475	540	624	446	498
6		355	400	678	381	415	519	624	475	1 156
7		357	393	501	382	415	593	537	475	1 293
8		372	393	429	394	373	428	537	492	1 294
9		399	430	426	395	381	285	413	536	620
10		399	430	485	375	454	411	329	536	613
11	697	378	318	485	390	454	412	448	481	583
12	697	362	292	411	390	356	440	448	548	544
13	357	363	342	717	353	431	440	429	548	628
14	357	360	409	384	399	431	388	379	625	756
15	375	382	409	384	399	363	636	397	625	757
16	375	432	367	337	322	355	387	397	475	669
17	312	433	367	532	816	329	387	359	506	578
18	351	404	356	533	926	472	363	509	567	579
19	351	404	356	558	993	473	382	509	568	698
20	328	311	393	558	993	365	436	417	552	698
21	341	394	395	513	362	354	436	366	632	572
22	341	394	395	678	619	355	380	354	632	572
23	298	431	464	679	619	379	317	406	585	
24	311	431	478	486	546	396	317	406	585	
25	311	374,89	478	569	500	396	398	398	673	
26	633	374	278	569	464		398	425	673	
27	634	314	355	356	489	369	352	425	421	
28	328	327	355	463	490	354	382	498	543	
29	335	436	350	463	509	331	383	499	543	
30	654	436	534	417		398	434	400	617	
31	750		534	575		798		389		

*pola zaznaczone dotyczą danych z soboty/niedzieli*

Prędkość cyrkulacji i ilości obiegów wymuszana dzięki aeratorom ASD dostosowuje się automatycznie, proporcjonalnie do wielkości dopływającego ładunku zanieczyszczeń.



Korzystając z zarejestrowanych danych zużycia energii wyliczono, że w dotychczasowym okresie eksploatacji, średnia ilość zużytej energii elektrycznej nie przekracza 0,4 kWh na 1 m<sup>3</sup> dopływających ścieków.

Tab. 4. Parametry ścieków surowych i oczyszczonych w oczyszczalni w Gronowie [Mat. eksploatacyjne 2012]

Tab. 4. The parameters of treated sewage in the effluent from Gronów wastewater treatment plant

Data poboru próbki	Wskaźniki									
	BZT <sub>5</sub>		ChZT		Zawiesina og.		N <sub>og</sub>		P <sub>og</sub>	
	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>		mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>		mg/dm <sup>3</sup>		mg N/dm <sup>3</sup>		mg P/dm <sup>3</sup>	
	ścieki surowe	ścieki oczyszcz.	ścieki surowe	ścieki oczyszcz.	ścieki surowe	ścieki oczyszcz.	ścieki oczyszcz.	odbiornik	ścieki oczyszcz.	odbiornik
Wartości dop.		<b>25</b>	-	<b>125</b>	-	<b>35</b>	<b>15*</b>	-	<b>2*</b>	-
10.10.11			1180	59	3008	13	10,1		1,9	
10.12.11							10,9			
10.25.11	498	1,8	1267	34	536	< 2,0		< 1,00		< 0,10
11.22.11	473	5,1	1514	43	1014	< 2,0		< 1,00		0,21
12.20.11		4,2		42		< 2,0		1,02		0,05
01.20.12		2,1		41		2,7		< 1,00		< 0,10
02.07.12		2,9		53		< 2,0		2,52		< 0,10
03.13.12		7,6		50		< 2,0		< 1,00		< 0,10
04.20.12		2,2		48		< 2,0		< 1,00		< 0,10
05.15.12		1,7		44		7,4		< 1,00		< 0,10
06.12.12		7,5		51		3,2		< 1,00		< 0,10

\* nie wymagane pozwoleniem wodnoprawnym, ani rozporządzeniem, gdyż ścieki nie są odprowadzane do wód stojących lub ich dopływów

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Biologiczne oczyszczanie ścieków można realizować z dobrym skutkiem w systemach z biomasą zawieszoną (osad czynny) lub utwardzoną (złóżce biologiczne). W przypadku, gdy system oczyszczania jest narażony na szczególnie niekorzystne warunki pracy np. dużą nierównomierność ilości i jakości dopływających ścieków dobrym rozwiązaniem jest połączenie obu form biomasy. Reaktor hybrydowy zastosowany w oczyszczalni ścieków dla gminy Łągów Lubuski jest przykładem takiego rozwiązania.

Pomimo znacznych różnic w obciążeniu oczyszczalni, ścieki oczyszczone charakteryzują się parametrami spełniającymi kryteria stawiane tego typu obiektom oraz spełniają wymagania ochrony jakości odbiornika, którym jest pierwszej klasy czystości rzeka Łagowa płynąca w Łagowskim Parku Krajobrazowym.

Doświadczenia eksploatacyjne wykazują, że w oczyszczalni o przepustowości 900 m<sup>3</sup>/d, można dzięki dobrze zaprojektowanej technologii, usuwać ze ścieków nie tylko zanieczyszczenia organiczne, ale również związki biogenne: azot i fosfor, ze średnią energochłonnością rzędu 0,4 kWh na 1 m<sup>3</sup> dopływających ścieków.

Wprowadzenie wysokoefektywnych technologii w małych obiektach <15000 RLM ma szczególne znaczenie w wypełnianiu zobowiązań ochrony zbiorników wodnych przed zanieczyszczeniem.

#### LITERATURA

1. GUS. *Mały Rocznik Statystyczny*, 2011
2. HENZE M., I IN.: *Oczyszczanie ścieków. Procesy biologiczne i chemiczne*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Kielce, 2000
3. *Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2010
4. *Materiały eksploatacyjne oczyszczalni ścieków w Łagowie Lubuskim*, 2012
5. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r.* (Dz. U. 2008, nr 162, poz.1008) wytyczne w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych.
6. *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. 2006 nr 137, poz.984 z póź. zm.)
7. SADECKA Z., WAŚ J.: *ASD-neue qualität der belüftung in belebungsbecken*. W: *Oczyszczanie ścieków i przeróbka osadów ściekowych*. T. 4 pod red. Z. Sadeckiej – Zielona Góra : Oficyna Wydaw. Uniwersytetu Zielonogórskiego, 27-37, 2010
8. SADECKA Z., WAŚ J.: *Procesy tlenowo-beztlenowe w cyrkulacyjnym przepływowym reaktorze biologicznym*, *Oczyszczanie ścieków i przeróbka osadów ściekowych*. red. Z. Sadecka, S. Myszograj – Zielona Góra. Oficyna Wydaw. Uniwersytetu Zielonogórskiego, 71-78, 2007
9. SADECKA Z.: *Podstawy biologicznego oczyszczania ścieków*. Warszawa, Wyd. Seidel-Przywecki Sp. z o.o., 2010

---

**THE MODERN WASTEWATER TREATMENT PLANT  
IN LAGOW COMMUNITY- FIRST MONTHS  
OF THE OPERATION***S u m m a r y*

*The choice of technology, particularly in the case of small objects should provide a highly effective wastewater treatment with the removal of nitrogen and phosphorus. The paper shows that the new wastewater treatment for community Lagow Lubuski, allows to achieved parameters in treated wastewater below the required given in the regulation of the Minister of the Environment (Journal of Laws of 2006, No. 137, item 984). High efficiency of removal of nutrients can be obtained with energy consumption of 0.4 kWh per 1 m<sup>3</sup> of sewage.*

Key words: wastewater treatment plant, removal of nutrients