

Regina Łukawska, Rodryk Świerczok, Jacek Włodyga

## Biologiczne usuwanie związków azotu i fosforu w oczyszczalni ścieków typu ZBW-BOS-BG

Zmiany ustawodawcze dokonane w roku 1991 spowodowały konieczność modyfikacji technologicznych m.in. w małych oczyszczalniach ścieków, jakimi są oczyszczalnie typu ZBW-BOS. Zmiany technologiczne tych oczyszczalni ukierunkowano na wysoko sprawne, zintegrowane systemy usuwania ze ścieków związków węgla, azotu i fosforu, przy wykorzystaniu tradycyjnych BOS-ów i przystosowaniu ich do pełnienia nowych funkcji technologicznych. Zastosowane zmiany w systemie napowietrzania ścieków oraz nowoczesne urządzenia, umożliwiły uzyskanie znacznych oszczędności w kosztach eksploatacyjnych [1,2].

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań dwóch oczyszczalni typu ZBW-BOS-BG, zlokalizowanych w Szczecinie i w Marczykach pod Jelenią Górą. Rozruch technologiczny obu obiektów został wykonany przez Zakład Badawczo-Wdrożeniowy Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej w Jeleniej Górze.

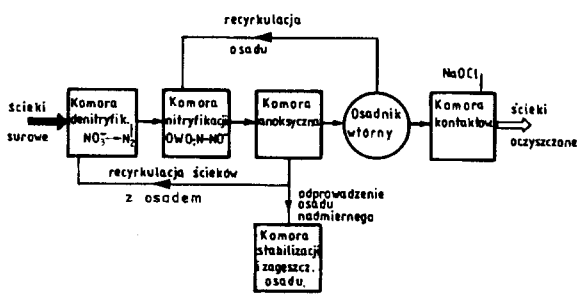
### Rozwiązania technologiczne

Schemat układu technologicznego oczyszczalni ścieków typu ZBW-BOS-BG przedstawiono na rysunku 1, parametry technologiczne oczyszczalni zawiera tabela 1, natomiast schemat konstrukcyjny oczyszczalni pokazany jest na rysunku 2.

Tabela 1. Parametry technologiczne oczyszczalni ścieków typu ZBW-BOS-BG

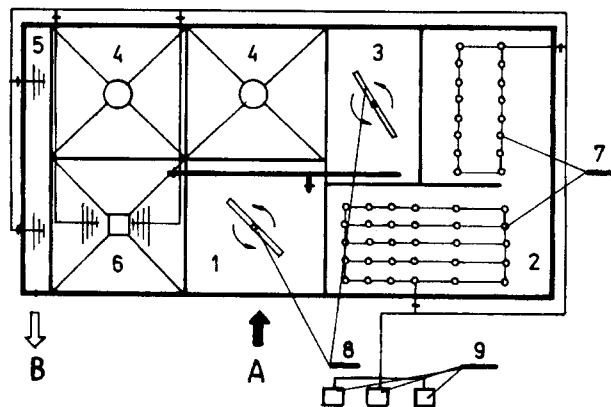
Parametr, jednostka	Oczyszczalnia w Marczykach	Oczyszczalnia w Szczecinie
Stężenie osadu, g/m <sup>3</sup>	8,1	5,0
Obciążenie osadu, gBZT5/gsm d	0,05	0,1
Wiek osadu, d	7	9
Czas przetrzymania ścieków, h		
- w strefie anaerobowej	4,1	2,4
- w strefie aerobowej	6,2	15,3
- w strefie anoksydacyjnej	5,0	3,0
Osad recykulowany, %	200+300	200+300

denitryfikacji, co umożliwia różnica poziomów ścieków w obu komorach. Pozostała część ścieków przepływa do pionowych osadników wtórnych. Ścieki oczyszczone odpływają do komory kontaktowej i dalej do odbiornika. Osad z osadników wtórnych jest recykulowany na początek komory nityfikacji, zaś osad nadmierny usuwany jest z komory anoksydacyjnej do komory stabilizacji i zagęszczania, gdzie jest tlenowo stabilizowany i zagęszczany.



Fys. 1. Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków typu ZBW-BOS-BG

Ścieki surowe dopływają do komory denitryfikacji, która wyposażona jest w mieszadło oraz pompę. Następnie ścieki podane są za pomocą pompy do komory nityfikacji, wyposażonej w system napowietrzania drobnopęcherzkowego. Dalej ścieki płyną do komory anoksydacyjnej, w której jest centrycznie zamontowane mieszadło utrzymujące ścieki w ruchu. Z komory anoksydacyjnej część ścieków recykulowana jest grawitacyjnie do komory



Fys. 2. Schemat konstrukcyjny oczyszczalni ścieków typu ZBW-BOS-BG (A – ścieki surowe, B – ścieki oczyszczone, 1 – komora denitryfikacji, 2 – komora nityfikacji, 3 – komora anoksydacyjna, 4 – osadnik wtórny, 5 – komora kontaktowa, 6 – komora stabilizacji i zagęszczania, 7 – ruszt napowietrzający drobnopęcherzykowy, 8 – mieszadła, 9 – dmuchawy)

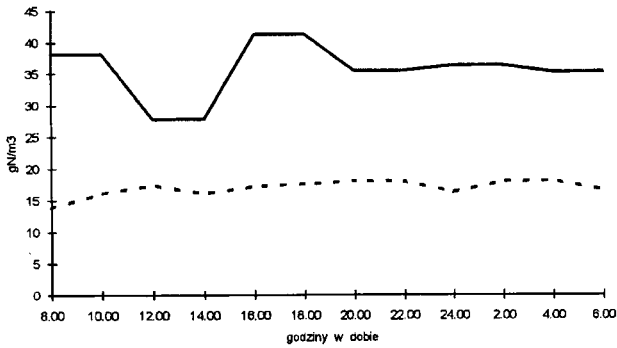
### Wyniki eksploatacyjne

W latach 1992+1994 zrealizowano dziesięć oczyszczalni typu ZBW-BOS-BG. Osiem z nich wykonano jako konstrukcje stalowe, natomiast dwie jako żelbetowe. Część obiektów jest w trakcie rozruchu technologicznego, a do niektórych nie doprowadzono

Tabela 2. Stopień usuwania podstawowych wskaźników zanieczyszczeń [%]

Wskaźnik	Oczyszczalnia w Marczykach	Oczyszczalnia w Szczecinie
BZT <sub>5</sub>	97,8	92,9
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	82,6	98,9
Nog	62,7	60,8
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	49,2	26,0
Pog	71,4	67,1

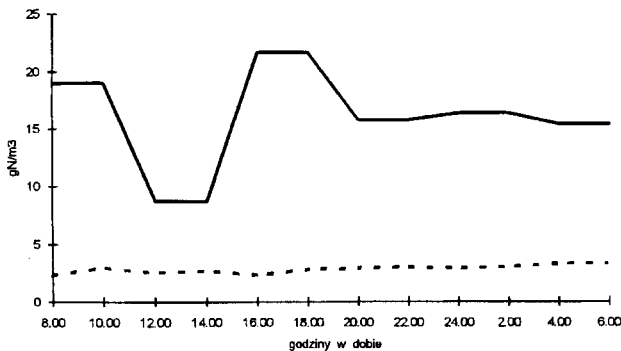
jeszcze ścieków. Na dwóch oczyszczalniach, zlokalizowanych w Szczecinie i w Marczykach pod Jelenią Górą, zakończono rozruch technologiczny i oczyszczalnie te są już eksploatowane przez użytkownika. Czas pracy tych oczyszczalni umożliwia ocenę ich działania zarówno w okresie letnim jak i zimowym.



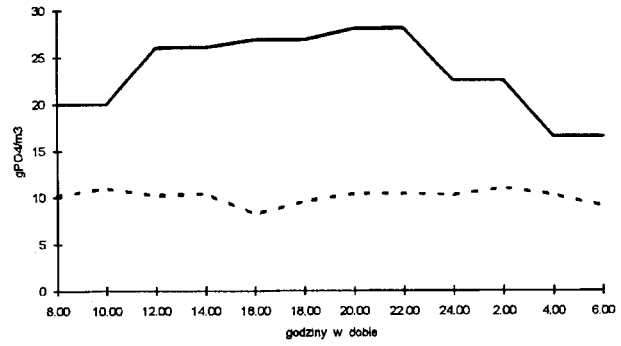
Rys. 3. Zmiany stężenia azotu ogólnego w ściekach (Marczyce, XI 1994) (linia ciągła – ścieki surowe, linia przerywana – ścieki oczyszczone)

Do oczyszczalni w Szczecinie dopływają ścieki bytowo-gospodarcze z nowo budowanego osiedla mieszkaniowego, natomiast do oczyszczalni w Marczykach dopływają ścieki bytowo-gospodarcze z tej miejscowości oraz z miejscowości Sosnowka i Podgórzyn. Około 10 % objętościowego bilansu dobowego stanowią ścieki dowożone wozami asenizacyjnymi. Okres rozruchu i wdrożenia obu obiektów do eksploatacji wyniósł 4-5 miesięcy. W tym czasie osiągnięto założony stopień oczyszczania ścieków, których skład odpowiada w pełni wymaganiom obowiązującym w kraju (tab.2).

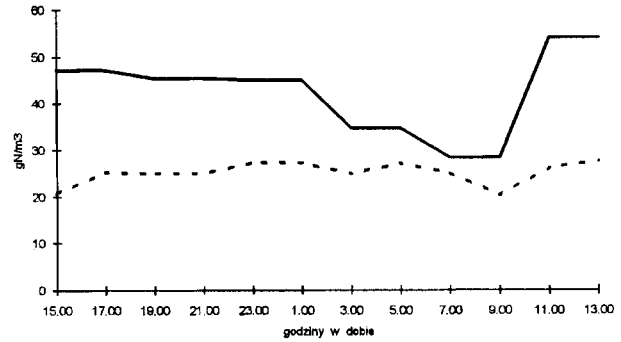
Wartości stosunków ChZT/P=35+73 i BZT<sub>5</sub>/P=15+38 w ściekach surowych stworzyły korzystne warunki do usuwania fosforu [3,4]. Jednocześnie utrzymanie reżimu technologicznego pozwoliło na realizację procesów denitryfikacyjno-nitryfikacyjnych [5], co ilustrują rysunki 3+8.



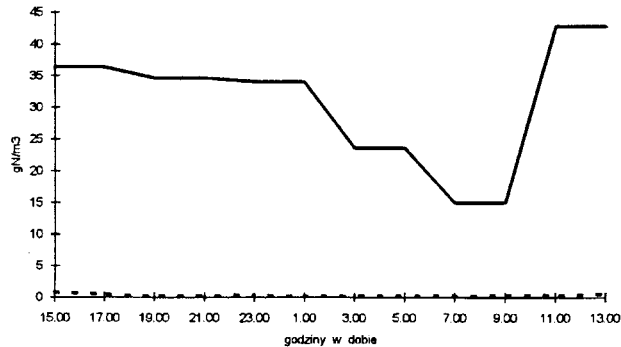
Rys. 4. Zmiany stężenia azotu amonowego w ściekach (Marczyce, XI 1994) (linia ciągła – ścieki surowe, linia przerywana – ścieki oczyszczone)



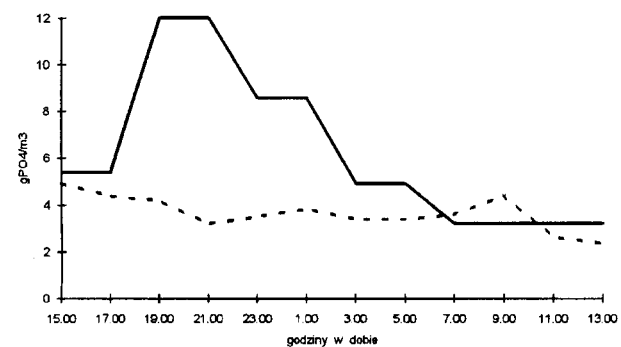
Rys. 5. Zmiany stężenia fosforanów w ściekach (Marczyce, XI 1994) (linia ciągła – ścieki surowe, linia przerywana – ścieki oczyszczone)



Rys. 6. Zmiany stężenia azotu ogólnego w ściekach (Szczecin, IX 1994) (linia ciągła – ścieki surowe, linia przerywana – ścieki oczyszczone)



Rys. 7. Zmiany stężenia azotu amonowego w ściekach (Szczecin, IX 1994) (linia ciągła – ścieki surowe, linia przerywana – ścieki oczyszczone)



Rys. 8. Zmiany stężenia fosforanów w ściekach (Szczecin, IX 1994) (linia ciągła – ścieki surowe, linia przerywana – ścieki oczyszczone)

Wskaźnik mocy zainstalowanej w oczyszczalni ścieków typu ZBW-BOS-BG wynosi od 28 do 46 W/m<sup>3</sup>d. Przewidywane jednostkowe zużycie energii wynosiło 0,45+0,62 kWh/m<sup>3</sup>, natomiast rzeczywiste zużycie energii było następujące: dla oczyszczalni w Marczykach 0,71 kWh/m<sup>3</sup>, a dla obiektu w Szczecinie 0,50 kWh/m<sup>3</sup>. Należy przy tym zauważyć, że oczyszczalnia ścieków w Marczykach pracowała w układzie niedociążonym. Stąd rzeczywisty wskaźnik energochłonności przekraczał wartość przewidywaną. Przy docelowym obciążeniu oczyszczalni wskaźnik ten będzie wynosił poniżej 0,45 kWh/m<sup>3</sup>.

Zrealizowane oczyszczalnie wykazują jednostkowy koszt inwestycyjny od 625 zł/m<sup>3</sup>d w Marczykach do około 1.000 zł/m<sup>3</sup>d w Szczecinie (bez obiektów towarzyszących). Koszty eksploatacyjne tych oczyszczalni wynoszą obecnie 18 gr/m<sup>3</sup>d w Szczecinie i około 30 gr/m<sup>3</sup>d w Marczykach, z tendencją do obniżania w miarę zwiększania ilości doprowadzanych ścieków.

## Wnioski

♦ Parametry ścieków oczyszczonych w okresie rozruchu i eksploatacji obiektów typu ZBW-BOS-BG wskazują na dobre efekty pracy tych oczyszczalni, gwarantujące dotrzymanie wymagań określonych w rozporządzeniu Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (Dz.U., 1991, nr 116, poz. 503).

♦ Przyjęty kierunek intensyfikacji technologicznej tradycyjnych oczyszczalni typu ZBW-BOS spełnił oczekiwania autorów

i pozwala na osiągnięcie założonych efektów oczyszczania ścieków.

♦ Stosunkowo niskie koszty inwestycyjne oraz koszty oczyszczania 1 m<sup>3</sup> ścieków, przy normatywnym obciążeniu oczyszczalni sprawiają, że oczyszczalnie typu ZBW-BOS-BG mogą być atrakcyjne dla inwestorów.

## LITERATURA

1. E. KOBEC, M. PNIĄK: Sprawozdanie z rozruchu technologicznego mechaniczno-biologiczne oczyszczalni ścieków ZBW-BOS-BG w Marczykach. Zakład Badawczo-Wdrożeniowy Inżynierii Ochrony Środowiska PWr., Jelenia Góra 1994 (nie publikowane).
2. E. KOBEC, M. PNIĄK: Sprawozdanie z rozruchu technologicznego mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków ZBW-BOS-BG w Szczecinie. Zakład Badawczo-Wdrożeniowy Inżynierii Ochrony Środowiska PWr., Jelenia Góra 1994 (nie publikowane).
3. J. BERNACKA, J. KURBIEL, L. PAWŁOWICZ: Usuwanie związków biogenych ze ścieków miejskich. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1992.
4. Transfer i ocena technologii oczyszczania ścieków, Materiały Konferencyjne. Wyd. PZITS, Kielce 1995.
5. G. BURACZEWSKI: Biotechnologia osadu czynnego. PWN, Warszawa 1980.
6. A.L. KOWAL i in.: Odnowa wody. Podstawy teoretyczne procesów. Wyd. PWr., Wrocław 1990.

## Removal of Nitrogen and Phosphorus Compounds by Biological Methods in a Sewage Treatment Plant of ZBW-BOS-BG Type

*Presented are the results of technological investigations carried out at two ZBW-BOS-BG sewage treatment plants which were designed and set into operation by the staff of the R+D Department in Jelenia Góra, Technical University of Wrocław. Sewage treatment plants of ZBW-BOS-BG type were developed from conventional mechanical-biological plants (ZBW-BOS)*

*which had been optimized in two ways - by implementing high-efficiency integrated systems for the removal of carbon, nitrogen and phosphorus compounds, and by decreasing the operating costs. The results obtained have justified the adopted method of optimization.*