

Grzegorz Kaczor, Piotr Bugajski

USUWANIE ZWIĄZKÓW BIOGENNYCH W PRZYDOMOWYCH OCZYSZCZALNIACH ŚCIEKÓW TYPU TURBOJET I BIOCOMPACT

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących wielkości oraz redukcji związków azotu i fosforu w przydomowych oczyszczalniach ścieków. Analizowane oczyszczalnie ścieków to obiekty pracujące na podstawie metody osadu czynnego. Pierwszy obiekt to oczyszczalnia typu Turbojet EP-4 zainstalowana w miejscowości Ibramowice w gminie Pałacznica w województwie małopolskim. Oczyszczalnia obsługuje szkołę podstawową, do której uczęszcza około 100 uczniów oraz dom nauczyciela zamieszany przez 6 osób. Drugi obiekt to oczyszczalnia typu Biocompact BCT S-12. Przedmiotowa oczyszczalnia wybudowana jest w miejscowości Rajbrot w gminie Lipnica Murowana w województwie małopolskim. Do oczyszczalni dopływają ścieki z zespołu szkół, do którego uczęszcza około 300 uczniów oraz z domu nauczyciela zamieszkanego przez 12 osób. Badaniami objęto okres czteroletni (1999–2003), w którym pobierano próby ścieków surowych oraz oczyszczonych. Wyniki badań jakości ścieków surowych i oczyszczonych poddane zostały analizie statystycznej pozwalającej scharakteryzować wielkość i zmiany stężenia azotu ogólnego oraz fosforanów. W ramach analizy obliczono także częstość względną występowania określonych stężeń związków biogenych w ściekach oczyszczonych oraz scharakteryzowano wielkość redukcji tych wskaźników w procesie oczyszczania. Skład ścieków dopływających do obu oczyszczalni odpowiadał wartościom typowym dla ścieków bytowych, a średnia redukcja wskaźników eutroficznych azotu ogólnego i fosforanów wyniosła średnio dla obu oczyszczalni 63,6% i 51,4%. Średnie wartości stężenia azotu ogólnego i fosforanów w ściekach dopływających do oczyszczalni Turbojet EP-4 wyniosły $85,12 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ i $35,44 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$. Natomiast w ściekach oczyszczonych wyniosły odpowiednio $25,35 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ i $11,99 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$. W oczyszczalni

Biocompact BCT S-12 średnie stężenie azotu ogólnego i fosforanów w ściekach dopływających wyniosło $77,61 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ i $34,12 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast w ściekach oczyszczonych wartości średnie wyniosły $40,64 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ dla azotu ogólnego i $20,13 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$. Analiza wyników badań wskazała na bardziej stabilną pracę oczyszczalni Turbojet EP-4 w aspekcie redukcji związków biogenych w porównaniu do oczyszczalni Biocompact BCT S-12.

Słowa kluczowe: Przydomowe oczyszczalnie ścieków, stężenie zanieczyszczeń, redukcja zanieczyszczeń, azot ogólny, fosforany

WSTĘP

Eutrofizacja to proces powodujący zarastanie roślinnością hydrofitową zarówno części brzegowych, jak i dna zbiorników oraz cieków wodnych. Nadmiar roślinności w zbiornikach wodnych powoduje powolne ich zalądowanie, wskutek obumierania i odkładania się na dnie części roślin wodnych. Wynikiem tego procesu jest stopniowe zmniejszenie się retencyjności, a nawet całkowity zanik pojemności zbiorników lub cieków wodnych [Bartoszewski i in. 1997]. W ostatnich kilkadziesiąt lat obserwuje się większą częstość występowania i intensywność procesów eutrofizacji w wodach śródlądowych. Przyczyny tego należy upatrywać w intensywnym nawożeniu pól uprawnych nawozami, zawierającymi w swoim składzie azot, fosfor i potas. Nadmiar tych związków, spływając z wodami opadowymi do jezior, stawów lub cieków wodnych przyczynia się do intensywnego rozwoju w nich roślinności. Drugim, równie istotnym źródłem związków biogenych w wodach, są nieoczyszczone lub w niewłaściwym stopniu oczyszczone ścieki bytowe [Anielak 2006]. Ścieki zawierają znaczne ilości związków eutroficznych, które powinny być w wysokim stopniu zredukowane przed ich odprowadzeniem do wód odbiornika. W dużych zbiorczych oczyszczalniach ścieków, w celu osiągnięcia dostatecznej redukcji wskaźników biogenych, stosuje się skomplikowane procesy technologiczne wspomagane dodatkowo chemicznym strącaniem związków fosforu (PIX). W małych i przydomowych oczyszczalniach ścieków technologia oczyszczania ścieków jest bardzo uproszczona, zarówno ze względu na koszty eksploatacyjne, jak i sposób obsługi tych obiektów. Konsekwencją tego jest najczęściej niższa redukcja omawianych wskaźników zanieczyszczeń w oczyszczalniach przydomowych, a zwiększona zawartość związków biogenych jest odprowadzana do zbiorników i cieków wodnych, powodując ich

eutrofizację. Wody płynące są w dużo mniejszym stopniu narażone na procesy zarastania, gdyż mają większą zdolność samooczyszczania się w stosunku do wód stojących. Decyduje o tym głównie zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie.

W aktualnie obowiązującym rozporządzeniu z dnia 8 lipca 2004 roku w sprawie odprowadzania ścieków do wód i jezior, wymagania dotyczące odprowadzania związków biogenych do odbiorników są dalece zliberalizowane [Rozporządzenie z dn. 8 lipca 2004 r]. Z rozporządzenia tego wynika, że w zasadzie w oczyszczalniach, które oczyszczają ścieki w ilości do 2000 RLM, nie jest wymagana określona redukcja wskaźników biogenych, tj. azotu i fosforu. Na terenach wiejskich w większości przypadków instaluje się małe oczyszczalnie ścieków, które można zaliczyć do grupy wspomnianej w rozporządzeniu. Z tej bardzo dużej liczby obiektów będzie można obecnie, w mająstacie prawa, odprowadzać zwiększone ładunki związków powodujących eutrofizację do polskich rzek. Jest jednak oczywiste, że mimo złagodzenia przepisów należy dążyć zarówno na etapie projektowania, jak i późniejszej eksploatacji do jak najwyższych redukcji wszystkich wskaźników zanieczyszczeń, gdyż czystość wód powinna być priorytetem dla wszystkich, którzy z nich korzystają.

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki wieloletnich badań, pozwalających ocenić wielkość redukcji związków azotu i fosforu w przydomowych oczyszczalniach ścieków pracujących na podstawie metody osadu czynnego. Aktualne uwarunkowania prawne dotyczące związków biogenych w ściekach oczyszczonych mogą stać się przyczynkiem do dyskusji, czy nadal lepszym rozwiązaniem jest budowa dużych zbiorczych oczyszczalni ścieków, czy też małych i przydomowych, dla których wymagania co do jakości ścieków oczyszczonych są mniej rygorystyczne.

CEL I METODYKA BADAŃ

Celem badań była ocena wielkości redukcji wskaźników eutroficznych, tj. azotu ogólnego oraz fosforanów w przydomowych oczyszczalniach ścieków typu Turbojet EP-4 i Biocompact BCT S-12 w wieloleciu 1999–2003. Omawiane oczyszczalnie ścieków wybudowane zostały dla potrzeb unieszkodliwiania ścieków bytowych powstających w szkołach. Odpływy ścieków z obiektów użyteczności publicznej, takich jak szkoły, charakteryzują się dużą zmiennością dobową i godzinową, natomiast małymi ładunkami zanieczyszczeń. Czynniki te

wpływają bardzo niekorzystnie na pracę małych oczyszczalni opartych na metodzie osadu czynnego.

Oczyszczalnia ścieków Turbojet EP-4 zlokalizowana jest w gminie Pałecznica przy szkole podstawowej, do której uczęszczało w okresie badań średnio 100 uczniów. Dodatkowo do oczyszczalni odprowadzane są ścieki z domu nauczyciela zamieszkanego przez 6 osób. Druga z analizowanych oczyszczalni (Biocompact BCT S-12) oczyszcza ścieki pochodzące ze szkoły zlokalizowanej na terenie gminy Lipnica Murowana. Do szkoły w trakcie okresu badań uczęszczało średnio 300 uczniów. Do oczyszczalni dopływały również ścieki z domu nauczyciela zamieszkanego przez 12 osób.

Próbki ścieków dla analiz fizykochemicznych pobierane były z częstotliwością raz na trzy miesiące w okresie badań od grudnia 1999 roku do września 2000 roku, natomiast od września 2000 roku do września 2003 roku raz w miesiącu. Poboru ścieków dokonywano w kanale dopływowym do oczyszczalni oraz w kanale odpływowym ścieków oczyszczonych. Pobór próbek ścieków odbywał się zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami i normami [PN-88/C-04632/04; PN-88/C04632/03].

Wyniki badań jakości ścieków surowych i oczyszczonych poddane zostały analizie statystycznej pozwalającej scharakteryzować wielkość stężenia azotu ogólnego oraz fosforanów w ściekach surowych i oczyszczonych. W ramach analizy określono także częstość względną występowania określonych stężeń związków biogenych w ściekach oczyszczonych oraz scharakteryzowano wielkość redukcji tych wskaźników w procesie oczyszczania w Turbojet EP-4 oraz Biocompact BCT S-12.

ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Pierwszy etap analizy wyników badań stanowiło określenie podstawowych parametrów charakteryzujących zawartość związków biogenych w ściekach surowych, a następnie w oczyszczonych. Wielkości obliczonych parametrów, takich jak: stężenie maksymalne, minimalne, średnie, odchylenie standardowe oraz współczynnik zmienności dla całego okresu badań przedstawiono w tabeli 1 dla oczyszczalni Turbojet i tabeli 2 dla oczyszczalni Biocompact. Średnie stężenie azotu ogólnego w ściekach dopływających do obydwu badanych oczyszczalni jest na podobnym poziomie wielkości. Dla oczyszczalni Turbojet wynosi $85,12 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast dla Biocompact –

77,61 mgN_{og}·dm⁻³. Maksymalne zanotowane stężenia azotu ogólnego wyniosły odpowiednio 153,80 mgN_{og}·dm⁻³ (Turbojet) i 173,41 mgN_{og}·dm⁻³, (Biocompact). Zmiany przeciętne stężenia analizowanego wskaźnika względem wartości średniej, wyrażone odchyleniem standardowym wyniosły 29,44 mgN_{og}·dm⁻³ w Pałecznicy i 33,98 w Lipnicy Murowanej. Wszystkie te parametry wskazują na bardzo podobny skład ścieków surowych, w odniesieniu do azotu ogólnego, w obydwu oczyszczalniach. Jedynie wartość współczynnika zmienności wskazuje o 9,2% większe względne zróżnicowanie stężeń azotu w Lipnicy Murowanej. Porównanie stężenia azotu ogólnego w ściekach dopływających do obydwu badanych oczyszczalni ze składem zanieczyszczeń typowych ścieków bytowych [Błażejewski 2003] wskazuje, że ścieki ze szkół mają o około 60% wyższe średnie stężenie azotu ogólnego.

Tabela 1. Charakterystyka wielkości wskaźników eutroficznych w ściekach surowych i oczyszczonych w oczyszczalni Turbojet EP-4

Table 1. Characteristic Concentrations biogenic indices in raw and clean sewer in treatment plant Turbojet EP-4

| Wskaźnik zanieczyszczeń | Wielkość wskaźnika | Jednostka | Ścieki surowe | Ścieki oczyszczone |
|-------------------------|-------------------------|--|---------------|--------------------|
| Azot ogólny | Maksymalna | [mgN _{og} ·dm ⁻³] | 153,80 | 77,05 |
| | Średnia | | 85,12 | 25,35 |
| | Minimalna | | 23,40 | 8,60 |
| | Odchylenie standardowe | | 29,44 | 15,92 |
| | Współczynnik zmienności | [%] | 34,59 | 62,80 |
| Fosforany | Maksymalna | [mgPO ₄ ·dm ⁻³] | 66,50 | 29,50 |
| | Średnia | | 35,44 | 11,99 |
| | Minimalna | | 17,20 | 2,10 |
| | Odchylenie standardowe | | 10,29 | 6,07 |
| | Współczynnik zmienności | [%] | 29,02 | 50,59 |

Pomimo że stężenie azotu ogólnego w ściekach surowych dla obydwu badanych obiektów jest na podobnym poziomie, to jednak średnie stężenie tego wskaźnika w ściekach oczyszczonych jest o 60,31% wyższe dla oczyszczalni Biocompact. W ściekach odpływających z tej oczyszczalni wystąpiło także wyższe stężenie maksymalne – 155,60 mgN_{og}·dm⁻³ w porównaniu do Turbojet (77,05 mgN_{og}·dm⁻³). Wartość odchylenia standardowego wskazuje, że przeciętne stężenie

azotu ogólnego w ściekach oczyszczonych wynosi od 9,43 do 41,27 $\text{mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ dla oczyszczalni Turbojet, natomiast od 0,36 do 80,92 $\text{mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ dla oczyszczalni Biocompact. Górna granica stężeń przeciętnych jest prawie o 100% wyższa dla oczyszczalni w Lipnicy Murowanej.

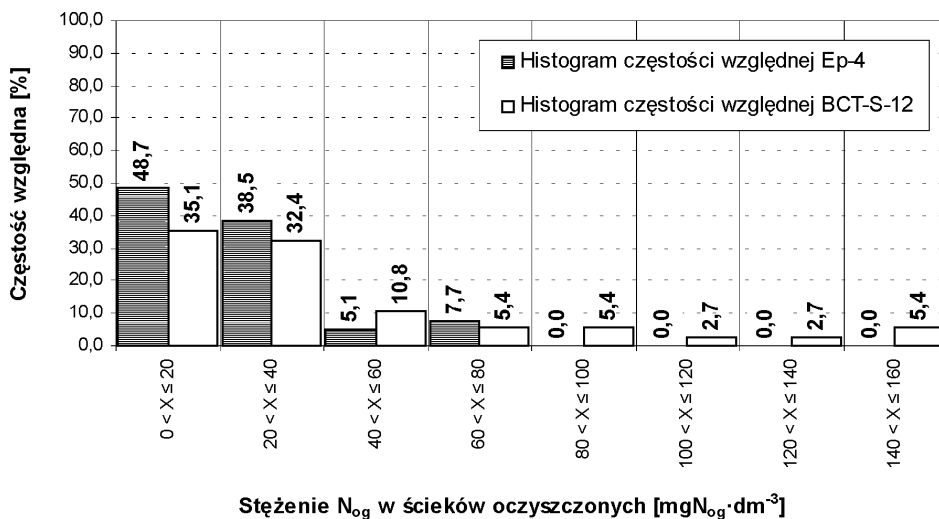
Tabela 2. Charakterystyka wielkości wskaźników eutroficznych w ściekach surowych i oczyszczonych w oczyszczalni Biocompact BCT S-12

Table 2. Characteristic Concentrations biogenic indices in raw and clean sewer in treatment plant Biocompact BCT S-12

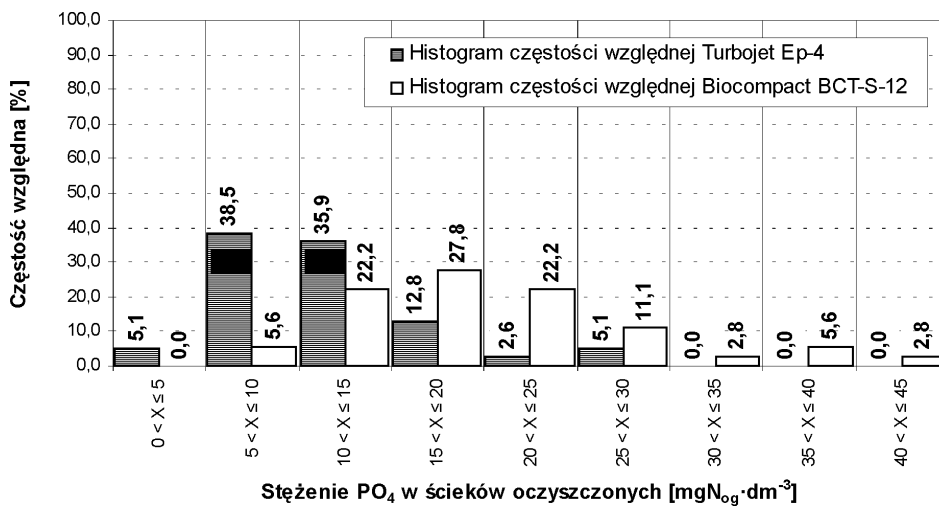
| Wskaźnik zanieczyszczeń | Wielkość wskaźnika | Jednostka | Ścieki surowe | Ścieki oczyszczone |
|-------------------------|-------------------------|---|---------------|--------------------|
| Azot ogólny | Maksymalna | $[\text{mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}]$ | 173,41 | 155,60 |
| | Średnia | | 77,61 | 40,64 |
| | Minimalna | | 13,42 | 3,54 |
| | Odchylenie standardowe | | 33,98 | 40,28 |
| | Współczynnik zmienności | [%] | 43,79 | 99,10 |
| Fosforany | Maksymalna | $[\text{mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}]$ | 86,50 | 42,00 |
| | Średnia | | 34,12 | 20,13 |
| | Minimalna | | 14,00 | 8,90 |
| | Odchylenie standardowe | | 12,89 | 7,99 |
| | Współczynnik zmienności | [%] | 37,79 | 39,69 |

Histogramy stężeń azotu ogólnego w ściekach oczyszczonych przedstawione na rysunku 1 wskazują, że najwięcej przypadków zawiera się w przedziale od 0 do 40 $\text{mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$, dla oczyszczalni Turbojet – 87,2%, dla Biocompact – 67,5%. Na podstawie histogramów można także stwierdzić, że 100% wszystkich wielkości stężeń dla oczyszczalni Turbojet zawiera się w przedziale od 0 do 80 $\text{mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast w przypadku oczyszczalni Biocompact stwierdzono jeszcze występowanie 16,2% stężeń w przedziale od 80 do 160 $\text{mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Gorszą redukcję azotu ogólnego w procesie oczyszczania w oczyszczalni Biocompact potwierdzają także wielkości redukcji tego wskaźnika zamieszczone w tabeli 3. Średnia oraz minimalna redukcja azotu ogólnego w oczyszczalni Biocompact jest niższa w stosunku do oczyszczalni Turbojet.



Rysunek 1. Histogramy częstości względnej stężenia azotu ogólnego w ściekach oczyszczonych odprowadzanych z analizowanych oczyszczalni
Figure 1. Histogram relative frequency total nitrogen in clean sewer in analysis treatment plants



Rysunek 2. Histogramy częstości względnej stężenia fosforanów w ściekach oczyszczonych odprowadzanych z analizowanych oczyszczalni
Figure 2. Histogram relative frequency phosphates in clean sewer in analysis treatment plants

Drugim poddanym analizie związkami biogennymi są fosforany. Zawartość fosforanów w ściekach surowych dopływających do obydwu oczyszczalni ścieków jest podobna. Średnie stężenie fosforanów w ściekach surowych odpływających ze szkoły w Pałecznicy wynosiło $35,44 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast w Lipnicy Murowanej $34,12 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$. Wartości maksymalne stężenia tego wskaźnika stwierdzone w okresie badawczym wyniosły $66,50 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ w ściekach surowych w oczyszczalni Turbojet i $86,50 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ w oczyszczalni Biocompact. Zmiany przeciętne stężenia fosforanów względem wartości średniej, wyrażone odchyleniem standardowym wyniosły $10,29 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ w Pałecznicy i $12,89$ w Lipnicy Murowanej. Wartość współczynnika zmienności wskazuje na wyższe o $8,8\%$ względne zróżnicowanie stężeń fosforanów w ściekach surowych dopływających do oczyszczalni Biocompact.

Podobnie jak w przypadku azotu ogólnego, pomimo że zawartość fosforanów w ściekach surowych jest podobna w przypadku obydwu oczyszczalni, to jednak wartość średnia tego wskaźnika w ściekach oczyszczonych jest o $67,9\%$ wyższa w oczyszczalni Biocompact w stosunku do oczyszczalni Turbojet. Ponadto stwierdzono, że w przypadku oczyszczalni Biocompact występują wyższe wartości maksymalne stężenia fosforanów ($42,00 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$) w porównaniu do oczyszczalni Turbojet ($29,50 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$). Przeciętne zmiany stężenia fosforanów w ściekach oczyszczonych odprowadzanych z oczyszczalni Turbojet zawierają się w przedziale od $5,92$ do $18,06 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast od $12,14$ do $28,12 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ dla oczyszczalni Biocompact. Względne zróżnicowanie stężeń analizowanego wskaźnika jest o $28,2\%$ wyższe w odpływie ścieków z oczyszczalni Biocompact.

Porównanie histogramów częstości względnej stężenia fosforanów w ściekach oczyszczonych przedstawione na rysunku 2, wskazuje, że w przypadku oczyszczalni Turbojet $87,2\%$ przypadków stężeń zawiera się w przedziale od 10 do $20 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast w przypadku Biocompact – $83,2\%$ przypadków zawiera się w przedziale od 10 do $30 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$. W przedziale od 30 do $40 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ dla oczyszczalni Turbojet brak jest występowania takich stężeń, a dla Biocompact w tym samym przedziale stwierdzono $11,1\%$ przypadków stężenia. Analiza histogramów potwierdza tezę o gorszej pracy oczyszczalni Biocompact w zakresie usuwania związków fosforu.

Średnia i maksymalna redukcja fosforanów w oczyszczalni Turbojet EP-4 jest wyższa w stosunku do oczyszczalni Biocompact BCT S-12. Porównanie wielkości redukcji obydwu związków biogennych przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wielkość redukcji wskaźników eutroficznych w oczyszczalniach przydomowych Turbojet EP-4 i Biocompact BCT S-12

Table 3. Concentrations of reduction indices from basic group in domestic treatment plants Turobojet EP-4 and Biocompact BCT S-12

| Oczyszczalnia ścieków | Wskaźnik zanieczyszczeń | Redukcja zanieczyszczeń [%] | | |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|---------|-----------|
| | | Maksymalna | Średnia | Minimalna |
| Turbojet EP-4 | Azot ogólny | 91,31 | 67,38 | 13,66 |
| | Fosforany | 91,60 | 63,13 | 28,06 |
| Biocompact BCT S-12 | Azot ogólny | 90,94 | 59,85 | 6,40 |
| | Fosforany | 79,07 | 39,75 | 15,10 |

PODSUMOWANIE

W niniejszej pracy dokonano porównania efektywności redukcji związków biogenych w przydomowych oczyszczalniach ścieków typu Turbojet EP-4 oraz Biocompact BCT S-12. Obydwie oczyszczalnie zlokalizowane są na terenach wiejskich i oczyszczają ścieki odprowadzane ze szkół i domów nauczycieli. Skład ścieków surowych pod względem zawartości związków biogenych jest bardzo podobny dla obydwu oczyszczalni.

Analiza wyników badań wykazała, że średnia redukcji azotu ogólnego w tego typu oczyszczalniach wynosi 63,6%, natomiast fosforanów – 51,44%. Średnie stężenie azotu ogólnego w ściekach oczyszczonych z obydwu oczyszczalni wyniosło $33,0 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$, a fosforanów $16,0 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$. Porównanie jakości redukcji związków biogenych w badanych oczyszczalniach wykazało lepszą pracę oczyszczalni Turbojet, zarówno w przypadku azotu ogólnego, jak i fosforanów. Obliczone współczynniki zmienności wskazują na bardziej stabilną pracę oczyszczalni Turbojet. Wahania w wielkości stężeń związków biogenych w ściekach oczyszczonych dla tego obiektu są znacznie niższe niż dla oczyszczalni Biocompact. Podsumowując, przeprowadzone badania wskazują, że oczyszczalnie typu Turbojet stwarzają mniejsze zagrożenie dla środowiska, a szczególnie wód odbiornika pod względem eutrofizacji niż oczyszczalnie Biocompact.

Przy ocenie tego typu obiektów nie należy jednak zapominać, że efektywność ich pracy w dużej mierze zależy od warunków eksploatacji [Makowska i in. 2004; Błażejowski 2003]. Złe zabezpieczenie obiektów w okresie niskich temperatur, częste awarie urządzeń napowie-

trających lub zbyt rzadkie usuwanie osadów ściekowych wpływają na pogorszenie efektów pracy lub mogą nawet prowadzić do sytuacji wzbogacania ścieków oczyszczonych w związki biogenne w stosunku do ścieków surowych [Bugajski, Kaczor 2004; Kaczor, Bugajski 2005]. Wizje terenowe nie wykazały jednak tego typu uchybień w eksploatacji obydwu poddanych badaniom oczyszczalniach.

BIBLIOGRAFIA

- Anielak A. *Niekonwencjonalne metody usuwania substancji biogenych w bioreaktorach sekwencyjnych*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 2/2006. Warszawa 2006, s. 23–27.
- Bartoszewski K. i in. *Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków*. PZITS Oddział w Poznaniu, LEM s.c. Kraków, Poznań 1997.
- Błażejowski R. *Kanalizacja Wsi*. PZLiTS Oddział Wielkopolski. Poznań 2003.
- Bugajski P., Kaczor G. *Temperatura jako czynnik wpływający na wielkość redukcji wybranych wskaźników zanieczyszczeń w przydomowej oczyszczalni TURBO-JET EP-4*. Inżynieria Rolnicza 2 (57), Komitet Techniki Rolniczej PAN, 2004, s. 187–198.
- Kaczor G., Bugajski P. *Wpływ wybranych czynników na efekt oczyszczania ścieków w przydomowej oczyszczalni typu Turbojet EP-2*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 11, Wydawnictwo Sigma NOT, Warszawa 2005, s. 36–39.
- Makowska M., Wencel R., Gadziński B. *Usuwanie zanieczyszczeń organicznych i biogenych w minioczyszczalniach z osadem czynnym*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 9/2004. Warszawa 2004, s. 310–315.
- PN-88/C-04632/03. Woda i ścieki. Ogólne zasady pobierania próbek do badań fizycznych, chemicznych i biologicznych. Technika pobierania próbek.
- PN-88/C-04632/04. Woda i ścieki. Ogólne zasady pobierania próbek do badań fizycznych, chemicznych i biologicznych. Utrwalanie i przechowywanie próbek.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004 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. Nr 168 poz. 1763.

dr inż. Grzegorz Kaczor, dr inż. Piotr Bugajski
Katedra Zaopatrzenia Osiedli w Wodę i Kanalizacji
Akademia Rolnicza w Krakowie
rmkaczor@cyf-kr.edu.pl
pbugajsk@ar.krakow.pl

Recenzent: Prof. dr hab. Stanisław Węglarczyk

Grzegorz Kaczor, Piotr Bugajski

REMOVE OF BIOGENIC INDICES IN DOMESTIC SEWAGE TREATMENT PLANT TYPE TURBOJET AND BIOCOMPACT

SUMMARY

The article presents results of research concerns amount and remove indices of nitrogen and phosphate in domestic sewage treatment plant. Analysis sewage treatment plants are objects working with method of active sludge. The first sewage treatment plant Turbojet EP-4 was installed in Pałecznicza in province małopolska. The treatment plant works for Primary schools where about 100 children and teachers' house inhabited 6 people. Second sewage treatment plant is called Biocompact BCT S-12 and was installed in Rajbrot village near Lipnica Murowana. It takes sewage from schools and a teachers' house inhabited 12 people. Analysis of results of research concern four years 1999-2003, and in this time took sewers flow to and flow in to sewage treatment plants. The results of research of sewer analyzed statistical for characterize size concentration total nitrogen and phosphates in sewer. In analysis introduce frequency relativity of occurrence concentration indices of biogenic indices in clean sewer. Additionally characterize size of reduction indices in clean process. Composition in flow to sewer was type for living sewer. Mean reduction of biogenic indices was for nitrogen and phosphates for two treatment plant 63,6% and 51,4%. Mean values total nitrogen and phosphates in sewer flow to treatment plant Turbojet EP-4 took $85,12 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ and $35,44 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$. However in flow away took $25,35 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ and $11,99 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$. In treatment plant Biocompact BCT S-12 mean values nitrogen and phosphates in sewer flow to took $77,61 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ and $34,12 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, however in sewer flow away mean values took $40,64 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ for total nitrogen and $20,13 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ for phosphates.

Key words: domestic sewage treatment plant, concentration, reduction, total nitrogen, phosphates