

Krzysztof CHMIEŁOWSKI
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

OCENA DZIAŁANIA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W MIEJSCOWOŚCI PROSZÓWKI W GMINIE BOCHNIA

Celem artykułu było określenie skuteczności zmniejszenia zanieczyszczeń w oczyszczalni ścieków w miejscowości Proszówki (gmina Bochnia, województwo małopolskie). Oczyszczalnia ta została zaprojektowana na średni przepływ ścieków $250 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, przy czym $200 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ stanowią ścieki bytowe, a $50 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ścieki z zakładu masarskiego. Analizie fizykochemicznej poddano trzy wskaźniki zanieczyszczeń z grupy podstawowej: BZT_5 , ChZT_{Cr} oraz zawiesinę ogólną. Badano ścieki surowe dopływające do oczyszczalni i oczyszczone na odpływie do odbiornika. Łącznie analizie poddano 24 próbek ścieków. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono bardzo dobrą skuteczność zmniejszenia zanieczyszczeń: BZT_5 – 92,8%, ChZT_{Cr} – 94,5%, zawiesina ogólna – 95,9%. Nie stwierdzono przekroczeń wartości badanych wskaźników w ściekach oczyszczonych w stosunku do wartości dopuszczalnych, przedstawionych w pozwoleniu wodnoprawnym.

1. Wprowadzenie

W wyniku bytowania człowieka powstają ścieki. Jest to mieszanina różnych substancji niebezpiecznych oraz mikroorganizmów. Skład i ilość ścieków bytowych są bardzo zróżnicowane [4, 5] oraz wynikają m.in. z ilości zużywanej wody, sytuacji ekonomicznej domowników, przyzwyczajzeń domowników. W ostatnich latach obserwuje się spadek jednostkowej ilości ścieków przypadającej na 1 mieszkańca [2]. Przyczynami tego są zarówno sytuacja ekonomiczna mieszkańców i wzrost świadomości ekologicznej, jak również stosowanie wodoszczędnych urządzeń wodociągowych i przyborów sanitarnych. Coraz wyższe ceny za zużywaną wodę oraz odprowadzane ścieki powodują, że wydatki te stają się coraz bardziej istotne w budżecie gospodarstw domowych. Mniejsza ilość zużywanej wody może się przyczyniać do wzrostu stężenia zanieczyszczeń ścieków bytowych. Nieoczyszczone ścieki bytowe stanowią istotne zagrożenie dla środowiska naturalnego i nie mogą być bezpośrednio odprowadzane do od-

biorników. Należy zastosować oczyszczanie ścieków poprzez realizację stosowanych procesów fizycznych, biologicznych i chemicznych. Dopuszczalne wartości zanieczyszczeń w zależności od RLM określa rozporządzenie [7]. Ponadto dokumentem, który może określać dopuszczalne wartości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do odbiornika jest pozwolenie wodnoprawne.

W niniejszym artykule przedstawiono ocenę działania oczyszczalni ścieków w miejscowości Proszówki w gminie Bochnia.

2. Cel pracy i metodyka badań

Celem artykułu było określenie skuteczności zmniejszenia zanieczyszczeń w oczyszczalni ścieków w miejscowości Proszówki wraz z podaniem ilości przekroczeń wartości w ściekach oczyszczonych w stosunku do wartości dopuszczalnej. Badania fizykochemiczne ścieków wykonywano w laboratorium firmy „KO-EKO-LAB” od września 2005 r. do czerwca 2008. Analizowano wartości wskaźników zanieczyszczenia ścieków w ściekach surowych dopływających do oczyszczalni oraz oczyszczonych na odpływie z oczyszczalni. Analizie poddano BZT₅, ChZT_{Cr} oraz zawiesinę ogólną. Na podstawie tych wartości określono skuteczność zmniejszania badanych zanieczyszczeń oraz ilość przekroczeń wartości dopuszczalnej podanej w pozwoleniu wodnoprawnym. Przedstawiono również podstawowe statystyki opisowe dotyczące stężenia ścieków surowych oczyszczonych oraz skuteczności zmniejszania zanieczyszczeń. Dodatkowo zestawiono ilość ścieków dopływających do oczyszczalni w rozpatrywanym okresie.

3. Opis obiektu badań

Oczyszczalnia zlokalizowana jest w miejscowości Proszówki, w gminie Bochnia, w województwie małopolskim. Oczyszczalnia została zaprojektowana na średni przepływ ścieków $250 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, przy czym $200 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ stanowią ścieki bytowe, a $50 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ścieki z zakładu masarskiego. Ścieki z zakładu masarskiego są wstępnie podczyszczane w lokalnej podczyszczalni ścieków, zlokalizowanej na terenie zakładu masarskiego. Równoważna liczba mieszkańców przedmiotowej oczyszczalni została określona na poziomie 1917 RLM.

Podstawowe procesy oczyszczania przebiegają w ciągu technologicznym składającym się z:

- osadnika wstępnego z komorą osadową,
- jednostki oczyszczania biologicznego,
- osadnika wtórnego,
- wydzielonej komory tlenowej stabilizacji osadu.

W oczyszczalni funkcjonuje również:

- pompownia ścieków surowych z kratą koszową,
- budynek socjalno-techniczny,
- poletka składowe osadu odwodnionego,
- komora kontrolno-pomiarowa ścieków oczyszczonych,
- stanowisko odbioru osadu do odwodnienia na przewoźnej stacji odwadniania.

Rozwiązanie osadnika wstępnego, spełniającego równocześnie rolę komory fermentacyjnej, oraz dodatkowe zastosowanie komory niedotlenionej gwarantuje osiągnięcie wysokiej efektywności usuwania związków biogenych, tj. azotu i fosforu.

Technologia oczyszczania ścieków ECOLO-CHIEF oparta jest na amerykańskich rozwiązaniach systemu CHIEF INDUSTRIES. Oczyszczanie odbywa się w dwustopniowym mechaniczno-biologicznym procesie z niskoobciążonym osadem czynnym, z redukcją związków biogenych, ze stabilizacją i przeróbką osadu. W systemie ECOLO-CHIEF przewidziano (w razie konieczności) możliwość podawania roztworu siarczanu żelaza w sposób ciągły lub doraźnie, w zależności od potrzeby zwiększenia stopnia strącania chemicznego fosforu.

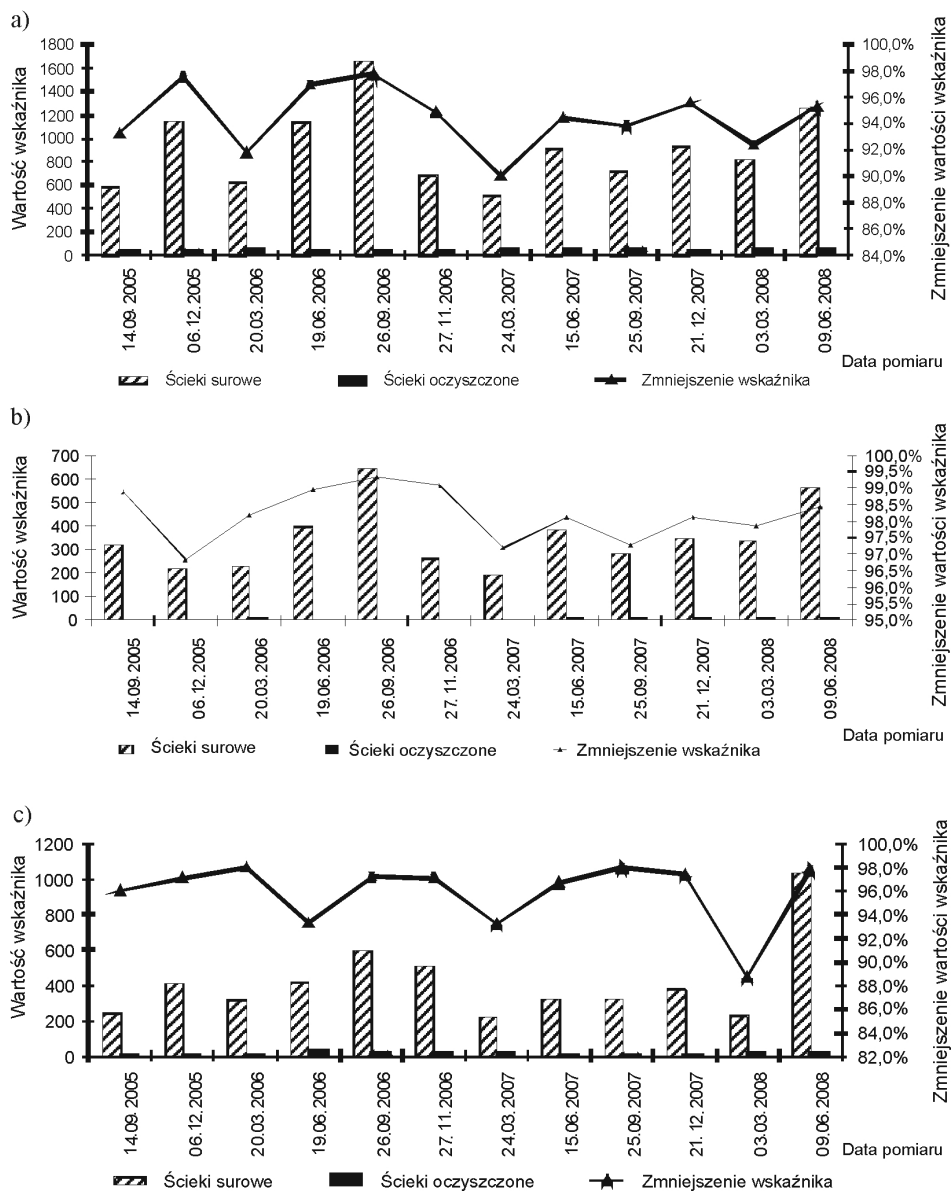
4. Wyniki badań i ich analiza

Analizie fizykochemicznej poddano trzy wskaźniki z grupy podstawowej: BZT₅, ChZT_{Cr} oraz zawiesinę ogólną. Badano ścieki surowe dopływające do oczyszczalni i oczyszczone na odpływie do odbiornika. Łącznie analizie poddano 24 próbki ścieków. Na tej podstawie dokonano analizy zebranych danych oraz obliczono skuteczność zmniejszania badanych zanieczyszczeń. Otrzymane wyniki przedstawiono na rys. 1. oraz w tab. 1.

Wartości dopuszczalne określone w pozwoleniu wodnoprawnym dla poszczególnych wskaźników zanieczyszczenia ścieków wynoszą odpowiednio:

- BZT₅ – 40 mgO₂ · dm⁻³,
- ChZT_{Cr} – 150 mgO₂ · dm⁻³,
- zawiesina ogólna – 50 mg · dm⁻³.

Analizując dane zestawione na rys. 1a, można stwierdzić, że wartości BZT₅ w ściekach surowych wahały się od 195,3 mgO₂ · dm⁻³ do 646,2 mgO₂ · dm⁻³. Odchylenie standardowe wyniosło 136,9 mgO₂ · dm⁻³. Tak duże wahania wartości BZT₅ można tłumaczyć niekontrolowanym dopływem wód przypadkowych podczas opadów oraz wód infiltracyjnych. Ponadto okresowe zrzuty ścieków z zakładu masarskiego mogły powodować podwyższenie wartości BZT₅. Średnia wartość BZT₅ ścieków surowych wyniosła 347,6 mgO₂ · dm⁻³. Ścieki oczyszczone odznaczały się niskimi wartościami BZT₅ w przedziale



Rys. 1. Wartości wskaźnika w ściekach surowych i oczyszczonych wraz ze skutecznością jego zmniejszania dla: a) BZT₅, b) ChZT_{Cr}, c) zawiesiny ogólnej

od 2,4 do 8,7 mgO₂ · dm⁻³, podczas gdy wartość średnia BZT₅ w ściekach oczyszczonych wyniosła 5,6 mgO₂ · dm⁻³. Można więc stwierdzić, że procesy usuwania związków organicznych zachodziły z dużą intensywnością, dzięki

czemu zanieczyszczenie ścieków oczyszczonych było niskie. Potwierdzeniem tego jest analiza skuteczności zmniejszenia wskaźnika BZT_5 – minimalna skuteczność wyniosła 96,8%, podczas gdy maksymalna ukształtowała się na poziomie 99,4%. Średnia skuteczność zmniejszenia BZT_5 wyniosła 98,2% – te wysokie wartości świadczą o poprawnym działaniu oczyszczalni ścieków.

Drugim badanym wskaźnikiem było $ChZT_{Cr}$ (rys. 1b). Jego wartość minimalna wyniosła $515,3 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, podczas gdy wartość maksymalna osiągnęła poziom $1657 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. Porównując otrzymane dane z literaturą [1, 3, 6], należy stwierdzić wysokie wartości tego wskaźnika. Średnia wartość $ChZT_{Cr}$ ukształtowała się na poziomie $916,5 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ i w odniesieniu do wartości podawanych w literaturze przedmiotu [1, 3, 6] była wysoka. Ścieki oczyszczone charakteryzowały się stosunkowo niskimi wartościami $ChZT_{Cr}$ – od 29,1 do $62,2 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. Średnia wartości $ChZT_{Cr}$ w ściekach oczyszczonych wyniosła $44,8 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. W badanym okresie nie stwierdzono przekroczeń w stosunku do wartości dopuszczalnej. Skuteczność zmniejszenia $ChZT_{Cr}$ w badanym okresie wyniosła od 90,0 do 97,7%. Średnia skuteczność zmniejszania tego wskaźnika wyniosła 94,5%.

Tabela 1. Zestawienie podstawowych statystyk opisowych wartości badanych wskaźników zanieczyszczenia ścieków surowych i oczyszczonych oraz skuteczności ich zmniejszania

Parametr	Przepływ [m ³ · d ⁻¹]	Wartość wskaźnika						Skuteczność zmniejszania [%]		
		BZT_5 [mgO ₂ · dm ⁻³]		$ChZT_{Cr}$ [mgO ₂ · dm ⁻³]		zawiesina ogólna [mg · dm ⁻³]				
		ścieki surowe	ścieki oczyszczone	ścieki surowe	ścieki oczyszczone	ścieki surowe	ścieki oczyszczone	BZT_5	$ChZT_{Cr}$	zawiesina ogólna
Średnia	482,33	347,6	5,6	916,5	44,8	420,8	15,0	98,2	94,5	95,9
Maksymalna	751,68	646,2	8,7	1 657	62,2	1 035	28,1	99,4	97,7	98,0
Minimalna	209,95	195,3	2,4	515,3	29,1	230,0	6,3	96,8	90,0	88,7
Mediana	522,72	328,0	6,1	865,8	43,1	352,5	13,5	98,1	94,7	97,1
Odchylenie standardowe	180,46	136,9	2,1	332,3	10,3	223,1	7,3	0,8	2,4	2,8
Dopuszczalna	–	40	40	–	150	–	50	–	–	–
Liczba przekroczeń	–	–	0	–	0	–	0	–	–	–

Ostatnim badanym wskaźnikiem była zawiesina ogólna (rys. 1c). Na podstawie zebranych danych zaobserwowano wahania stężenia zawiesiny ogólnej w ściekach surowych w przedziale od 230,0 do $1035,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Podobnie jak w przypadku BZT_5 , przyczyną tak dużych rozpiętości stężenia wskaźnika mogły być przedostające się do kanalizacji wody przypadkowe z opadów atmosferycz-

nych, a także okresowe zrzuty ścieków z zakładu masarskiego, które mogły powodować zwiększenie stężenia.

5. Podsumowanie i wnioski

W artykule przedstawiono ocenę działania oczyszczalni ścieków w miejscowości Proszówki o przepustowości $250 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Na podstawie przeprowadzonych badań można wysnuć następujące wnioski:

1. Zaobserwowano stosunkowo wysokie wartości badanych wskaźników w ściekach surowych dopływających do oczyszczalni: dla BZT_5 – $347,6 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, dla ChZT_{Cr} – $916,5 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, dla zawiesiny ogólnej – $420,8 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.
2. Średnie stężenie ścieków oczyszczonych było niskie i kształtowało się na poziomie: dla BZT_5 – $5,6 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, dla ChZT_{Cr} – $44,8 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, dla zawiesiny ogólnej – $15,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.
3. Nie stwierdzono przekroczeń wskaźników w ściekach oczyszczonych w stosunku do obowiązującego rozporządzenia i pozwolenia wodnoprawnego.
4. Średnia skuteczność zmniejszenia badanych wskaźników zanieczyszczenia ścieków była na wysokim poziomie i wyniosła odpowiednio: dla BZT_5 – 98,2%, ChZT_{Cr} – 94,5%, dla zawiesiny ogólnej – 95,9%.
5. Średni przepływ przez oczyszczalnię ukształtował się na poziomie $482,33 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, podczas gdy przepływ projektowany wyniósł $250 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Tak duże wartości przepływu mogą wynikać z nieszczelności kanalizacji sanitarnej, w wyniku czego do kanalizacji dostają się wody przypadkowe i infiltracyjne.
6. Należy stwierdzić (mimo większego obciążenia hydraulicznego rzeczywistego niż projektowany) poprawne działanie oczyszczalni ścieków w miejscowości Proszówki. Dodatkowo, pomimo wysokich wartości ChZT_{Cr} i BZT_5 w ściekach surowych, uzyskano bardzo niskie stężenia zanieczyszczeń ścieków oczyszczonych.

Literatura

1. Chmielowski K.: Eliminacja zanieczyszczeń ze ścieków komunalnych w oczyszczalni w Dąbrowie Tarnowskiej, *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, nr 5/2008, s. 149-158.
2. Chmielowski K., Ślizowski R.: Charakterystyka ilościowa ścieków dopływających do przydomowej oczyszczalni z pojedynczego gospodarstwa wiejskiego, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, nr 9/2008, s. 11-13.
3. Chmielowski K., Ślizowski R.: Ocena skuteczności usuwania zanieczyszczeń w oczyszczalni ścieków w Tarnowie, *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, nr 5/2009, s. 137-146.
4. Królikowski A.J.: Gospodarka wodno-ściekowa na obszarach nieurbanizowanych, BBiWE, Białystok 1994.

5. Krzanowski S., Wałęga A.: Ocena niezawodności działania mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków dla miasta Dąbrowa Tarnowska, Inżynieria Włókiennicza i Ochrona Środowiska, nr 14, 2004.
6. Roman M.: Ścieki – ich ilość i jakość. Materiały seminarium szkoleniowego „Optymalny dobór oczyszczalni ścieków”, Wydaw. Abrys, Poznań 1993.
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 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. Nr 168, poz. 1763 z późn. zm.

EVALUATION OF SEWAGE TREATMENT PLANT OPERATION IN PROSZÓWKI I BOCHMIA COMMUNE

A b s t r a c t

The objective of the paper was to determine the effectiveness of pollutants' reduction in the sewage treatment plant in Proszówki and to present number of transgressions of the index values in the treated sewage in comparison to the admissible value. The treatment plant is located in Proszówki in Bochnia commune in Lesser Poland voivodeship. It was designed for the average sewage flow of $250 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, wherein $200 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ is household sewage and $50 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ is sewage from a butchery. Three indicators of the primary group: BOD_5 , COD_{Cr} and total suspended solids were analysed physicochemically. Raw sewage that flow into the treatment plant and treated sewage in the outflow to the collector were tested. A total of 24 sewage samples were analysed. Based on the carried out research high effectiveness of pollutants reduction was found: BOD_5 – 92,8%, COD_{Cr} – 94,5%, total suspended solids – 95,9%. No transgressions of values of the tested indexes in the treated sewage in comparison to the admissible values in the water – law permission were found.

Złożono w Oficynie Wydawniczej w lipcu 2011 r.