

EFEKTYWNOŚĆ PRACY OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W KOŁACZYCACH

Krzysztof Chmielowski¹, Anna Młyńska², Dariusz Młyński¹

¹ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, e-mail: dariusz.mlynski@gmail.com, k.chmielowski@ur.krakow.pl

² Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, e-mail: a.mlynska13@gmail.com

STRESZCZENIE

W artykule dokonano analizy efektywności pracy oczyszczalni ścieków w Kołaczycach na podstawie wyników badań fizykochemicznych ścieków surowych oraz ścieków oczyszczonych w latach 2010 – 2014. Przeanalizowano zmiany wartości trzech wskaźników zanieczyszczeń – BZT₅, ChZT_{Cr} i zawiesiny ogólnej. Wyniki badań wskazują na to, iż oczyszczalnia funkcjonuje w sposób prawidłowy. Średnia wartość BZT₅ w ściekach oczyszczonych wyniosła 10,9 mg O₂·dm⁻³, ChZT_{Cr} – 71,0 mg O₂·dm⁻³, zawiesiny ogólnej – 15,0 mg·dm⁻³, a zatem wielkości te były mniejsze od dopuszczalnych wartości w ściekach odprowadzanych do odbiornika, które reguluje Rozporządzenie Ministra Środowiska z 2014 roku. O zadowalającej efektywności pracy obiektu świadczy również wysoka procentowa średnia redukcja każdego ze wskaźników zanieczyszczeń (dla BZT₅ – 97,8%, dla ChZT_{Cr} – 93,7%, dla zawiesiny ogólnej – 97,6%), a także wartości współczynników niezawodności oczyszczalni (WN_{BZT₅} = 0,44, WN_{ChZT_{Cr}} = 0,57, WN_{zaw.og.} = 0,43).

Słowa kluczowe: oczyszczalnia ścieków, BZT₅, ChZT_{Cr}, zawiesina ogólna.

OPERATIONAL EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT PLANT IN KOLACZYCE

ABSTRACT

In the article the analysis of operational efficiency Wastewater Treatment Plant in Kolaczyce was performed based on the physico-chemical research results of raw sewage and treated sewage between 2010 and 2014. The analysis of values changing of three pollutants indicators – BOD₅, COD_{Cr} and total suspended solids was performed. Research results indicate that treatment plant works properly. Average value of BOD₅ in treated sewage was 10.9 mg O₂·dm⁻³, COD_{Cr} – 71.0 mg O₂·dm⁻³, total suspended solids – 15.0 mg·dm⁻³ so these values were lower than permissible pollutants content in sewage discharged to the collector which is determined by the Polish Ministry of Environmental Regulation of 2014. On satisfactory operational efficiency treatment plant indicates also high percentage reduction of each pollutants indicators (for BOD₅ – 97.8%, for ChZT_{Cr} – 93.7%, for total suspended solids – 97.6%) and treatment plant reliability factors (WN_{BZT₅} = 0.44, WN_{ChZT_{Cr}} = 0.57, WN_{zaw.og.} = 0.43).

Keywords: wastewater treatment plant, BOD₅, COD_{Cr}, total suspended solids.

WSTĘP

Uporządkowanie gospodarki ściekowej do końca 2015 roku obejmujące budowę, rozbudowę i/lub modernizację istniejących już oczyszczalni ścieków komunalnych oraz zbiorczych systemów kanalizacyjnych stało się jednym ze zobowiązań Polski przystępującej do Unii Europejskiej. Działania te mają na celu osiągnięcie takiej jakości odprowadzanych ścieków do środowiska wodnego, która będzie zgodna z wymaganiami stawianymi przez Rozporządzenie

Ministra Środowiska [Rozporządzenie...2014]. Dokument ten określa m.in. najwyższe dopuszczalne wartości takich wskaźników zanieczyszczeń jak BZT₅, ChZT_{Cr}, zawiesiny ogólne, azot ogólny, fosfor ogólny, a także minimalną, procentową redukcję tych zanieczyszczeń dla oczyszczonych ścieków bytowych i komunalnych wprowadzanych do wód i do ziemi.

Planując rozwiązania mające na celu uporządkowanie gospodarki ściekowej na danym obszarze należy mieć na uwadze, aby zastosowany system oczyszczania ścieków dopasowa-

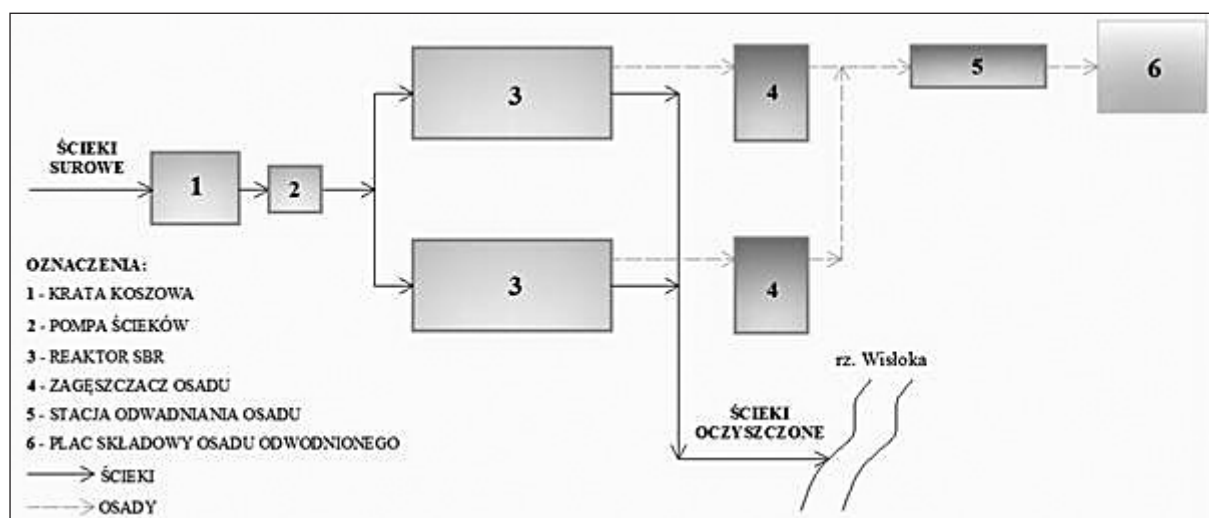
ny został do panujących miejscowych wymagań ekonomicznych oraz ekologicznych [Hartmann 1996]. Właściwe zaprojektowanie oczyszczalni ścieków oraz zgodna z wymaganiami i zaleceniami eksploatacja obiektu zapewnia eliminację zanieczyszczeń zawartych w ściekach do poziomu wymaganego przez obowiązujące prawo [Chmielowski i in. 2009]. Odprowadzenie nieoczyszczonych ścieków do wód powierzchniowych lub do ziemi niewątpliwie stanowi zagrożenie dla środowiska naturalnego [Chmielowski 2008]. Nieoczyszczone lub oczyszczone lecz w niewystarczającym stopniu ścieki bytowe są źródłem związków biogenych [Kaczor i Bugajski 2006, Anielak 2006]. Związki te przedostając się do wód odbiornika przyczyniają się do postępującego procesu eutrofizacji, powodującego zarastanie zbiorników wodnych roślinnością, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia ich rencyjności, a nawet do całkowitego zaniku [Kaczor i Bugajski 2006, Bartoszewski i in. 1997]. Ograniczenie tego negatywnego oddziaływania może zostać osiągnięte poprzez opracowanie wytucznych związanych z doбором odpowiedniej technologii oczyszczania ścieków, zapewniającej wysoce skuteczne usuwanie zanieczyszczeń eutroficznych, z uwzględnieniem m.in. ilości powstałych ścieków i ich jakości [Bugajski 2014, Bojanowska i Pepliński 2002].

Celem niniejszego opracowania jest analiza efektywności pracy oczyszczalni ścieków w Kołaczycach na podstawie odnotowanych w latach 2010 – 2014 zmian wartości trzech wskaźników zanieczyszczeń – BZT₅, ChZT_{Cr} i zawiesiny ogólnej w ściekach surowych dopływających do

oczyszczalni oraz w ściekach oczyszczonych, odprowadzanych do wód odbiornika. Znajomość zmian wielkości analizowanych wskaźników w ściekach poddanych procesowi oczyszczania w stosunku do ich wielkości w ściekach surowych umożliwia ocenę prawidłowości funkcjonowania oczyszczalni.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Oczyszczalnia ścieków będąca przedmiotem niniejszego opracowania zlokalizowana jest w Kołaczycach, miejscowości położonej w województwie podkarpackim, na terenie powiatu jasielskiego, w gminie Kołaczyce. Analizowany obiekt jest oczyszczalnią mechaniczno – biologiczną typu SBR (rys. 1) o Równoważnej Liczbie Mieszkańców równej 6352, z której oczyszczone ścieki komunalne odprowadzane są do rzeki Wisłoki w km 93 + 646. Średnia przepustowość hydrauliczna obiektu wynosi 493,0 m³·d⁻¹, natomiast przepustowość maksymalna 600,0 m³·d⁻¹. W 2009 roku oczyszczalnia w Kołaczycach poddana została modernizacji z uwagi na rozbudowę systemów kanalizacyjnych w miejscowościach wchodzących w skład gminy Kołaczyce (Kołaczyce, Bieździedza, Bieździadka, Nawsie Kołaczyckie), obsługiwanych przez rozpatrywaną oczyszczalnię [Pozwolenie...2012]. W 2008 roku długość istniejącej sieci kanalizacji sanitarnej na terenie gminy Kołaczyce była równa 61 km i korzystało z niej 2862 mieszkańców, natomiast w roku 2013 odnotowano, że z sieci kanalizacyjnej o długości 84,9 km korzystały 4528 osoby [Spr-



Rys. 1. Uproszczony schemat technologiczny oczyszczalni ścieków w Kołaczycach
Fig. 1. Simplified technological scheme of Wastewater Treatment Plant in Kolaczyce

wozdanie...2008, Sprawozdanie...2013]. Nowo wydane pozwolenie wodno-prawne [Pozwolenie...2012] określa wymaganą redukcję zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych z oczyszczalni ścieków w Kołaczycach do odbiornika, zgodną z zapisem Prawa [Rozporządzenie...2014] dla miejscowości o RLM od 2000 do 9999 w ilości: $BZT_5 - 25,0 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, $ChZT_{Cr} - 125,0 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, zawiesina ogólna – $35,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

MATERIAŁY I METODYKA

Do przeprowadzenia analizy efektywności pracy oczyszczalni ścieków w Kołaczycach wykorzystano udostępnione przez eksploatatora obiektu wyniki badań fizykochemicznych ścieków surowych i ścieków oczyszczonych, obejmujące piętnaście pomiarów poszczególnych wskaźników, pochodzące z okresu od października 2010 roku do października 2014 roku. Dodatkowo posłużono się pozwoleniem wodno – prawnym [2012] wydanym przez Starostę Jasielskiego oraz dokumentacją techniczną niniejszej oczyszczalni.

Analizie poddano zmiany wartości trzech wskaźników zanieczyszczeń – BZT_5 , $ChZT_{Cr}$ i zawiesiny ogólnej, zarówno w ściekach surowych, jak i w ściekach poddanych procesowi oczyszczania. Dla każdego ze wskaźników wyznaczono wartość minimalną, średnią oraz maksymalną, a następnie zestawiono je i porównano z wartościami dopuszczalnymi, które określa Rozporządzenie [Rozporządzenie...2014]. Dodatkowo wyznaczono wartości parametrów statystycznych takich jak odchylenie standardowe (σ) i współczynnik zmienności (v). Na podstawie pozyskanych wyników badań fizykochemicznych obliczono procentową redukcję danego wskaźnika zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych z następującej zależności:

$$\eta = \frac{S_s - S_o}{S_s} \cdot 100\% \quad [\%] \quad (1)$$

gdzie: η – redukcja danego wskaźnika zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych, [%],
 S_s – stężenie danego wskaźnika w ściekach surowych, [$\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$],
 S_o – stężenie danego wskaźnika w ściekach oczyszczonych, [$\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$].

Do oceny efektywności pracy oczyszczalni ścieków posłużył także obliczony współczynnik niezawodności oczyszczalni:

$$WN = \frac{x_{sr}}{x_{dop}} \quad [-] \quad (2)$$

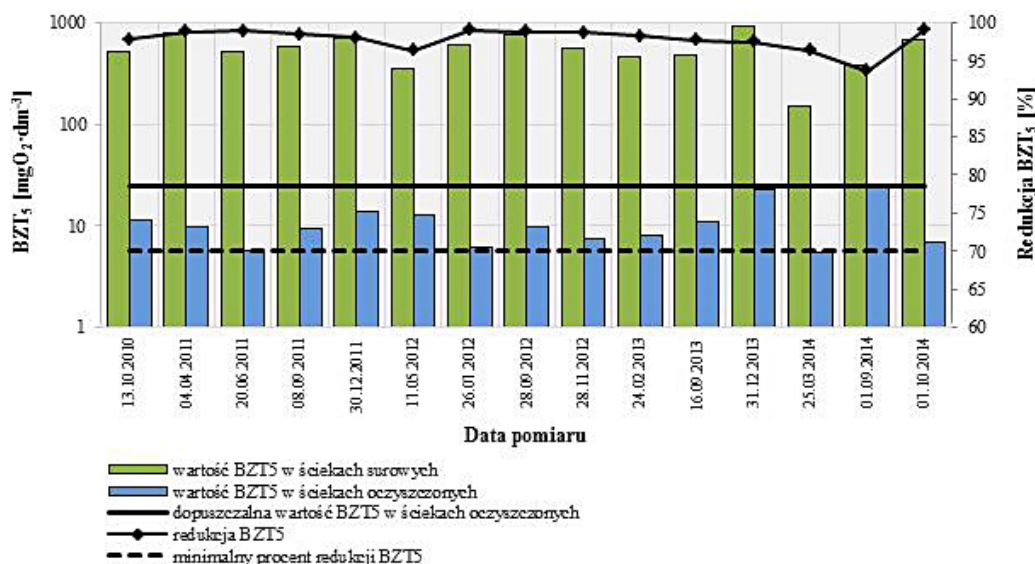
gdzie: WN – współczynnik niezawodności oczyszczalni, [-],

x_{sr} – średnia wartość danego wskaźnika zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych, [$\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$],

x_{dop} – dopuszczalna wartość danego wskaźnika zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych, [$\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$].

WYNIKI I DYSKUSJA

Odnotowane w ciągu czteroletniego okresu badań zmiany wartości BZT_5 w ściekach surowych dopływających do oczyszczalni w Kołaczycach oraz w ściekach oczyszczonych przedstawia rysunek 2. Minimalna wartość BZT_5 w ściekach surowych, odnotowana w marcu 2014 roku równa była $148,0 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, maksymalna natomiast $920,0 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, z kolei średnia wielkość tego wskaźnika kształtowała się na poziomie $563,1 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. Poddając natomiast analizie zmiany wartości BZT_5 w ściekach oczyszczonych, w żadnej z pobranych piętnastu próbek nie odnotowano przekroczenia dopuszczalnej wartości BZT_5 równej $25,0 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, regulowanej przez Rozporządzenie Ministra Środowiska [Rozporządzenie...2014]. Najmniejsza odnotowana wartość BZT_5 równała się $5,4 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, a zatem była mniejsza od wartości dopuszczalnej o 78,4%, natomiast wartość maksymalna pochodząca z września 2014 roku kształtowała się na poziomie $24,0 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ i była mniejsza od wartości dopuszczalnej o 4,0%. Wyznaczona średnia wartość analizowanego parametru w ściekach oczyszczonych równa $10,9 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ jest mniejsza od stężenia maksymalnego, które może zostać odprowadzone do wód odbiornika o 56,4%. Współczynnik zmienności BZT_5 w ściekach oczyszczonych (v) osiągnął wartość równą 0,51, czyli większą niż w przypadku ścieków surowych, dla których parametr ten ukształtował się na poziomie 0,33. Obliczona na podstawie wielkości BZT_5 w ściekach dopływających do oczyszczalni i w ściekach poddanych procesowi oczyszczania procentowa redukcja tego wskaźnika zanieczyszczeń zmieniła się w analizowanym okresie od 93,7% do 99,0% wraz ze średnią wartością równą 97,8%. Wielkości te wskazują na to, że osiągnięta została minimalna redukcja BZT_5 w ściekach odprowadzanych do wód odbiornika, regulowana



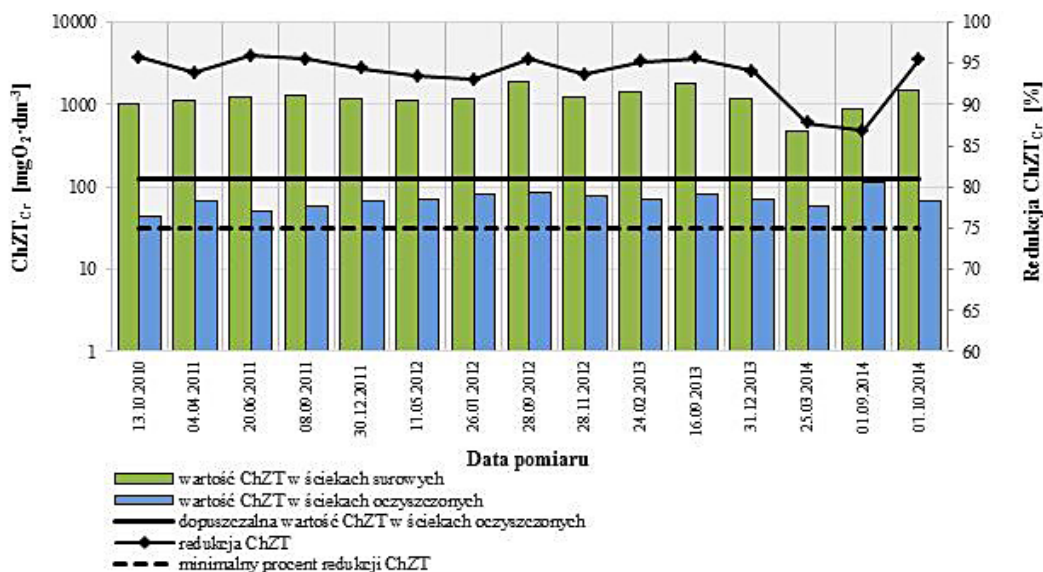
Rys. 2. Zmiany wartości BZT₅ w ściekach surowych i ściekach oczyszczonych oraz redukcja BZT₅ w latach 2010–2014

Fig. 2. Changes in BOD₅ values in raw sewage and treated sewage and the reduction of BOD₅ in the period between 2010 and 2014

przez Rozporządzenie [Rozporządzenie...2014], której wartość powinna mieścić się w przedziale od 70,0% do 90,0%. Z kolei współczynnik niezawodności oczyszczalni wyznaczony na podstawie średniej wartości BZT₅ i jego wartości dopuszczalnej w ściekach oczyszczonych równa się 0,44.

Rysunek 3 przedstawia zmiany innego wskaźnika zanieczyszczeń – ChZT_{Cr} w ściekach surowych dopływających do analizowanego obiektu i w ściekach oczyszczonych. Wartości tego para-

metru w ściekach surowych kształtowały się na poziomie od 483,0 mg O₂·dm⁻³ (marzec 2014) do 1903,0 mg O₂·dm⁻³ (wrzesień 2012) wraz z obliczoną wartością średnią dla rozpatrywanego okresu równą 1233,9 mg O₂·dm⁻³. W październiku 2010 roku odnotowano minimalną wartość ChZT_{Cr} w ściekach oczyszczonych równą 43,4 mg O₂·dm⁻³, która była mniejsza od maksymalnej, dopuszczalnej wartości tego wskaźnika w ściekach odprowadzanych do odbiornika (125,0 mg O₂·dm⁻³) określanej przez Rozporządzenie



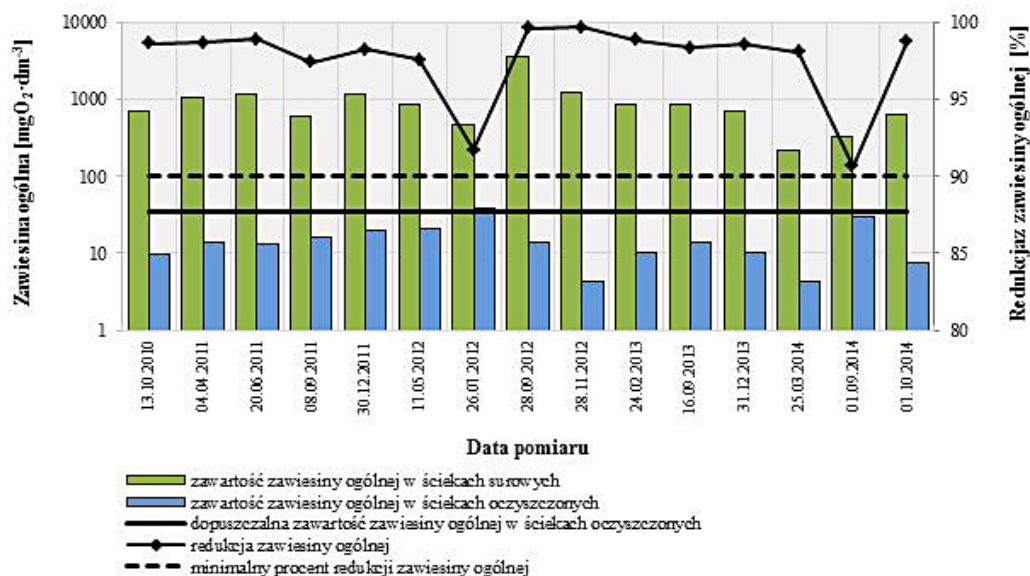
Rys. 3. Zmiany wartości ChZT_{Cr} w ściekach surowych i ściekach oczyszczonych oraz redukcja ChZT_{Cr} w latach 2010–2014

Fig. 3. Changes in ChZT_{Cr} values in raw sewage and treated sewage and the reduction of ChZT_{Cr} in the period between 2010 and 2014

[Rozporządzenie...2014] o 65,3%. Zauważono, że w żadnej z poddanej analizie próbie ścieków oczyszczonych nie odnotowano przekroczenia wartości granicznej. Odnotowana we wrześniu 2014 roku wartość maksymalna równa $114,0 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ była mniejsza od granicznej wartości o 8,8%, z kolei średnia wartość ChZT_{Cr} w ściekach oczyszczonych w czteroletnim okresie badań równała się $71,0 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, a zatem była mniejsza od wartości dopuszczalnej o 43,2%. Współczynnik zmienności analizowanego wskaźnika zanieczyszczeń w ściekach surowych (v) równy 0,27 był nieco większy od tego obliczonego dla ścieków oczyszczonych, którego wartość wyniosła 0,23. Redukcja ChZT_{Cr} w pobranych próbkach ścieków oczyszczonych zmieniała się od 86,8% do 95,9%, ze średnią wartością tego parametru w analizowanym okresie równą 93,7%. Minimalna redukcja ChZT_{Cr} w ściekach oczyszczonych określana przez Prawo [Rozporządzenie...2014] wynosi 75,0%, a zatem we wszystkich przypadkach została osiągnięta. Współczynnik niezawodności pracy oczyszczalni ukształtował się na poziomie 0,57, co świadczy o mniejszej skuteczności pracy oczyszczalni w odniesieniu do redukcji ChZT_{Cr} aniżeli w odniesieniu do redukcji BZT_5 .

Trzecim, ostatnim przeanalizowanym wskaźnikiem zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni w Kołaczycach oraz w ściekach odprowadzanych do odbiornika jest zawiesina ogólna. Z rysunku 4 można odczytać, iż najmniejsze odnotowane stężenie zawiesiny

ogólnej w ściekach surowych równe było $220,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast największe stężenie osiągnęło wartość $3520,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Średnia wartość tego wskaźnika zanieczyszczeń w analizowanym wieloleciu ukształtowała się na poziomie $965,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Rozpatrując z kolei stężenie zawiesiny ogólnej w ściekach oczyszczonych, w listopadzie 2012 roku oraz w marcu 2014 roku odnotowano minimalną jego wartość na poziomie $4,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, średnia wartość wyniosła $15,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast maksymalna – $38,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (lipiec 2012). Odnosząc te wielkości do wartości dopuszczalnej w ściekach odprowadzanych do odbiornika ($35,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), którą reguluje Rozporządzenie [Rozporządzenie...2014] obliczono, że odnotowane stężenia były mniejsze od wartości granicznej odpowiednio o 88,0% i 57,1%, natomiast maksymalna wartość, jako jedyna spośród pobranych piętnastu próbek ścieków oczyszczonych przekraczała dopuszczalne stężenie o 8,6%. Podobnie jak dla dwóch wcześniej przeanalizowanych wskaźników zanieczyszczeń również dla zawiesiny ogólnej obliczono współczynniki zmienności w ściekach surowych i w ściekach oczyszczonych. Wartość tego parametru w ściekach dopływających do oczyszczalni ukształtowała się na poziomie 0,77, natomiast w ściekach poddanych procesowi oczyszczania osiągnęła wartość 0,59. Stopień redukcji zawiesiny ogólnej w ściekach na przestrzeni analizowanych czterech lat zmieniał się od 90,7% do 99,7%, osiągając średnią wartość równą 97,6%, a więc zgodną z minimalną



Rys. 4. Zmiany wartości zawiesiny ogólnej w ściekach surowych i ściekach oczyszczonych oraz redukcja zawiesiny ogólnej w latach 2010–2014

Fig. 4. Changes in total suspended solids values in raw sewage and treated sewage and the reduction of total suspended solids in the period between 2010 and 2014

wartością redukcji zawiesiny ogólnej w ściekach oczyszczonych (90,0%), określaną przez Prawo [Rozporządzenie...2014]. Wyznaczony współczynnik niezawodności oczyszczalni osiągnął wartość 0,43, czyli niemalże identyczną wielkość jak w przypadku obliczonego współczynnika niezawodności na podstawie redukcji BZT₅.

WNIOSKI I PODSUMOWANIA

Na podstawie przeprowadzonej analizy pozyskanych wyników badań fizykochemicznych ścieków surowych dopływających do oczyszczalni w Kołaczycach oraz w ściekach odprowadzanych do odbiornika, pochodzących z czteroletniego okresu badań sformułowano następujące wnioski i podsumowania:

1. W żadnej z pobranych piętnastu próbek ścieków oczyszczonych nie odnotowano przekroczenia dopuszczalnej wartości BZT₅ równej 25,0 mgO₂·dm⁻³ ani dopuszczalnej wielkości ChZT_{Cr}, będącej na poziomie 125,0 mg O₂·dm⁻³. Wyjątek stanowi jedna próbka ścieków, w której odnotowane zostało niespełna 9-cio procentowe przekroczenie maksymalnej zawartości zawiesiny ogólnej. Wyniki te wskazują na niemalże każdorazowe sprostanie wymaganiom stawianym przez Rozporządzenie Ministra Środowiska [Rozporządzenie...2014] oraz wymaganiom w wydanym pozwoleniu wodno-prawnym.
2. Średnia wielkość BZT₅ w ściekach oczyszczonych wyniosła 10,9 mg O₂·dm⁻³, ChZT_{Cr} – 71,0 mg O₂·dm⁻³, natomiast zawiesiny ogólnej – 15,0 mg·dm⁻³. Wartości te były mniejsze od wartości granicznych, które reguluje Rozporządzenie [Rozporządzenie...2014] odpowiednio o 56,4%, 43,2% i 57,1%.
3. Średnia procentowa redukcja każdego z analizowanych wskaźników zanieczyszczeń osiągnęła wysoką wartość (dla BZT₅ – 97,8%, dla ChZT_{Cr} – 93,7%, dla zawiesiny ogólnej – 97,6%), co wskazuje na prawidłowe funkcjonowanie oczyszczalni w odniesieniu do eliminacji zanieczyszczeń zawartych w ściekach. W każdym z trzech przypadków minimalny procent redukcji zanieczyszczeń, o którym mowa w Rozporządzeniu [Rozporządzenie...2014] został osiągnięty.
4. O właściwej efektywności pracy analizowanej oczyszczalni ścieków świadczą również wy-

znaczone wartości współczynnika niezawodności oczyszczalni (WN). Największą wartość tego parametru, równą 0,57 obliczono na podstawie redukcji ChZT_{Cr} w ściekach oczyszczonych, mniejszą, na poziomie 0,44 osiągnięto w przypadku redukcji BZT₅ oraz 0,43 dla zawiesiny ogólnej. Wyniki te świadczą o najmniejszej skuteczności eliminacji ChZT_{Cr} ze ścieków oraz o dużej skuteczności usuwania zawiesiny ogólnej.

5. Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, iż oczyszczalnia ścieków w Kołaczycach cechuje się prawidłową efektywnością pracy, dzięki czemu ścieki oczyszczone odprowadzane do wód odbiornika nie stanowią dla nich zagrożenia. Świadczą o tym wartości poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych, które niemalże każdorazowo spełniają wymagania stawiane przez Rozporządzenie Ministra Środowiska, a także wysoki procent redukcji zarówno BZT₅, ChZT_{Cr}, jak i zawiesiny ogólnej oraz zadowalające wartości wyznaczonych współczynników niezawodności oczyszczalni.

LITERATURA

1. Anielak A. 2006. Niekonwencjonalne metody usuwania substancji biogenych w bioreaktorach sekwencyjnych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, nr 2, 23–27.
2. Bartoszewski K. i in. 1997. *Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków*. PZITS, Poznań.
3. Bojanowska I., Pepliński M. 2002. Optymalizacja pracy oczyszczalni ścieków w Tczewie w zakresie usuwania biogenów i związków węgla. *Ochrona Środowiska*, nr 3, 31–36.
4. Bugajski P. 2014. Ocena niezawodności usuwania związków biogenych w oczyszczalni ścieków metodą Weibulla. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, nr 576, 13–21.
5. Chmielowski K. 2008. Eliminacja zanieczyszczeń ze ścieków komunalnych w oczyszczalni w Dąbrowie Tarnowskiej. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, nr 5, 149–158.
6. Chmielowski K., Satora S., Wałęga A. 2009. Ocena niezawodności działania oczyszczalni ścieków dla gminy Tuchów. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, nr 9, 63–72.
7. Hartmann L. 1996. *Biologiczne oczyszczanie ścieków*. Wydawnictwo Instalator Polski, Warszawa.
8. Kaczor G., Bugajski P. 2006. *Usuwanie związków biogenych w przydomowych oczyszczalniach*

- ścieków typu Turbojet i Biocompact. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, nr 2, 65–75.
9. Pozwolenie wodno-prawne wydane przez Starostę Jasielskiego, Jasło 2012.
 10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 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. 2014 poz. 1800].
 11. Sprawozdanie z realizacji Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych (KPOŚK) za rok 2008 – województwo podkarpackie.
 12. Sprawozdanie z realizacji Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych (KPOŚK) za rok 2013 – województwo podkarpackie.