

Grzegorz Kaczor, Piotr Bugajski

**OCENA PRACY OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW
TYPU ECOLO-CHIEF W SPYTKOWICACH**

***THE ASSESSMENT OF WORKING
ECOLO-CHEF SEWAGE TREATMENT PLANT
AT SPYTKOWICE***

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była ocena działania mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków typu ECOLO-CHIEF zlokalizowanej w gminie Spytkowice. Obiekt o przepustowości projektowej $300 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, pracuje na podstawie technologii niskoobciążonego osadu czynnego wraz z tlenową stabilizacją osadu nadmiernego. Badaniami objęto skład ścieków surowych dopływających do badanej oczyszczalni oraz ścieków oczyszczonych odprowadzanych do odbiornika. Ocenę sprawności działania oczyszczalni oparto na wielkości redukcji 5 wybranych wskaźników zanieczyszczeń, takich jak: BZT₅, ChZT, zawiesina ogólna, azot ogólny i fosfor ogólny. Badania wykazały, że wielkości poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych, z wyjątkiem fosforu ogólnego, były dużo niższe od wielkości dopuszczalnych z pozwolenia wodnoprawnego. W przypadku fosforu ogólnego w połowie prób stwierdzono przekroczenie wartości dopuszczalnej $2,5 \text{ mgP}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$. Wartość dopuszczalna była przekraczana średnio o 62,8%. Problemy z redukcją fosforu mogą być związane z niedostatecznym obciążeniem hydraulicznym obiektu, nadmiernym rozcieńczeniem ścieków surowych lub zbyt małą dawką dozowanego PIXu.

Słowa kluczowe: ścieki, oczyszczalnia ścieków, wskaźniki zanieczyszczeń

Summary

The destination of carried out research was assessment of working mechanical-biological sewage treatment plant type ECOLO-CHEF located in commune Spytkowice. The object with project in flow sewers $300 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, working on method of low load active sludge with oxygen stabilization of excessive sediment. Including of sewage-system in commune Spytkowice take 12,4 km. With sewage-system of using 1303 residents. Actual percent sewage-system is very small and take 13,8%. The research included sewers in flow to sewage treatment plant and clean sewers out flow in river from 01.01.2005 to 31.12.2005 years. The opinion of efficiency of sewage treatment plant matter went to reduction of five choice indexes of pollution i.e. BOD_5 , COD, total suspension, total nitrogen and total phosphates. The research proved that in flow to sewage of values individuals parameters depart from typical values in sewage from people. Affirmed low of value total suspension ($120,28 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) compare with value $375 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ and BOD_5 ($225,25 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$) compare with value $300 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ announcing in literature. Value of individual pollution in clean sewage with the exception of total phosphates, was far less from values in legislative documentation for sewage treatment plant. In total phosphates affirmed in half analysis exceed permissible of value $2,5 \text{ mgP}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$. Permissible of value was exceed on average 62,8%. Exceed of value total phosphates can be cause too big dilute sewage and low flow to sewage to treatment plant. The short-term solution problems with reduction total phosphates can be increase of dose PIX 113 with relation flow to sewage. The middle reduction individuals pollution parameters is lower then project assumption. This situation is cause lower of value pollution parameters in flow to sewage. The biggest discrepancy occurring in real of reduction in total nitrogen and total phosphates (suitably 14 and 20%). The recapitulate, even though is low hydraulic load sewage treatment plant ECOLO-CHEF in Spytkowice in majority good of reduce indices of pollutions. For full opinion of necessary are research on actual hydraulic load, what can be after building sewage-system in commune Spytkowice.

Key words: sewers, sewage treatment plant, indices of pollution

WPROWADZENIE

W Polsce, w roku 2005 w gminach wiejskich działały 2044 oczyszczalnie ścieków, w tym 1973 mechaniczno-biologiczne z podwyższonym usuwaniem związków biogenych. Liczba ta wskazuje na wrastającą tendencję budowy tego typu obiektów w stosunku do lat ubiegłych (1452 oczyszczalnie działające w roku 2000 i 433 w roku 1995) [Ochrona Środowiska 2006; Heidrich i in. 2006]. Zestawienia statystyczne nie są w stanie określić liczby typów oczyszczalni w Polsce w aspekcie stosowanych układów technologicznych. Analiza schematów technologicznych, mechaniczno-biologicznych oczyszczalni ścieków o przepustowości od 30 do $800 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, użytkowanych w województwie małopolskim na terenach wiejskich, wykazała, że spośród 32 analizowanych obiektów wyszczególniono 18 różnych typów rozwiązań technologicznych [Kaczor i in. 2001]. Ta ogromna różnorodność konstrukcyjna oczyszczalni stwarza problem

w momencie podejmowania decyzji o wyborze rozwiązania w przypadku nowo budowanych obiektów. Nie ma jednego sprawdzonego w warunkach polskich typu oczyszczalni. Kolejnym negatywnym aspektem różnorodności typów oczyszczalni są problemy z wymianą doświadczeń pomiędzy ich eksploatatorami. Optymalne parametry pracy układu technologicznego, uzyskane na bazie wieloletnich doświadczeń eksploatacyjnych na danym obiekcie, najczęściej nie są możliwe do wykorzystania w innej oczyszczalni różniącej się specyfiką poszczególnych urządzeń.

Badania związane z oceną działania poszczególnych typów oczyszczalni i upowszechnianie wyników tych badań mogą być w dużej mierze pomocne przy wyborze oczyszczalni i rozwiązań technologicznych, a także przy projektowaniu nowych obiektów. W niniejszej pracy przeprowadzono ocenę działania mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków typu ECOLO – CHIEF eksploatowanej od roku 2004 w gminie Spytkowice.

CEL, METODYKA I ZAKRES BADAŃ

Celem przeprowadzonych badań była ocena działania mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków typu ECOLO-CHIEF zlokalizowanej w gminie Spytkowice. Oczyszczalnie ścieków typu ECOLO-CHIEF stanowią system zaprojektowany i produkowany przez firmę CHIEF INDUSTRIES, INC Nebraska, USA. Układy te są modernizowane dla warunków polskich i instalowane w kraju przez firmę SUMAX z Łodzi.

Istotnym zagadnieniem związanym z podjęciem badań było sprawdzenie, czy tego typu oczyszczalnia jest przydatna w warunkach polskich oraz efektywnie redukuje zanieczyszczenia zawarte w ściekach bytowych z terenów wiejskich.

Badaniami objęto skład ścieków surowych dopływających do badanej oczyszczalni oraz ścieków oczyszczonych odprowadzanych do odbiornika. Próby ścieków pobierane były w odstępach 2-miesięcznych w okresie od 01.01.2005 do 31.12.2005 r. Ocenę sprawności działania oczyszczalni oparto na wielkości redukcji 5 wybranych wskaźników zanieczyszczeń: BZT₅, ChZT, zawiesina ogólna, azot ogólny i fosfor ogólny.

CHARAKTERYSTYKA GMINY W ASPEKCIE ZAOPATRZENIA W WODĘ ORAZ KANALIZACJI

Gmina Spytkowice położona jest w zachodniej części województwa małopolskiego, w Kotlinie Oświęcimskiej, pomiędzy Wisłą a Skawą. W jej skład wchodzi 5 miejscowości: Bachowice, Ryczów, Spytkowice, Miejsce i Lipowa. Obszar gminy o powierzchni 47 km² zamieszkuje ok. 9000 mieszkańców. Spytkowice graniczą administracyjnie z gminą Czernichów (powiat krakowski), gminami Alwernia i Babice (powiat chrzanowski), gminą Zator (powiat oświęcimski) oraz gminami Tomice i Brzeźnica (powiat wadowicki).

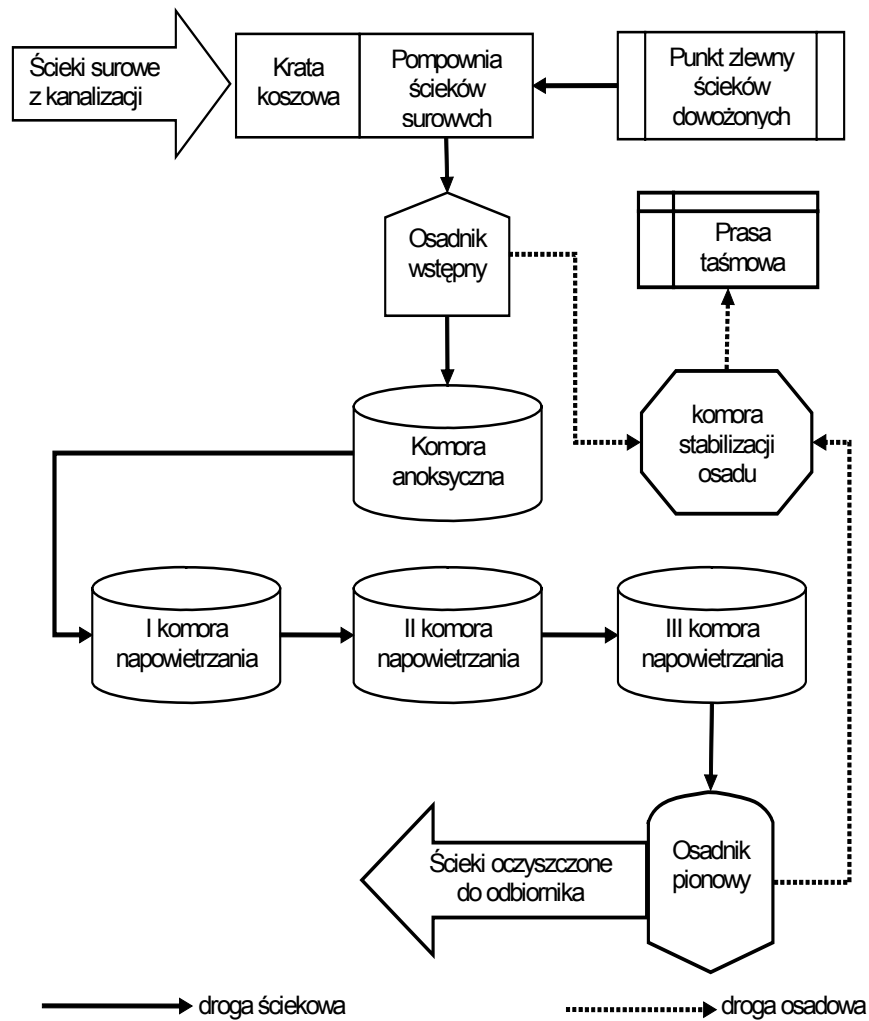
Zaopatrzenie w wodę mieszkańców, zakładów użyteczności publicznej i instytucji w gminie Spytkowice realizowane jest przez wodociąg grupowy „Spytkowice – Ryczów” oraz wodociąg „Bachowice”. Woda do celów wodociągowych ujmowana jest ze studni wierconych. Sieć wodociągowa gminy Spytkowice ma długość 81,29 km i zbudowana jest z rur o średnicach Ø90 mm, Ø110 mm i Ø160 mm. Są to głównie rury wykonane z PCV, ale występują także odcinki sieci z rur żeliwnych (ok. 1,7 km) oraz z rur azbestowo-cementowych (ok. 1,8 km).

Łączna długość sieci kanalizacyjnej w gminie Spytkowice wynosi 12,4 km. Z systemu kanalizacyjnego korzysta 1303 mieszkańców gminy. Aktualny procent skanalizowania miejscowości jest bardzo mały, wynosi bowiem 13,8%. Kanalizacja grawitacyjna w gminie Spytkowice składa się z przewodów z PCV o średnicach Ø160, Ø200 i Ø300 mm o łącznej długości 9690 mb oraz przewodów kamionkowych o średnicach Ø150 i Ø300 mm i długości 1525 mb. Kanały ciśnieniowe o średnicach: Ø63, Ø110, Ø200, Ø300 mm o łącznej długości 1047,5 mb wykonane są z rur PE HD. Do kanalizacji spływają ścieki z miejscowości Spytkowice i z części miejscowości Bachowice. Wielkość odpływu ścieków wynosi 98% średniego zużycia wody. Aktualnie średni dobowy dopływ ścieków do analizowanej oczyszczalni nie przekracza $100 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ [Gaudyn 2006].

OPIS OBIEKTU BADAŃ

Mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków typu ECOLO-CHIEF w Spytkowicach, pracująca na podstawie technologii niskoobciążonego osadu czynnego wraz z tlenową stabilizacją osadu nadmiernego, ma przepustowość projektową $300 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Rozruch obiektu, wykonanego przez firmę SUMAX, nastąpił w roku 2004. Ścieki bytowe z gminy Spytkowice doprowadzane są do oczyszczalni grawitacyjnie kolektorem zbiorczym o średnicy Ø300 mm. Ścieki surowe przechodzą przez kratę koszową gęstą w komorze przepompowni, skąd przetłaczane są do studzienki rozdzielczej, a następnie grawitacyjnie dopływają do osadnika wstępnego, pełniącego jednocześnie rolę beztlenowej komory fermentacyjnej. Z osadnika wstępnego ścieki przepływają do komory anoksycznej (niedotlenionej), gdzie następuje wymieszanie ich (pionowe mieszadło wolno-obrotowe) z osadem czynnym zawracanym z ostatniej komory napowietrzania za pomocą znajdującej się tam pompy recyrkulacyjnej. Osady wtórne w zetknięciu ze świeżymi ściekami, zawierającymi duży ładunek rozpuszczonych zanieczyszczeń wchodzi w proces biokoagulacji, powodując dodatkowe zwiększenie efektów oczyszczania. Drugi etap biologicznego oczyszczania ścieków (nityfikacja) następuje w 3 komorach osadu czynnego, napowietrzanych wgłębnie dyfuzorami. Po procesie napowietrzania ścieki przepływają do osadnika wtórnego, skąd pozbawione zawiesiny odprowadzane są kanałem grawitacyjnym Ø200 mm do rowu otwartego, a następnie do rzeki Wisły. Osady z osadnika wtórnego

są recykulowane do pierwszej komory napowietrzania, a ich nadmiar odprowadzany jest do wydzielonej komory stabilizacji tlenowej osadu. Schemat technologiczny oczyszczalni przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków typu ECOLO-CHIEF w Spytkowicach

Figure 1. Diagram of technological ECOLO-CHIEF sewage treatment plant at Spytkowice

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

W związku z tym, że oczyszczalnia ścieków w Spytkowicach powstała wcześniej niż wykonana została pełna kanalizacja dla poszczególnych miejscowości gminy, obiekt nie jest dostatecznie obciążony hydraulicznie. Mając jednak na uwadze, że w takich warunkach pracuje wiele wiejskich oczyszczalni ścieków [Kaczor i in. 2001; Bugajski 2006], poddano obiekt ocenie pod kątem redukcji podstawowych wskaźników zanieczyszczeń.

W pierwszym etapie badań scharakteryzowano skład ścieków surowych. Podstawowe parametry charakteryzujące wielkości wybranych wskaźników zanieczyszczeń, tj.: BZT₅, ChZT, zawiesina ogólna, azot ogólny i fosfor ogólny zamieszczono w tabeli 1. Skład fizyko-chemiczny ścieków surowych dopływających do oczyszczalni w Spytkowicach ogólnie nie odbiega od składu typowych ścieków bytowych. Stwierdzono jednakże niższą średnią wielkość zawiesiny ogólnej (120,28 mg·dm⁻³ w stosunku do wielkości 375 mg·dm⁻³) oraz BZT₅ (225,25 mgO₂·dm⁻³ w stosunku do wielkości 300 mgO₂·dm⁻³) od wielkości podawanych jako przeciętne przez Błażejewskiego [2003] i innych autorów. Wielkości analizowanych wskaźników zanieczyszczeń wskazują, że do kanalizacji w Spytkowicach nie trafiają ścieki inne niż bytowe.

Wyniki badań składu ścieków oczyszczonych (tab. 1) wskazują, że z wyjątkiem fosforu ogólnego, średnie wielkości BZT₅, ChZT, zawiesiny ogólnej i azotu ogólnego są dużo niższe od wielkości dopuszczalnych z pozwolenia wodno-prawnego. W przypadku BZT₅ wielkość średnia na odpływie (9,55 mgO₂·dm⁻³) jest o 61,8% niższa od wartości dopuszczalnej (25 mgO₂·dm⁻³), ChZT (wartość średnia 50,13 mgO₂·dm⁻³) – o 59,9% niższa od wartości dopuszczalnej (125 mgO₂·dm⁻³), zawiesiny ogólnej (wartość średnia 17,75 mg·dm⁻³) – o 49,3% niższa od wartości dopuszczalnej (35 mg·dm⁻³), azotu ogólnego (wartość średnia 21,45 mgN_{og}·dm⁻³) – o 28,5% niższa od wartości dopuszczalnej (30 mgN_{og}·dm⁻³).

W przypadku fosforu ogólnego w połowie prób stwierdzono przekroczenie wartości dopuszczalnej 2,5 mgP_{og}·dm⁻³. Wartość dopuszczalna była przekraczana średnio o 62,8%. W oczyszczalni ECOLO-CHIEF wg założeń projektowych fosfor ogólny powinien być obniżany do 5 mgP_{og}·dm⁻³, natomiast przy zastosowaniu PIXu – poniżej 1,5 mgP_{og}·dm⁻³. W badanej oczyszczalni w osadniku wstępnym za pomocą pompy dozującej wprowadza się 10% roztwór siarczanu żelazowego (PIX 113) w dawce ok. 10 mg Fe⁺³ na 1 m³ ścieków. Podawanie soli żelaza Fe₂(SO₄)₃ do ścieków ma na celu związanie rozpuszczonych związków fosforowych i wytrącanie ich w postaci osadu. W związku z przekroczeniami wartości dopuszczalnych zawartości fosforu w ściekach oczyszczonych prawdopodobnie dawka PIXu jest zbyt mała w stosunku do ilości ścieków. Inną przyczyną może być niedostateczne obciążenie hydrauliczne oczyszczalni lub nadmierne rozcieńczenie ścieków surowych.

Tabela 1. Charakterystyka składu ścieków surowych oraz oczyszczonych w odniesieniu do wielkości dopuszczalnych z pozwolenia wodno-prawnego
Table 1. Characteristic of composition raw sewage and clean sewage with compare to permitted values from legislative documentation for sewage treatment plant

Wskaźnik zanieczyszczeń	Parametr		Jednostka	Wartość parametru		Wartość dopuszczalna wg pozwolenia wodno-prawnego
				ścieki surowe	ścieki oczyszczone	
BZT ₅	wielkość	maksymalna	mgO ₂ ·dm ⁻³	370,00	21,00	25
		średnia		225,25	9,55	
		minimalna		81,00	4,20	
ChZT	wielkość	maksymalna	mgO ₂ ·dm ⁻³	508,00	61,50	125
		średnia		367,83	50,13	
		minimalna		165,90	36,70	
Zawiesina ogólna	wielkość	maksymalna	mg·dm ⁻³	221,20	34,00	35
		średnia		120,28	17,75	
		minimalna		31,00	10,00	
Azot ogólny	wielkość	maksymalna	mgN _{og} ·dm ⁻³	93,70	29,90	30
		średnia		69,70	21,45	
		minimalna		45,80	11,00	
Fosfor ogólny	wielkość	maksymalna	mgP _{og} ·dm ⁻³	21,69	7,38	2,5
		średnia		13,88	4,05	
		minimalna		10,00	0,01	

Wielkości redukcji BZT₅, ChZT, zawiesiny ogólnej, azotu ogólnego i fosforu ogólnego w roku 2005 w procesie oczyszczania ścieków w badanej oczyszczalni przedstawiono w tabeli 2. Średnia redukcja poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń jest niższa od założeń projektowych, ma to jednak związek z niższymi wielkościami wskaźników zanieczyszczeń w ściekach surowych w stosunku do zakładanych. Największe rozbieżności występują w rzeczywistych wielkościach redukcji azotu ogólnego i fosforu ogólnego w stosunku do wielkości zakładanych (odpowiednio 14 i 20%).

Tabela 2. Wielkość redukcji poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń w badanej oczyszczalni**Table 2.** Values of reduction of selected indices in sewage treatment plant

Wskaźnik zanieczyszczeń	Redukcja zanieczyszczeń w procesie oczyszczania [%]			Średnia redukcja zanieczyszczeń założona w projekcie
	maksymalna	średnia	minimalna	
BZT ₅	98,86	95,03	91,25	97
ChZT	92,78	83,53	69,86	94
Zawiesina ogólna	89,41	81,79	67,74	97
Azot ogólny	77,27	69,13	57,41	83
Fosfor ogólny	99,90	68,17	38,40	88

WNIOSKI I STWIERDZENIA

Na podstawie przeprowadzonych badań, związanych z oceną działania oczyszczalni ścieków ECOLO-CHIEF w Spytkowicach, sformułowano następujące wnioski i stwierdzenia:

1. Skład ścieków surowych dopływających do badanej oczyszczalni pod względem zawartości poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń odbiega nieznacznie od składu typowych ścieków bytowych. Stwierdzono niską zawartość zawiesiny ogólnej ($120,28 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) w stosunku do wielkości $375 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ oraz BZT₅ ($225,25 \text{ mgO}_2\cdot\text{dm}^{-3}$) w stosunku do wielkości $300 \text{ mgO}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ podawanych w literaturze.

2. Wielkości poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych, z wyjątkiem fosforu ogólnego, były dużo niższe od wielkości dopuszczalnych z pozwolenia wodno-prawnego. W przypadku fosforu ogólnego w połowie prób stwierdzono przekroczenie wartości dopuszczalnej $2,5 \text{ mgP}_{\text{og}}\cdot\text{dm}^{-3}$. Wartość dopuszczalna była przekraczana średnio o 62,8%.

3. Przypadki przekroczenia wielkości dopuszczalnej fosforu ogólnego mogą być związane ze zbyt dużym rozcieńczeniem ścieków surowych oraz niskim obciążeniem hydraulicznym obiektu w stosunku do założeń projektowych. Doraźnym rozwiązaniem problemów z redukcją fosforu ogólnego może być zwiększenie dawki PIXu 113 w stosunku do ilości ścieków.

4. Średnia redukcja poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń jest niższa od założeń projektowych, ma to jednak związek z niższymi wielkościami wskaźników zanieczyszczeń w ściekach surowych w stosunku do zakładanych. Największe rozbieżności występują w rzeczywistych wielkościach redukcji azotu ogólnego i fosforu ogólnego w stosunku do wielkości zakładanych (odpowiednio o 14 i 20%).

5. Reasumując, pomimo niskiego obciążenia hydraulicznego, oczyszczalnia ścieków ECOLO-CHIEF w Spytkowicach w większości przypadków redukuje efektywnie wielkości poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń.

Dla pełnej oceny oczyszczalni konieczne są jednak badania przy właściwym obciążeniu hydraulicznym obiektu, co może mieć miejsce dopiero po rozbudowie kanalizacji w gminie Spytkowice.

BIBLIOGRAFIA

- Błażejowski R. *Kanalizacja wsi*. PZITS Oddział Wielkopolski. Poznań 2003.
- Bugajski P. *Ilość dopływających ścieków do oczyszczalni SBR-BIOVAC w miejscowości Książ Wielki w latach 2000–2004*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich Nr 3/1/2006, PAN Oddział w Krakowie, Kraków, s. 97–105.
- Gaudyn M. *Ocena pracy oczyszczalni ścieków w Spytkowicach*. Praca Inżynierska napisana w Katedrze Zaopatrzenia Osiedli w Wodę i Kanalizacji, AR Kraków, 2006, maszynopis.
- Heidrich Z., Podedworna J., Żubrowska-Sudoł M. *Stan gospodarki ściekowej w Polsce oraz kierunki jej poprawy w latach 2006–2015*. Forum Eksploatatora 1/2006 (22), Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. z o.o., Jastrzębie Zdrój 2006, s. 10–13.
- Kaczor G., Pawelek J., Długosz M. *Obciążenie hydrauliczne wiejskich oczyszczalni ścieków na przykładzie wybranych obiektów województwa małopolskiego*. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie nr 390, z. 22, 2001, s. 97–106.
- Ochrona Środowiska Informacje i opracowania statystyczne*. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2006.
- Strona internetowa: http://www.sumax.com.pl/ocz_eko_opis.html. Opis oczyszczalni ścieków typu ECOLO-CHIEF.

Dr inż. Grzegorz Kaczor, dr inż. Piotr Bugajski
Katedra Zaopatrzenia Osiedli w Wodę i Kanalizacji
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji
Akademia Rolnicza w Krakowie
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, tel. (012) 632-57-88.
rmkaczor@cyf-kr.edu.pl, pbugajsk@ar.krakow.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Stanisław Węglarczyk*