

WPLYW ZANIECZYSZCZEŃ ODPROWADZANYCH Z UBOJNI TRZODY CHLEWNEJ ORAZ MASARNI NA JAKOŚĆ ŚCIEKÓW DOPLYWAJĄCYCH DO OCZYSZCZALNI

Piotr Bugajski, Stefan Satora
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy przedstawiono analizę wpływu zanieczyszczeń opisanych wartościami BZT_5 , ChZT i zawiesiny ogólnej w ściekach bytowych oraz pochodzących z masarni i ubojni trzody chlewnej na ich stężenie w mieszaninie ścieków dopływającej do oczyszczalni Bioblok PS-50 w Gruszowie. Średnie stężenia badanych wskaźników w mieszaninie ścieków obliczono jako średnią ważoną. Stwierdzono, że gdy te stężenia są zbyt wysokie, skutkuje to zakłóceniami w pracy oczyszczalni. Średnie ważone poszczególnych wskaźników wynosiły: $BZT_5 - 592,1 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, ChZT – $974,8 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, zawiesiny ogólnej – $570,7 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Aby zmniejszyć stężenie zanieczyszczeń w mieszaninie surowych ścieków dopływających do oczyszczalni należy zwiększyć udział procentowy ścieków bytowych z 82% do 96%. Jest to możliwe poprzez rozbudowę sieci kanalizacyjnej i podłączenie do niej kolejnych gospodarstw domowych oraz dodatkową modernizację istniejących lub nowo zainstalowanych systemów podczyszczania ścieków przemysłowych w miejscu ich powstania.

Słowa kluczowe: ścieki przemysłowe, ścieki bytowe, stężenia zanieczyszczeń.

WSTĘP

Właściciele i eksploatacy małych wiejskich oczyszczalni ścieków często borykają się z problemami związanymi z dotrzymaniem warunków określonych w pozwoleniu wodno-prawnym, a dotyczących wartości stężeń zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych do odbiornika [Bugajski i Bergel 2001, Bugajski i Ślizowski 2004, Bugajski i Bergel 2007]. Obiekty, które obsługują jedną lub kilka miejscowości, narażone są na dużą nierównomierność dopływu ścieków oraz na zróżnicowane stężenie zawartych w nich zanieczyszczeń [Bugajski i Bergel 2008, Heidrich 2008]. Technologia działania małych gminnych oczyszczalni opiera się w większości przypadków na metodzie

Adres do korespondencji – Corresponding authors: dr inż. Piotr Bugajski, dr hab. inż. Stefan Satora, prof. UR, Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, email: p.bugajski@ur.krakow.pl, rmsatora@cyf-kr.edu.pl.

biologicznego oczyszczania poprzez osad czynny. Jest to proces sprawdzony, o wysokiej skuteczności unieszkodliwiania zanieczyszczeń; ma jednak, mimo wielu zalet, również wady. Należą do nich nierównomierność dopływu ścieków oraz przeciążenie zanieczyszczeniami. Mikroorganizmy osadu czynnego nie są w stanie w krótkim czasie namnożyć się do wymaganej ilości, tak aby dostosować się do nagłego zwiększonego stężenia zanieczyszczeń. Bardzo niebezpieczne są dopływy do kanalizacji innych ścieków niż pochodzących z gospodarstw domowych. Ścieki z obór, stajni, tuczarni trzody chlewnej, ubojni zwierząt, masarni lub innych zakładów przemysłowych charakteryzują się bardzo wysokim stężeniem zanieczyszczeń. Dostarczenie tego rodzaju ścieków do kanalizacji, a następnie do oczyszczalni powoduje ograniczenie skuteczności oczyszczania, co z kolei skutkuje odprowadzaniem ścieków niedostatecznie oczyszczonych do środowiska. W przypadku obiektów o dobowym dopływie kilkuset m³ dostarczenie kilkunastu m³ ścieków o wysokim stężeniu zanieczyszczeń może spowodować zakłócenia pracy bioreaktora z osadem czynnym. Według odpowiedniego Rozporządzenia Rady Ministrów [Rozporządzenie... 1999] Każdy właściciel zakładu przemysłowego, w którym wytwarzane są ścieki, powinien mieć zgodę właściwego urzędu na ich odprowadzanie do kanalizacji, przy czym zgoda taka powinna być wydana po gruntownej analizie ilościowej i jakościowej ścieków.

CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy było określenie czynników wpływających na zmniejszenie wartości zanieczyszczeń określonych trzema wskaźnikami zanieczyszczeń: BZT₅, ChZT oraz zawiesiny ogólnej, w ściekach surowych, tak aby w przyszłości stężenia tych zanieczyszczeń w ściekach dopływających nie powodowały zakłóceń pracy bioreaktora w zbiorczej oczyszczalni typu Bioblok PS-50.

Ścieki pobierano z kanalizacji ścieków bytowych oraz z dwóch zakładów przemysłowych: ubojni trzody chlewnej i zakładu masarskiego. Sieć kanalizacyjna, zakłady przemysłowe oraz oczyszczalnia znajdują się w miejscowości Gruszów na terenie gminy Pałacznica w województwie małopolskim.

Analizę wielkości zanieczyszczeń w ściekach pochodzących z ubojni trzody chlewnej i z masarni oraz w ściekach bytowych odpływających systemem kanalizacyjnym z gospodarstw mieszkańców miejscowości Gruszów prowadzono od 1 stycznia do 31 grudnia 2008 roku. W tym okresie z częstotliwością raz na miesiąc pobrano po 12 próbek ścieków przemysłowych – ubojowych i masarskich – oraz bytowych.

CHARAKTERYSTYKA TERENU I OBIEKTÓW BADAŃ

Miejscowość Gruszów, jak już wspomniano, położona jest w gminie Pałacznica w powiecie proszowickim w województwie małopolskim. Z miejscowości tej odprowadzane są ścieki bytowe czterokilometrowym odcinkiem kanalizacji do zbiorczej oczyszczalni typu Bioblok PS-50. Średnia dobową ilość ścieków bytowych dopływających do tej oczyszczalni w badanym okresie wynosiła 19 m³ · d⁻¹.

Do omawianej oczyszczalni dopływają ścieki z zakładu produkującego wyroby wędliniarskie oraz z ubojni trzody chlewnej. W zakładzie masarskim do celów produkcyjnych

Tabela. Charakterystyczne wartości wskaźników zanieczyszczeń oraz ilości ścieków z kanalizacji oraz zakładów przemysłowych
 Table. Characteristic values of indices of pollution and amount of sewage from the sewers and industrial plants

Rok 2008 Year 2008	Wartość ścieków – Sewage value mg · dm ⁻³						Dopływ – Flow into m ³ · d ⁻¹			Średnia ważona Weighted average					
	bytowe – domestic (W ₁)		ubojnia – butchery (W ₂)		masarnia – meat (W ₃)		bytowe ubojnia masarnia domestic butchery meat			BZT ₅	ChZT z.o.				
	BZT ₅	ChZT z.o.	BZT ₅	ChZT z.o.	BZT ₅	ChZT z.o.	Q ₁	Q ₂	Q ₃						
Styczeń January	247	456	255	1520	1555	567	2480	4320	2160	18	2,1	1,1	489,5	765,8	456,7
Luty February	260	538	310	2150	3174	869	1880	3484	1540	19	2,9	1,3	587,3	1032,9	552,4
Marzec Marc	210	450	198	1860	3027	1020	1936	3870	1468	18	2,8	0,9	492,7	921,6	432,2
Kwiecień April	195	478	189	1340	1571	877	7480	9865	5320	20	2,5	1,4	741,7	1142,3	675,3
Maj May	220	510	243	2230	2834	1420	3210	4510	2690	19	3,5	1,1	657,3	1040,9	664,8
Czerwiec June	214	562	236	1780	2779	1204	2670	3190	2550	19	3,4	1,2	562,7	1012,5	614,9
Lipiec July	257	517	312	1920	2879	897	2890	3201	2330	18	3,0	1,0	601,7	958,5	593,4
Sierpień August	241	454	217	1680	3120	1195	2140	2960	1670	19	2,7	0,9	488,9	872,9	469,9
Wrzesień September	224	551	195	2050	2960	1409	2350	3250	1969	20	3,1	1,3	569,4	1001,0	545,9
Pazdziernik October	230	471	213	2290	3349	989	3180	3650	2520	19	3,6	1,2	692,3	1069,5	565,9
Listopad November	238	542	251	1980	2570	1260	2890	3990	2410	19	3,0	1,1	588,7	967,5	591,6
Grudzień December	217	506	224	2160	2160	1533	2550	3420	2478	20	3,7	1,4	633,3	912,2	685,9
Średnia Average	229,4	502,9	236,9	1913,3	2664,8	1103,3	2971,3	4142,5	2425,4	19,0	3,0	1,2	592,1	974,8	570,7

z.o. – zawiesina ogólna – total suspension; BZT₅ – BOD₅; ChZT – COD.

zużywano średnio w ciągu doby 1,2 m³ wody. Cała ilość tej wody po procesie produkcyjnym trafia jako ścieki do separatora tłuszczu zainstalowanego na terenie zakładu, a następnie do oczyszczalni. W ubojni trzody chlewnej ścieki powstające na terenie zakładu odprowadza się do przyzakładowego sytemu wstępnego podczyszczania ścieków, gdzie zatrzymywane są skratki oraz inne większe zanieczyszczenia stałe. Dodatkowo w dwóch zbiornikach po 17 m³ każdy ścieki są napowietrzane system dyfuzorów, by zapobiec ich zagniwaniu. W okresie badawczym ilość powstających ścieków w zakładzie wynosiła średnio 3,0 m³ · d⁻¹.

Mimo że ścieki przemysłowe zarówno w jednym, jak i w drugim przypadku są podczyszczane, stężenia wartości badanych w nich wskaźników zanieczyszczeń są bardzo wysokie w porównaniu z wartościami tych samych wskaźników w ściekach bytowych.

Szczegółowe dane dotyczące ilości ścieków dopływających z trzech źródeł oraz wartości analizowanych wskaźników zanieczyszczeń przedstawiono w tabeli.

ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Określiwszy ilość ścieków dopływających z poszczególnych źródeł, stwierdzono, że udział ścieków pochodzących z ubojni wynosi 13%, a z masarni 5% ich ogólnej ilości. Całość udziału ścieków przemysłowych wynosi zatem 18%. Pozostałe 82% to ścieki bytowe.

W badanym okresie ścieki bytowe dopływające od mieszkańców charakteryzowały się typowymi wielkościami odpowiadającymi tego rodzaju ściekom [Bugajski i Bergel 2008, Heidrich i Kozak 2009, Kaczor 2009]. Natomiast w ściekach pochodzących z ubojni i masarni wartości analizowanych wskaźników zanieczyszczeń były znacznie wyższe od norm dla ścieków dopływających. Wartości badanych wskaźników z poszczególnych, miesięcznych próbek ścieków bytowych oraz przemysłowych przedstawiono w tabeli.

Dysponując danymi dotyczącymi stężeń poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń oraz rodzaju ścieków, obliczono średnie stężenia wskaźników zanieczyszczeń w mieszaninie ścieków surowych dopływających do oczyszczalni. W związku z tym, że stężenia ścieków z zakładów produkcyjnych charakteryzowały się dużo większymi wartościami badanych wskaźników w porównaniu ze ściekami bytowymi przy znacznie mniejszej ilości tych pierwszych, wyliczono wartość średnią ważoną, gdzie wagą była ilość każdego rodzaju ścieków. Do obliczenia wartości średniej ważonej dla analizowanych wskaźników skorzystano z formuły:

$$S_w = \frac{W_1 \cdot Q_1 + W_2 \cdot Q_2 + W_3 \cdot Q_3}{Q_1 + Q_2 + Q_3}$$

gdzie:

W_1 – wartość wskaźnika w ściekach bytowych,

W_2 – wartość wskaźnika w ściekach z ubojni,

W_3 – wartość wskaźnika w ściekach z masarni,

Q_1 – ilość ścieków bytowych,

Q_2 – ilość ścieków z ubojni,

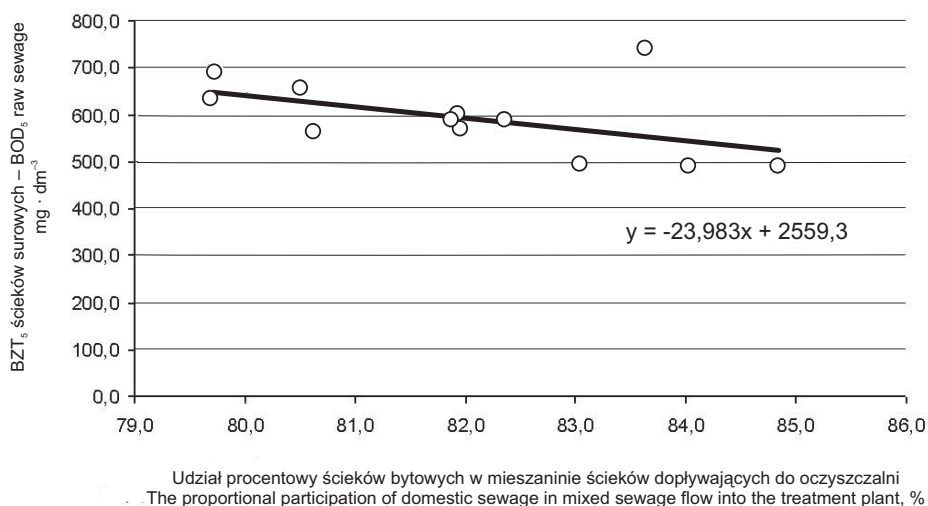
Q_3 – ilość ścieków z masarni.

Na podstawie obliczonej średniej ważonej wartość średnia wskaźnika BZT_5 wyniosła $592,1 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, $ChZT - 974,8 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, a zawiesiny ogólnej – $570,7 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Obliczone wartości poszczególnych wskaźników w ściekach surowych, które dopływają do oczyszczalni, są dużo wyższe od wartości, jakie przewidziano w projekcie technologicznym dla tego obiektu. W założeniach projektowych zakładano, iż stężenie BZT_5 w ściekach surowych wyniesie do $300,0 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, $ChZT$ do $600,0 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, a zawiesiny ogólnej do $400,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Mając na uwadze, iż eksploatacator oczyszczalni nie ma wpływu na zmianę stężenia zanieczyszczeń w ściekach pochodzących z ubojni oraz z masarni, może natomiast mieć wpływ na ilość ścieków bytowych pochodzących od mieszkańców, wskazano, jaki procentowy udział w ogólnej ilości ścieków muszą mieć ścieki bytowe, aby stężenia zmieszanych zanieczyszczeń były na poziomie zakładanym w projekcie. Nie brano przy tym pod uwagę możliwości ograniczenia ilości ścieków powstających w zakładach przemysłowych, gdyż spowodowałyby to zmniejszenie produkcji. Założono natomiast możliwość zwiększenia ilości, a tym samym udziału procentowego dopływających ścieków bytowych. Jest to możliwe, ponieważ docelowa przepustowość oczyszczalni wynosi $50,0 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. W okresie badań oczyszczalnia była zatem niedociążona hydraulicznie. Dopływ rzeczywisty stanowił jedynie 46,4% dopływu projektowanego. Ilość dopływających ścieków bytowych można zwiększyć poprzez rozbudowę sieci kanalizacyjnej w sąsiedniej miejscowości i podłączenie do niej kolejnych gospodarstw domowych.

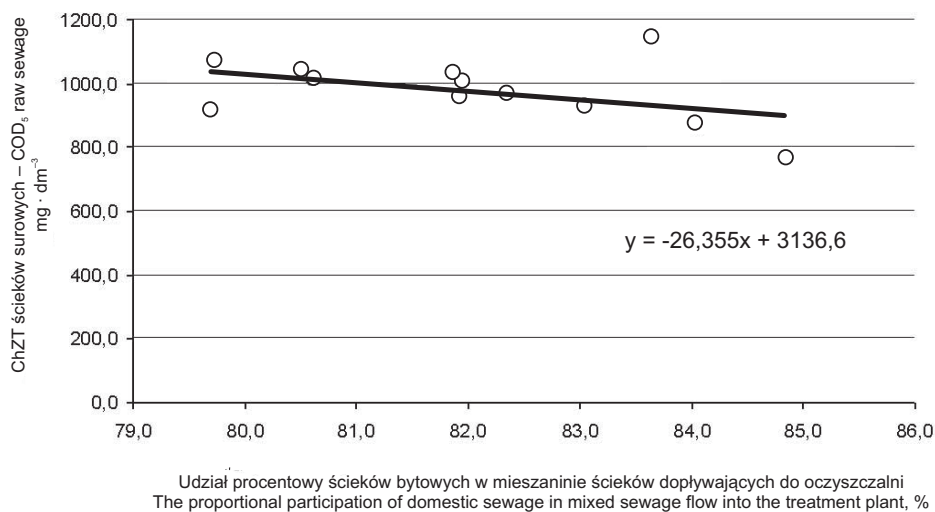
Na podstawie równań opisujących linie regresji przedstawione na rysunkach 1, 2 i 3 stwierdzono, o ile zmaleje stężenie danego wskaźnika w mieszaninie ścieków po zwiększeniu w nich udziału procentowego ścieków bytowych.

Przy obecnej proporcji ścieków pochodzących z trzech różnych źródeł średnia wartość ważona BZT_5 w ściekach wynosi $592,1 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. Na podstawie przedstawionego równania opisującego linię regresji w odniesieniu do BZT_5 stwierdzono, że zwiększenie



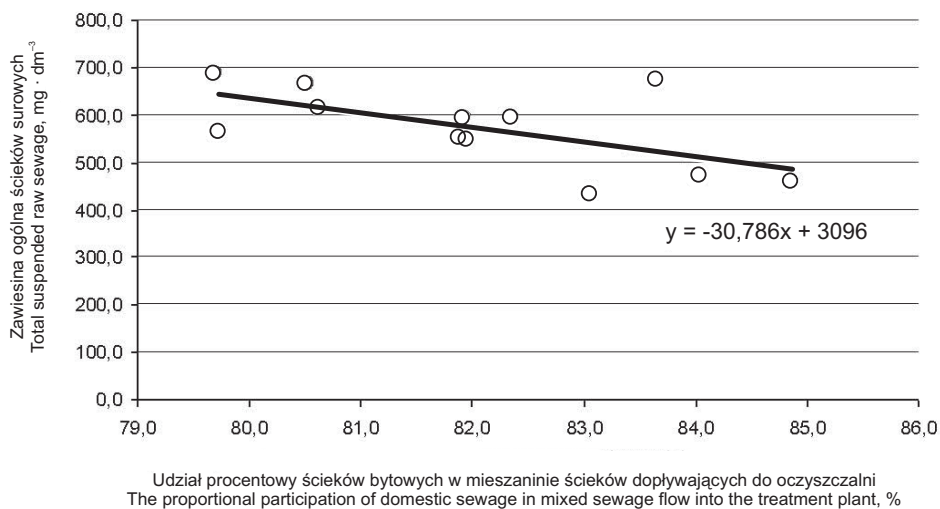
Rys. 1. Zależność wartości BZT_5 w mieszaninie ścieków od ich udziału procentowego

Fig. 1. Relationship of BOD_5 in the mixed sewage by its percentage participation



Rys. 2. Zależność wartości ChZT w mieszaninie ścieków od ich udziału procentowego

Fig. 2. Relationship of COD in the mixed sewage by its percentage participation



Rys. 3. Zależność wartości zawiesiny ogólnej w mieszaninie ścieków od ich udziału procentowego

Fig. 3. Relationship of total suspension in the mixed sewage by its percentage participation

o 1% udziału ścieków bytowych w mieszaninie ścieków spowoduje zmniejszenie stężenia tego wskaźnika o 23,9 mg O₂ · dm⁻³. Aby obniżyć jego wartość do poziomu 300,0 mg O₂ · dm⁻³, należy zwiększyć udział ścieków bytowych z obecnych 82% do około 94%.

W odniesieniu do kolejnego wskaźnika – ChZT wykonano podobną symulację obliczeń. Stwierdzono, że zwiększenie o 1% udziału ścieków bytowych w ogólnej mieszaninie

ścieków dopływających do oczyszczalni będzie skutkowało obniżeniem stężenia wartości ChZT o 26,35 mg O₂ · dm⁻³. Obecnie średnia ważona wartość ChZT w mieszaninie ścieków wynosi 974,8 mg O₂ · dm⁻³. Aby stężenie analizowanego wskaźnika było zgodne z założeniami projektowymi, należy zwiększyć udział ścieków bytowych o 14%, czyli do poziomu 96%. W takim przypadku wartości omawianego wskaźnika będą oscylować w granicach 600 mg O₂ · dm⁻³.

Średnia ważona wartość zawiesiny ogólnej wynosi 570,7 mg · dm⁻³. Jest to wartość wyższa o ponad 42% od zakładanej w projekcie. Na podstawie równania opisującego linię regresji stwierdzono, że zwiększając udział ścieków bytowych w mieszaninie ścieków o 1%, spowoduje się zmniejszenie wartości zawiesiny ogólnej o 30,78 mg · dm⁻³. Tym samym po zwiększeniu udziału ścieków bytowych o 6%, do poziomu 88%, zmniejszy się stężenie tego parametru poniżej 400,0 mg · dm⁻³.

Podsumowując analizę wyników, należy stwierdzić, że w pierwszej kolejności powinno się rozbudować sieć kanalizacyjną, aby zwiększyć ilość dopływających ścieków bytowych z aktualnego poziomu 23,2 m³ · d⁻¹ do poziomu zakładanej przepustowości oczyszczalni, czyli 50 m³ · d⁻¹.

Ponadto w zakładach przemysłowych należy udoskonalić (zmodernizować) system podczyszczania ścieków poprodukcyjnych, tak aby możliwe stało się zredukowanie stężenia zanieczyszczeń w miejscu ich powstania do pożądanego poziomu, zanim trafią one do oczyszczalni. Działania te pozwolą zmniejszyć stężenia zanieczyszczeń w ściekach, dzięki czemu możliwe będzie zwiększenie produkcji w obu zakładach.

WNIOSKI

Analiza wyników badań dotyczących stężeń BZT₅, ChZT i zawiesiny ogólnej w ściekach dopływających do gminnej oczyszczalni typu Bioblok PS-50 w Gruszowie pozwala na sformułowanie następujących wniosków.

1. Na bardzo wysokie, znacznie przekraczające wartości dopuszczalne, stężenia badanych wskaźników w ściekach surowych dopływających do oczyszczalni mają wpływ ścieki poprodukcyjne odprowadzane z masarni oraz ubojni trzody chlewnej.
2. Aby zmniejszyć stężenia badanych wskaźników w mieszaninie ścieków surowych trafiających do oczyszczalni, należy zwiększyć dopływ ścieków bytowych poprzez rozbudowę sieci kanalizacyjnej i podłączenie do niej kolejnych mieszkańców.
3. Aktualnie udział procentowy ścieków bytowych w mieszaninie ścieków wynosi 82%. W celu zmniejszenia stężeń badanych wskaźników w mieszaninie ścieków do wartości zalecanych w projekcie należy zwiększyć udział ścieków bytowych do 96%.
4. Stężenia zanieczyszczeń w mieszaninie ścieków dopływających do oczyszczalni można również zmniejszyć, przeprowadzając modernizację systemów podczyszczania ścieków poprodukcyjnych w zakładach.

PIŚMIENNICTWO

- Bugański P., Bergel T., 2001. Małe oczyszczalnie ścieków jako element ochrony środowiska wiejskiego. Inż. Rol. 8(28), 199–211.
- Bugański P., Ślizowski R., 2004. Ocena działania małej oczyszczalni ścieków z osadem czynnym w świetle aktualnie obowiązujących przepisów. Inż. Rol. 2(57), 175–185.

- Bugajski P., Bergel T., 2007. Removing pollutions in a SBR sewage treatment plant as an alternative for typical activated sludge systems. *Pol. J. Environ. Studies.* 16(2A), III, 447–449.
- Bugajski P., Bergel T., 2008. Wielkości wybranych stężeń zanieczyszczeń w ściekach bytowych odpływających z terenów wiejskich. *Gaz Woda Tech. Sanit.* 9, 28–29.
- Heidrich Z. i in., 2008. Sanitacja wsi. Wyd. „Seidel-Przywecki” Warszawa.
- Heidrich Z., Kozak T., 2009. Jednostkowe ładunki zanieczyszczeń charakteryzujące ścieki miejskie. *Gaz Woda Tech. Sanit.* 12, 20–22.
- Kaczor G., 2009. Stężenia zanieczyszczeń odprowadzanych z wiejskich systemów kanalizacyjnych województwa małopolskiego. *Inf. Ekol. Ter. Wiejs.* 9, 97–104.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 maja 1999 r. w sprawie warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych stanowiących mienie komunalne. *Dz. U. Nr 50, poz. 501.*

INFLUENCE OF POLLUTANTS DISPOSED FROM THE BUTCHERY OF PIGS AND CUTTING PLANT ON THE QUALITY OF SEWAGE FLOWING INTO THE TREATMENT PLANT

Abstract. The paper presents analysis of influence of amount of pollutants, described as BOD₅, COD and total suspended solids, in the sewage from the cutting plant, butchery of pigs and from the tenants on their concentration in the sewage which flow into the treatment plant Bioblok PS-50 in Gruszow. Average concentrations of pollutants in the sewage mixture were calculated on the basis of the weighted mean. The disturbances of the treatment plant operation were found to be caused by too high concentrations of the above mentioned pollution indexes. On the basis of the calculated weighted mean the average amount of BOD₅ index was 592,1 mgO₂ · dm⁻³, COD – 974,8 mgO₂ · dm⁻³, whereas the total suspended solids 570,7 mg · dm⁻³. In order to decrease the concentration of pollutants in the raw sewage which flow into the treatment plant, should be enlarge the proportional participation of domestic sewage with 82% to 96%. Moreover the existing industrial sewage pretreatment system needs to be modernized or a new one needs to be installed in the exact place of the sewage origin.

Key words: industrial sewage, domestic sewage, concentration of pollutants.

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 16.02.2011