

*Piotr Bugajski*

## **EFEKTY PRACY PODCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW POUBOJOWYCH Z UBOJNI TRZODY CHLEWNEJ**

### ***OPERATION EFFECTS OF EFFLUENT POST-SLAUGHTER SEWAGE FROM BUTCHERY OF PIGS PRETREATMENT PLANT***

#### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono wyniki badań oraz ich dyskusję dotyczącą pracy podczyszczalni ścieków pochodzących z ubojni trzody chlewnej w miejscowości Gruszów w gminie Pałecznica. Dodatkowo omówiono konstrukcję wspomnianej podczyszczalni, której autorami pomysłu oraz projektu są dr inż. Marian Długosz oraz dr inż. Piotr Bugajski. Celem badań było rozwiązanie trzech problemów związanych z uregulowaniem dużej nierównomierności odpływających ścieków, zredukować wielkość zanieczyszczeń zawartych w ściekach oraz zapobiec ich zagniwaniu. Zakresem badań objęto regulację odpływu ścieków rozłożonym równomiernie w czasie, analizę fizykochemiczną (BZT5 i ChZT) ścieków przed i po podczyszczalni oraz pomiar ilości tlenu w ściekach odpływających. Pierwszym na drodze technologicznej obiektem jest studnia z koszem skratkowym, w którym zatrzymywane są zanieczyszczenia większe od 5,0 mm. Następnie ścieki dopływają do osadnika w którym łatwoopadalne zanieczyszczenia sedimentują na dno, po czym ścieki przepływają do komory napowietrzanej. W komorze tej następuje proces napowietrzania (natleniania) ścieków. Natlenione ścieki dopływają do separatora tłuszczu, a następnie do studzienki, w której następuje rozdział ścieków. Część z nich trafia do kanalizacji bytowej, a następnie do oczyszczalni ścieków Bioblok PS-50, a część ścieków jest zwracana (recyrkulowana) do osadnika. Na podstawie analizy wyników badań i obserwacji stwierdzono, iż podczyszczalnia ścieków poubojowych pochodzących z ubojni trzody chlewnej spełnia postawione jej zadania. Uzyskano mianowicie regularny odpływ ścieków rozłożony w dłuższym okresie. Nieregularne dopływy ścieków były jedną z głównych przyczyn zakłóceń pracy zbiorczej oczyszczalni Bioblok PS-50. Drugim głównym problemem jaki rozwiązano to zmniejszenie ilości dopływających zanieczyszczeń wyrażanych wskaźnikami BZT5 i ChZT. W wyniku procesów podczyszczania ścieków uzyskano redukcję zanieczyszczeń o około 36% dla BZT5 i 37% dla ChZT. Pozwoliło to otrzymać wartości tych dwóch wskaźników na poziomie wyznaczo-

nym w pozwoleniu wydanym przez Urząd Gminy w Pałecznicy, który jest właścicielem oczyszczalni ścieków Bioblok PS-50 w Gruszowie. Poprzez system napowietrzania oraz częściowej recyrkulacji ścieków spowodowano, iż ścieki odpływały „świeże” tzn. niezagnię. W ściekach odpływających do kanalizacji zbiorowej ilość tlenu oscylowała w granicach  $2,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Z pomniejszych, ale również istotnych czynników wpływających na poprawę warunków oczyszczania ścieków w zbiorczej oczyszczalni to zmniejszenie ilości tłuszczu odpływającego z ubojni zwierząt.

**Słowa kluczowe:** Oczyszczanie ścieków, podczyszczalnia ścieków poubojowych

### **Summary**

*The article presents results of analysis and their discussion concerning operation of sewage from butchery of pigs pretreatment plant in Gruszów in Pałecznicza commune. Additionally, construction of the mentioned pretreatment plant was discussed, for authors of its idea and project are Ph.D. eng. Marian Długosz and Ph.D. eng. Piotr Bugajski. The aim was to solve three problems: to regulate high disproportion of outflowing sewage, to reduce amount of pollutants contained in sewage and to prevent them from rotting. The research included regulation of sewage outflow put evenly in time, physicochemical analysis (BOD5 and COD) of sewage before and after pretreatment plant and measurements of oxygen amount in outflowing sewage. The first object on the technological way is well with the sieve for solid parts, in which pollutants bigger than 5,0 mm are stopped. Next, sewage flows into the settling tank, in which inflammable pollutants sediment to the bottom, and afterwards sewage flows to the aeration chamber. In this chamber, process of sewage aeration (oxygenation) occurs. Oxygenated sewage flow into the grease trap, and next into the well, in which sewage separation occurs. Part of them goes into the living sewerage system, and next to the Bioblok PS-50 sewage treatment plant, and part of them is turned back (recirculated) into the settling tank. On the basis of the analysis of research and observation results it has been ascertained that the post-slaughter sewage from butchery of pigs pretreatment plant fulfills its tasks. Namely, regular sewage outflow put evenly in longer period of time was obtained. Irregular inflow of sewage was one of the main reasons for disruption of collective Bioblok PS-50 treatment plant's operation. Second main problem which was solved, was reduction of amount of inflowing pollutants, showed by indexes: BOD5 and COD. As a result of sewage pretreatment processes, pollutants reduction about 36% for BOD5 and 37% for COD was obtained. It let obtain values of these two indexes on the level allotted in Ordinance given by Borough Office in Pałecznicza, which is an owner of Bioblok PS-50 sewage treatment plant in Gruszów. The aeration system and partly recirculation of sewage caused, that it was outflowing "fresh", not rotten. In sewage outflowing to the collective sewerage system, amount of oxygen oscillated around  $2,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Minor, but also important factors, influencing conditions' improvement of sewage treatment in collective treatment plant, are reducing amount of grease outflowing from animals' butchery.*

**Key words:** Sewage treatment, effluent post-slaughter sewage pretreatment plant

## WSTĘP

Na terenach wiejskich oprócz ścieków bytowych, coraz więcej powstaje ścieków przemysłowych. Małe i średnie zakłady przemysłowe, tj. masarnie, ubojnie zwierząt, zakłady przetwórstwa owocowo-warzywnego wytwarzają ścieki o całkowicie innym składzie zanieczyszczeń niż ścieki bytowe. Wprowadzenie tych ścieków do kanalizacji ścieków bytowych, a następnie do oczyszczalni ścieków powoduje często zakłócenia pracy tych obiektów. Spowodowane to jest, tak jak już wspomniano, zdecydowanie innym (większym) ładunkiem zanieczyszczeń, ale też dużą nierównomiernością ilości dopływających ścieków przemysłowych. Często w zakładach takich produkcja nie jest ciągła. Przerwy sobotnio-niedzielne lub wyłączanie w inne dni tygodnia produkcji powodują, iż są dni o dużym dopływie ścieków, ale są też dni o dopływie znikomym lub żadnym.

Biologiczne oczyszczalnie ścieków, szczególnie te bazujące na technologii osadu czynnego są bardzo wrażliwe na zmienną ilość dopływających ścieków oraz na zmienną ilość ładunków zanieczyszczeń w nich zawartych. Duża nieregularność zarówno ilości dopływających ścieków, jak i ładunków może wpływać na pogorszenie pracy oczyszczalni. W typowych ściekach bytowych wytwarzanych przez człowieka wartości wymienionych wskaźników są na poziomie  $BZT_5 - 300 \div 400 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ ,  $ChZT - 600 \div 800 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ , azot –  $60 \div 80 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$ , fosfor –  $20 \div 30 \text{ mgP}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$  [Błażejewski 2003]. Natomiast wartości tych wskaźników w ściekach przemysłowych są dużo wyższe i wahają się na poziomie dla  $BZT_5 - 3000 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ ,  $ChZT - 4000 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ , azot –  $500 \text{ mgN}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$  i fosfor –  $70 \text{ mgP}_{\text{og}} \cdot \text{dm}^{-3}$  [Soroko 2003]. Aby nie wprowadzać bezpośrednio do kanalizacji sanitarnej ścieków o tak dużym stężeniu zanieczyszczeń zostało wydane Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 maja 1999 r., które daje możliwość właścicielowi oczyszczalni, którym najczęściej jest gmina możliwość ustalenia maksymalnych wartości wskaźników zanieczyszczeń odprowadzanych w ściekach z zakładów przemysłowych. Według wspomnianego Rozporządzenia „Właściciel komunalnych urządzeń kanalizacyjnych określa dostawcy ścieków zakres wskaźników na podstawie aktualnego obciążenia oczyszczalni biologicznej” [Dz.U. z dnia 2 czerwca 1999 r.]. Wymusza to na właścicielach zakładów produkcyjnych montaż urządzeń do wstępnego oczyszczania (podczyszczania) ścieków. Podczyszczalnia ścieków przemysłowych powinna być tak zaprojektowana, wykonana i eksploatowana, aby spełniać wytyczne opisane w operacie wodno-prawnym wydanym przez organ nadzorujący sieć kanalizacyjną wraz ze zbiorczą oczyszczalnią ścieków komunalnych.

## CEL ORAZ ZAKRES PRACY

Celem badań i pomiarów było zoptymalizowanie warunków pracy podczyszczalni ścieków poubojowych dla ubojni trzody chlewnej w miejscowości Gruszów w gminie Pałecznicza w województwie małopolskim.

Prowadzone badania w latach 2003–2006 nad procesami zachodzącymi w zbiorczej biologicznej oczyszczalni ścieków bytowych Bioblok PS-50 wykazały, iż duży wpływ na pogarszające się okresowo wyniki oczyszczania mają wpływ ścieki pochodzące z ubojni trzody chlewnej. Ścieki z ubojni dopływają w bardzo nierównomiernie w poszczególnych dniach tygodnia, mają bardzo duże ładunki zanieczyszczeń oraz są zagniłe. Aby temu zapobiec postanowiono wybudować podczyszczalnię ścieków w ubojni trzody chlewnej.

Zadaniem podczyszczalni było:

- uregulować dużą nierównomierność odpływających ścieków,
- zapobiec zagniwaniu ścieków,
- uzyskać wielkość zanieczyszczeń zgodnych z pozwoleniem wodno-prawnym.

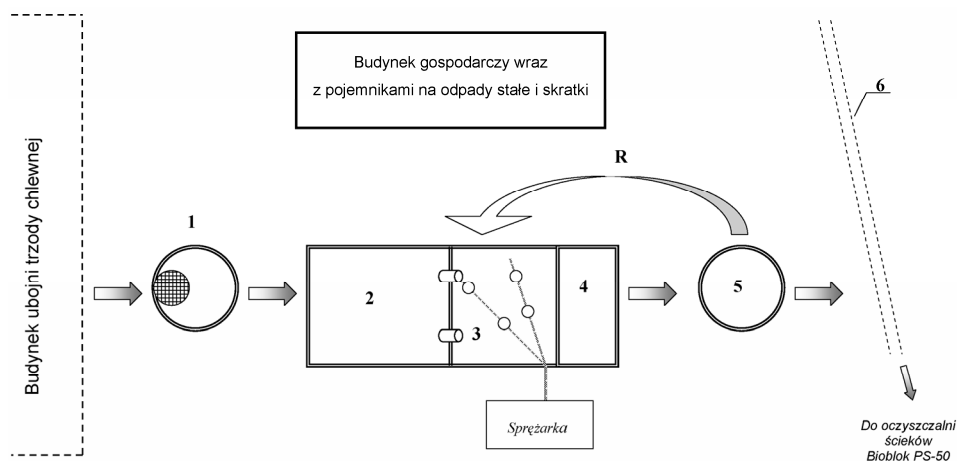
Zakresem badań objęto regulację odpływu ścieków, pomiar ilości tlenu w ściekach oczyszczonych, co określa stopień ich zagnicia oraz analizę fizykochemiczną ścieków z podczyszczalni.

#### **OPIS OBIEKTU BADAŃ ORAZ TECHNOLOGII PODCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW**

Przed wybudowaniem podczyszczalni ścieki z ubojni trzody chlewnej dostarczane były do dołu gnilnego, a następnie odpływały do zbiorczej kanalizacji ścieków bytowych skąd dopływały do oczyszczalni ścieków Bioblok PS-50 zlokalizowanej w miejscowości Gruszów. Proces uboju zwierząt odbywa się w nieregularnych odstępach czasu, to znaczy 3 lub 4 razy w tygodniu, od poniedziałku do piątku. W związku z tak dużą nieregularnością uboju zwierząt również ścieki odpływają z dużą nieregularnością. W trakcie wykonywanych badań ilość dopływających ścieków bytowych do zbiorczej oczyszczalni wyniosła średnio  $20 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ . W dni, w które trwał proces uboju zwierząt ilość wytwarzanych ścieków poubojowych wahała się od  $2 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$  do  $9 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ , a w skrajnym przypadku nawet  $16 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ . Ilość ścieków pochodzących z ubojni stanowiła od 10% do 50% w stosunku do ścieków bytowych dopływających do oczyszczalni. Oprócz dużej nieregularności dopływu ścieków poubojowych problemem było duże stężenie zanieczyszczeń oraz zagniwanie ścieków w dole gnilnym.

Aby zapobiec zakłóceniom procesom oczyszczania ścieków w zbiorczej oczyszczalni ścieków Bioblok PS-50 związanych z nieregularnymi dopływami ścieków oraz zbyt dużym ładunkiem zanieczyszczeń zaprojektowano i wykonano podczyszczalnię ścieków poubojowych [Długosz, Bugajski 2004]. Schemat układu technologicznego podczyszczalni ścieków przedstawiono na rysunku 1.

Celem postawionym do rozwiązania to: uregulowanie dużej nierównomierności odpływających ścieków, zredukowanie wielkości zanieczyszczeń zawartych w ściekach oraz utrzymanie ścieki w świeżości (zapobiec zagniwaniu).



**Rysunek 1.** Schemat układu technologicznego podczyszczalni ścieków w ubojni trzody chlewnej: 1 – studzienka z koszem skratkowym, 2 – komora sedymentacyjna (beztlenowa), 3 – komora natleniona, 4 – separator tłuszczu, 5 – studzienka rozdzielcza odpływu ścieków podczyszczonych, 6 – kolektor główny ścieków bytowych, R – recyrkulacja ścieków

**Figure 1.** Scheme of technological system of sewage pretreatment plant in pigs' butchery

W tym celu na kolektorze odprowadzającym ścieki z budynku produkcyjnego w studzience kanalizacyjnej umieszczono kratę koszową. Zadaniem kraty koszowej jest wyłapywanie większych zanieczyszczeń stałych płynących w ściekach. Prześwit otworów w kratce wynosi  $\varnothing 5$  mm. Opróżnianie kraty po jej wypełnieniu skratkami odbywa się ręcznie. Następnie ścieki przepływają do zmodernizowanego dołu gnilnego, którego pojemność czynna wynosi  $35 \text{ m}^3$ . Modernizacja szamba polegała na tym, iż wydzielono w nim dwie komory. Pierwsza z nich służy jako osadnik zawieszin zawartych w ściekach, natomiast druga jest komorą natlenioną. Umieszczono w niej 20 cm nad dnem dyfuzory napowietrzające (natleniające), tak aby ścieki przebywające w niej miały stały dostęp do tlenu. Podział objętościowy osadnika wynosi:  $21 \text{ m}^3$  dla komory beztlenowej i  $14 \text{ m}^3$  dla komory tlenowej. Z komory napowietrzającej ścieki dopływają do separatora tłuszczu. Tłuszcz, który zbiera się na powierzchni ścieków w separatorze zbierany jest ręcznie do specjalnie zaprojektowanej rynny. Następnie ścieki dopływają do przepompowni ścieków. Istotnym jest, aby w trakcie procesu uboju zwierząt ścieki nie dopływały do oczyszczalni Bioblok PS-50 w sposób ciągły, tylko były dawkowane w dłuższym okresie. W tym celu w studzience kanalizacyjnej  $\varnothing 160$  cm umieszczono pompę, której zadaniem jest okresowe przepompowywanie ścieków po czyszczonych odpowiednimi dawka-

mi w dłuższym okresie. W studziencie pompowej wykonano dodatkowo połączenie przewodu odprowadzającego ścieki z osadnikiem wstępnym, tak aby część ścieków mogła być recykulowana ponownie do komory beztlenowej. Regulowanie wielkością odpływu ścieków w stosunku do ilości recykulowanej następuje poprzez otwarcie zaworów zarówno na przewodzie odpływowym, jak i na przewodzie do komory beztlenowej. Przy podczyszczalni wykonano dodatkowo budynek gospodarczy w którym znajduje się sprężarka z programatorem czasowym służąca do dostarczania powietrza do dyfuzorów znajdujących się w komorze natlenionej.

### WYNIKI ORAZ ANALIZA BADAŃ

Aby rozwiązać pierwszy problem związany z uregulowaniem ilości odpływających ścieków w studni z pompą ustawiono zawór na odpływie ścieków oraz zawór na przewodzie recykulacyjnym, tak aby 50% ścieków odpływało do oczyszczalni ścieków Bioblok PS-50, a 50% było recykulowanych do osadnika wstępnego (komory beztlenowej). Przy czym ustalono, iż w dni, w które prowadzony jest ubój zwierząt czas pracy zakładu wynosi około 16 godzin. W tym czasie ilość wyprodukowanych ścieków wynosi około  $7,5 \text{ m}^3$ . Tak podzielony odpływ spowodował, iż do oczyszczalni Bioblok PS-50 odpływało mniej ścieków w trakcie uboju i dodatkowo dopływ ścieków natlenionych do osadnika wstępnego zapobiegał ich szybkiemu zagniwaniu. Zaproponowano także, że w dni w które nie prowadzi się uboju (sobota, niedziela) następuje sukcesywne wypompowanie całości ścieków z osadnika oraz z komory napowietrzanej, tak aby nie dopuścić do zagniwania ścieków przetrzymywanych w dłuższym okresie.

Kolejnym celem było określenie wielkości zanieczyszczeń w ściekach odpływających z ubojni trzody chlewnej. W tym celu w okresie badań pobrano wiele próbek ścieków surowych i podczyszczonych do analizy fizykochemicznej dla określenia wielkości redukcji dwóch wybranych wskaźników zanieczyszczeń BZT<sub>5</sub> i ChZT. Średnia wartość BZT<sub>5</sub> w ściekach surowych pochodzących z procesu uboju trzody chlewnej wynosi  $1480 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ , natomiast średnia wartość tego wskaźnika w ściekach podczyszczonych wyniosła  $950 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Średnia redukcja omawianego wskaźnika w trakcie procesu podczyszczania wyniosła blisko 36%. Redukcja BZT<sub>5</sub> na tym poziomie pozwoliła na otrzymanie wartości poniżej  $1000 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$  i jest to maksymalna wielkość na jaką Zakład Uboju Trzody Chlewnej otrzymał pozwolenie z Urzędu gminy w Pałecznicy, który jest właścicielem oczyszczalni ścieków w Gruszowie. Wartości drugiego omawianego wskaźnika ChZT w ściekach surowych oscylowały w granicach  $1800 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ , natomiast w ściekach podczyszczonych średnio wyniosły  $1140 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Redukcja ChZT w procesie oczyszczania w trakcie pomiarów wyniosła około 37%. Maksymalna wartość ChZT jaką można odprowadzać do

kanalizacji ścieków bytowych według wydanego pozwolenia wynosi  $1400 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Redukcja dwóch wskaźników tlenowych na wspomnianym poziomie pozwoliła spełnić wymagania jakie określono w operacie wodnoprawnym wydanym przez Urząd Gminy w Pałecznicy.

Ostatni z problemów związany z zagniwaniem ścieków poubojowych rozwiązano w ten sposób, że ścieki w wydzielonej komorze napowietrzano poprzez system dyfuzorów talerzowych. Pomiaru ilości tlenu dokonywano za pomocą tlenomierza terenowego CX – 315. Napowietrzanie odbywało się na przemian z czasowym wyłączeniem sprężarki. Czas napowietrzania ustalono na 30 minut, po czym następowała przerwa również na 30 minut. W wyniku napowietrzania, z tak ustawionym czasem pracy sprężarki, uzyskano następujące wyniki pomiarów. Średnie wartości tlenu w ściekach oscylowały w granicach  $2,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ , natomiast wartości minimalne i maksymalne jakie odczytano to odpowiednio  $0,95 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$  i  $2,5 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ .

#### **PODSUMOWANIE**

Na podstawie analizy wyników badań i obserwacji można stwierdzić, iż podczyszczalnia ścieków poubojowych pochodzących z ubojni trzody chlewnej spełnia postawione jej wymagania. Poprzez zainstalowanie pompy i wprowadzenie recyrkulacji ścieków uzyskano regularny odpływ ścieków w poszczególnych dniach tygodnia. Nieregularne dopływy ścieków były jedną z głównych przyczyn zakłóceń pracy zbiorczej oczyszczalni Bioblok PS-50. Drugim głównym problemem, jaki rozwiązano, to zmniejszenie ilości dopływających zanieczyszczeń wyrażanych wskaźnikami BZT<sub>5</sub> i ChZT. W wyniku procesów podczyszczania ścieków uzyskano redukcję zanieczyszczeń około 36% dla BZT<sub>5</sub> i 37% dla ChZT. Pozwoliło to otrzymać wartości tych dwóch wskaźników na poziomie wyznaczonym w pozwoleniu wydanym przez Urząd Gminy w Pałecznicy, który jest właścicielem oczyszczalni ścieków Bioblok PS-50 w Gruszowie. Poprzez zastosowanie systemu napowietrzania oraz częściowej recyrkulacji ścieków spowodowano, iż ścieki odpływały „świeże”, tzn. nie zagniły. W ściekach odpływających do kanalizacji ilość tlenu oscylowała w granicach  $2,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Z dodatkowych, również istotnych czynników wpływających na poprawę warunków oczyszczania ścieków, w zbiorczej oczyszczalni Bioblok PS-50, to zmniejszenie ilości tłuszczu odprowadzanego z ubojni zwierząt (określonego jako ekstrakt eterowy).

## BIBLIOGRAFIA

- Błażejowski R. *Kanalizacja wsi*. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Wielkopolski. Poznań 2003.
- Długosz M., Bugajski P. *Projekt podczyszczalni ścieków dla ubojni trzody chlewnej w miejscowości Gruszów*. Kraków 2004.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 maja 1999r. w sprawie warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych stanowiących minie komunalne*. [Dz. U. nr 50, poz. 501]
- Soroko M. *Skuteczność oczyszczalni hydrofitowych w oczyszczaniu ścieków z małych ubojni*. Inżynieria Rolnicza 3(45). Warszawa 2003, s. 341–348.

Dr inż. Piotr Bugajski  
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej,  
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji  
Akademia Rolnicza w Krakowie,  
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, tel. (012) 632-57-88  
pbugajsk@ar.krakow.pl

Recenzent: *Prof. dr hab Stanisław Węglarczyk*