

Wojciech DĄBROWSKI¹, Dariusz BORUSZKO¹, Marek KAJUREK²

¹ Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska

ul. Wiejska 45B, 15-351 Białystok

e-mail: dabrow@pb.edu.pl, d.boruszko@pb.edu.pl

² S.M. Mlekovița

ul. Ludowa 122, 18-200 Wysokie Mazowieckie

Bilans ścieków, osadów i odcieków w zmodernizowanej oczyszczalni ścieków mleczarskich S.M. Mlekovița

W artykule przedstawiono problemy związane z modernizacją jednej z największych oczyszczalni ścieków mleczarskich w Polsce. Oczyszczalnia ścieków mleczarskich firmy S.M. Mlekovița w Wysokiem Mazowieckiem została poddana modernizacji, którą zakończono w 2013 roku. Projekt zakładał Równoważną Liczbę Mieszkańców (RLM) na poziomie 350 000 przy przepływie 7500 m³/d. W procesie oczyszczania ścieków stosuje się flotację ciśnieniową. Oczyszczanie biologiczne zachodzi w komorze defosfatacji oraz w dwóch komorach osadu czynnego z zastosowaniem symultanicznej nityfikacji i denityfikacji. Stosowane jest także chemiczne usuwanie fosforu. Osad nadmierny, poflotacyjny oraz serwatka są stabilizowane beztlenowo. W pracy przedstawiono badania przeprowadzone w maju 2014 roku, w których określono parametry ścieków dopływających do oczyszczalni oraz odcieków pochodzących z beztlenowej przeróbki osadu nadmiernego, poflotacyjnego oraz serwatki. Stwierdzono bardzo duże obciążenie oczyszczalni ładunkiem zanieczyszczeń zawartym w odciekach z przeróbki osadów, które odprowadzane są do części biologicznej oczyszczalni. Projekt modernizacji nie uwzględnił konieczności ich wydzielonego oczyszczania poza głównym ciągiem biologicznym. Według badań własnych średnia wartość BZT₅ w ściekach mleczarskich wynosiła 2738,0 mg O₂/dm³, w przypadku odcieków było to 185,0 mg O₂/dm³. Odwrotną tendencję zaobserwowano w przypadku azotu amonowego. Jego stężenie w ściekach mleczarskich wynosiło średnio 4,0 mg N-NH₄⁺/dm³, natomiast w odciekach 340,0 mg N-NH₄⁺/dm³. Uwzględniając ilość ścieków dopływających z mleczarni i miasta oraz ilość odcieków, stwierdzono, że ładunek azotu amonowego zawarty w odciekach jest ponad 3-krotnie wyższy od ładunku zawartego w ściekach mleczarskich i komunalnych. Otrzymane rezultaty potwierdziły celowość badań nad możliwością zastosowania metody hydrofitowej do wydzielonego oczyszczania odcieków w oczyszczalni w Wysokiem Mazowieckiem.

Słowa kluczowe: ścieki mleczarskie, stabilizacja beztlenowa, odcieki

Wprowadzenie

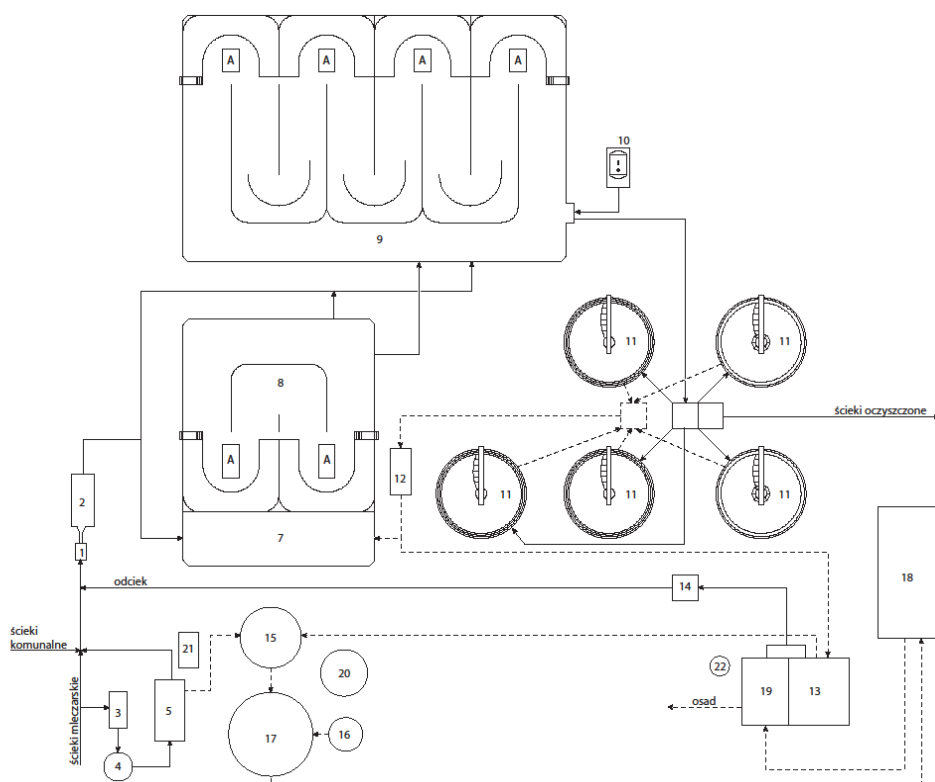
Rozwój zakładów rolno-spożywczych powoduje konieczność modernizacji systemów oczyszczania ścieków i przeróbki osadów. Największe zakłady przetwórstwa mleczarskiego w województwie podlaskim są zlokalizowane w małych miejscowościach i korzystają z indywidualnych systemów oczyszczania ścieków. Większość z nich była pierwotnie projektowana w latach 70. i 80. ubiegłego wieku, dlatego też musiały w ostatnich latach zostać zmodernizowane. Oprócz wzrostu produkcji, obserwowanego w szczególności po akcesji Polski do Unii Europejskiej,

istotnym czynnikiem wpływającym na konieczność modernizacji oczyszczalni zakładowych było zaostrzenie wymagań odnośnie do jakości ścieków oczyszczonych. We współcześnie eksploatowanych oczyszczalniach ścieków mleczarskich zarówno w kraju, jak i zagranicą powszechnie jest stosowany proces flotacji ciśnieniowej, który umożliwia znaczne zmniejszenie ładunku zanieczyszczeń w ściekach trafiających do komór osadu czynnego [1-3]. W ciągu oczyszczania biologicznego są stosowane zarówno rowy cyrkulacyjne, wielofazowe reaktory do zintegrowanego usuwania substancji organicznej i biogenów, jak i reaktory SBR. Stosunkowo nową technologią w Polsce jest zastosowanie reaktorów beztlenowych do wstępnego oczyszczania ścieków mleczarskich. Do 2013 roku wszystkie oczyszczalnie ścieków mleczarskich w województwie podlaskim wykorzystywały tlenową metodę stabilizacji osadów ściekowych. W większości obiektów stabilizację osadów prowadzono symultanicznie z procesem oczyszczania ścieków [4]. Warunkiem stosowania beztlenowej stabilizacji osadów jest odpowiednia wielkość oczyszczalni, a co za tym idzie - ilość osadów ściekowych [5]. W przypadku oczyszczalni mleczarskich zastosowanie stabilizacji beztlenowej jest uzasadnione. Według Boruszki, ilość osadów wynosi około 0,9 kg s.m. na 1 kg BZT₅ ładunku w ściekach surowych odprowadzanych z podlaskich mleczarni [6]. W 2013 roku na terenie jednej z największych oczyszczalni ścieków mleczarskich w Polsce uruchomiono reaktor do beztlenowej stabilizacji osadu nadmiernego, flotacyjnego oraz serwatki. Przed modernizacją osad był stabilizowany w wydzielonych komorach z zastosowaniem aeratorów powierzchniowych. Badania przeprowadzone przez autorów w 2014 roku miały na celu określenie oddziaływania odcieków z przeróbki osadów ściekowych na proces biologicznego oczyszczania ścieków mleczarskich. Problem zwracania odcieków do głównego ciągu oczyszczania dotyczy największych oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych, stosujących zarówno tlenową, jak i beztlenową stabilizację osadów [7].

1. Charakterystyka bazy badawczej, metodyka badań

Bilans ścieków, osadów i odcieków został wykonany w oczyszczalni ścieków mleczarskich w Wysokiem Mazowieckiem w maju 2014 roku. Od zakończenia modernizacji obiektu minęło niemal dziesięć miesięcy, stąd można uznać, że rozruch został zakończony. W tabeli 1 przedstawiono podstawowe parametry pracy oczyszczalni według założeń projektowych i badań własnych. Średnia ilość dopływających ścieków wynosiła 6881 m³/d, w tym 1600 m³/d stanowiły ścieki komunalne z miasta, natomiast ilość odcieków - 1400 m³/d. Ocieki stanowiły wody z zagęszczarki osadu, prasy filtracyjnej i z osadników wtórnych, odprowadzane przez system zgarniaczy powierzchniowych wraz z zanieczyszczeniami. W porównaniu do systemu przed modernizacją ilość odcieków wzrosła niemal trzykrotnie [4]. Schemat urządzeniowy zmodernizowanej oczyszczalni ścieków mleczarskich w Wysokiem Mazowieckiem przedstawiono na rysunku 1, natomiast na rysunku 2 jest pokazany węzeł osadowy. Ścieki z zakładu mleczarskiego są oczyszczane wstępnie z zastosowaniem sito-piaskownika (3) oraz flotatora (5). Przed procesem flotacji znajduje się zbiornik uśredniający (4). Tak podczyszczane ścieki mleczar-

skie trafiają wraz ze ściekami komunalnymi i odciekami na kratę (1) i piaskownik poziomy (2). Biologiczne oczyszczanie ścieków odbywa się w dwóch cyrkulacyjnych komorach osadu czynnego (8, 9) poprzedzonych komorą defosfatacji (7). Oczyszczalnia jest wyposażona w instalację umożliwiającą chemiczne usuwanie fosforu (10). Oczyszczone ścieki trafiają do osadników radialnych (11), a następnie do odbiornika. Osad nadmierny po procesie zagęszczania (13) z zastosowaniem zagęszczarki taśmowej trafia do zbiornika (15), a następnie wraz z osadem flotacyjnym i serwatką (16) do reaktora beztlenowego (17). Wytworzony w procesie stabilizacji beztlenowej biogaz jest gromadzony w zbiorniku (20), a następnie przetwarzany na energię cieplną i elektryczną. Ostatnim procesem w ciągu osadowym jest jego odwadnianie za pomocą prasy taśmowej (19). Ze względu na swoje właściwości ustabilizowany osad jest stosowany do nawożenia gleb. Charakteryzuje się on niską zawartością metali ciężkich oraz brakiem zanieczyszczeń sanitarnych [4, 8]. Odcieki z przeróbki osadów trafiają do studni zbiorczej (14), skąd są kierowane na początek procesu oczyszczania. Duża ilość odcieków w stosunku do ilości ścieków wynika z tego, iż oprócz wody usuniętej z osadu w trakcie jego zagęszczania i odwadniania dużą ilość stanowi woda do płukania tych urządzeń. Ponadto, do studni zbiorczej odcieków trafiają wody z osadnika wtórnego odprowadzane przez zgarniacze powierzchniowe.



Rys. 1. Schemat urządzeniowy oczyszczalni S.M. Mlekovita według modernizacji z 2013 roku

Fig. 1. Facility diagram in Mlekovita WWTP after modernization in 2013



Rys. 2. Reaktor beztlenowy, zbiornik osadu, serwatki i biogazu

Fig. 2. Anaerobic reactor, sewage sludge, whey and biogas tanks

W ramach badań przeprowadzonych w maju 2014 roku, których wyniki są prezentowane w artykule, pobierano próbki ścieków surowych odprowadzanych z zakładu mleczarskiego i z miasta. Badania ścieków wykonano w laboratorium zakładowym S.M. Mlekovita w Wysokiem Mazowieckiem, natomiast badania próbek odcieków pobranych z komory zbiorczej wykonano w laboratorium Katedry Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska Politechniki Białostockiej. Próbkę do badań pobierano w odstępie dobowym, natomiast próbki odcieków raz na trzy dni. Zakres badań obejmował wykonanie następujących oznaczeń: BZT₅, ChZT, azot amonowy, azot całkowity, fosfor ogólny, odczyn. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Oznaczenia wykonano za pomocą standardowych metod obowiązujących w Polsce. Na podstawie uzyskanych wartości średnich obliczono ładunki zanieczyszczeń zawartych w ściekach i odciekach.

2. Wyniki badań

Porównując założenia projektowe i wyniki badań własnych przedstawione w tabeli 1, można stwierdzić, iż uruchomiona w 2013 roku zmodernizowana oczyszczalnia ścieków charakteryzuje się nieco niższą RLM w stosunku do założonej w projekcie. Ładunek zanieczyszczeń zawarty w ściekach mleczarskich ulega znacznym wahaniom w ciągu roku, co jest ściśle związane z wielkością przerobu mleka i asortymentu produkowanych wyrobów. W przedstawionym bilansie ścieków nie uwzględniono nieczystości ciekłych ze względu na nierównomierność ich dostarczania. W tabeli 2 przedstawiono podstawowe parametry ścieków mleczarskich i komunalnych doprowadzanych do oczyszczalni oraz parametry odcieków. Na rysunku 3 porównano wartości średnich BZT₅, ChZT, azotu i fosforu w ściekach mleczarskich, komunalnych i odciekach z przeróbki osadów. Na podstawie wielkości przepływu ścieków i odcieków (tab. 1) oraz parametrów przedstawionych w tabeli 2 można określić udział ładunku odcieków w odniesieniu do ładunku zanieczyszczeń zawartych w ściekach dopływających do oczyszczalni.

Tabela 1. Charakterystyka podstawowych parametrów oczyszczalni ścieków mleczarskich firmy S.M. Mlekovita według projektu modernizacji oraz według badań własnych

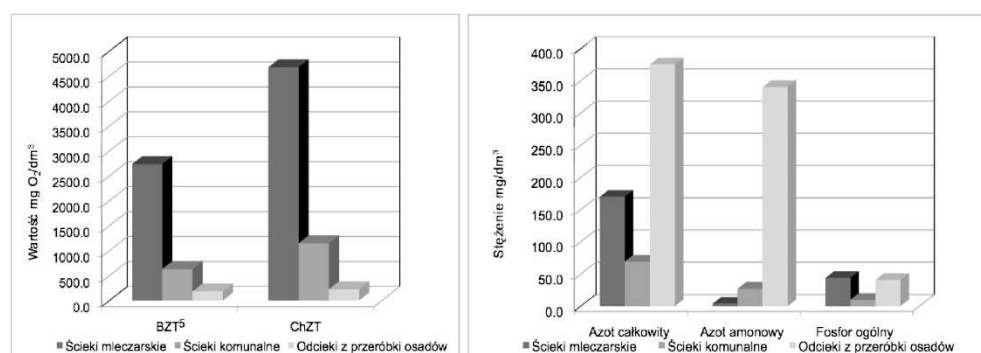
Table 1. Basic parameters of Mlekovita WWTP according to own research and modernization project

Okres badań	Ilość ścieków m ³ /d	RLM	Ilość osadów ton s.m./miesiąc	Ilość odcieków m ³ /d
Parametry do projektu modernizacji w 2013 roku	7500	350 000	223,0	–
Badania własne, maj 2014 rok	6881	250 888	220,0	1400

Tabela 2. Parametry charakterystyczne ścieków dopływających do oczyszczalni oraz odcieków z przeróbki osadów ściekowych

Table 2. Parameters of raw sewage and reject water from sewage sludge treatment

Parametry	BZT ₅ mg O ₂ /dm ³	ChZT mg O ₂ /dm ³	Azot całkowity mg N/dm ³	Azot amonowy mg N-NH ₄ ⁺ /dm ³	Fosfor ogólny mg P/dm ³
Ścieki mleczarskie					
Wartość minimalna	2360	3571	127	2,2	29,0
Wartość maksymalna	3350	5972	286	6,1	92,0
Wartość średnia	2738	4680	170	4,0	44,0
Ścieki komunalne					
Wartość minimalna	619	935	12	1,32	8,0
Wartość maksymalna	660	1270	102	55,5	14,0
Wartość średnia	632	1147	69	27,3	10,0
Odcieki z przeróbki osadów					
Wartość minimalna	127	140	360	315,0	38,0
Wartość maksymalna	234	290	510	480,0	54,0
Wartość średnia	185	224	375	340,0	41,0



Rys. 3. Porównanie parametrów ścieków mleczarskich, komunalnych i odcieków w oczyszczalni w Wysokiem Mazowieckiem

Fig. 3. Comparison of parameters in dairy sewage, municipal sewage and reject water in Wysokie Mazowieckie WWTP

Z analizy tabeli 2 widać, jak bardzo różnią się ścieki komunalne i mleczarskie. W przypadku ścieków mleczarskich wartość BZT_5 zmieniała się od 2360 do 2738 $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$, a w przypadku ścieków komunalnych od 619 do 660 $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$. Ekstremalne wartości tych parametrów w ściekach mleczarskich mogą być znacznie wyższe. Według danych eksploatatora z 2009 roku BZT_5 w okresie letnim sięgało wartości 6000 $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$, natomiast $ChZT$ 9500 $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$. Potwierdzają to także badania własne prowadzone w 2009 roku [9]. Z tego wynika, iż ładunek zanieczyszczeń organicznych zawartych w ściekach mleczarskich wielokrotnie przewyższa ładunek zanieczyszczeń zawarty w tej samej objętości ścieków komunalnych. Wartość BZT_5 w odciekach zmieniała się od 127,0 do 185,0 $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$, natomiast $ChZT$ od 140,0 do 224 $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$. Podstawowym problemem związanym z odciekami jest zaobserwowane wysokie stężenie azotu amonowego. Przy średnim stężeniu azotu amonowego na poziomie 340 $\text{mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3$ jego ładunek wynosił 476 kg/d , natomiast łączny ładunek azotu amonowego w ściekach mleczarskich i komunalnych dopływających do analizowanej oczyszczalni wynosił 144 kg/d . Według badań eksploatatora, który okresowo monitoruje skład odcieków pobranych bezpośrednio z komory reaktora beztlenowego, wartość $ChZT$ zmieniała się od 2160 do 2630 $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$, natomiast stężenie azotu amonowego od 825 do 1450 $\text{mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3$. Stężenia azotu amonowego w odciekach z beztlenowej stabilizacji osadu są znacznie wyższe niż obserwowane w trakcie stabilizacji tlenowej. Według badań własnych z lat 2009-2010 stężenie azotu amonowego w odciekach z tlenowej przeróbki osadów mleczarskich wynosiło od 15,6 do 50,0 $\text{mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3$ [4]. Podobnie było w przypadku odcieków powstających w małych oczyszczalniach komunalnych [10]. Według Gajewskiej i Obarskiej-Pempkowiak, stężenie azotu amonowego w odciekach z oczyszczalni „Gdańsk Wschód”, stabilizującej osady beztlenowo zmieniało się od 691,7 do 1329,6 $\text{mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3$ w 2009 roku i od 640,6 do 730,5 $\text{mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3$ w 2010 roku [11]. Skład odcieków powstających w oczyszczalniach komunalnych w Polsce badała Rzyzińska, która stwierdziła, iż udział ładunku azotu amonowego znajdującego się w odciekach w stosunku do ładunku zawartego w ściekach doprowadzanych do oczyszczalni komunalnych wynosił od 11,6 do 47% [12]. Styka i Beńko określili, iż w ściekach surowych zmieszanych z odciekami z beztlenowej stabilizacji osadów nastąpił wzrost stężenia azotu amonowego z 13,0 do 21,8%, natomiast $ChZT$ z 5,6 do 15,2% [13]. W 2012 roku w Katedrze Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska Politechniki Białostockiej przeprowadzono badania dotyczące składu odcieków z beztlenowej stabilizacji osadu nadmiernego i poflotacyjnych z zastosowaniem układu laboratoryjnego i parametrów przyjętych do modernizacji oczyszczalni w Wysokim Mazowieckiem. Stężenie azotu amonowego zmieniało się od 465,0 do 574,0 $\text{mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3$, natomiast wartość BZT_5 zmieniała się od 310,0 do 660,0 $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$. Uzyskane wartości wskaźników zanieczyszczeń były wyższe od prezentowanych w tabeli 2, co wynikało z tego, że w układzie laboratoryjnym zastosowano odcieki, które nie były rozcieńczone wodą stosowaną do płukania zagęszczarki i prasy osadowej [14]. W 2013 roku zbudowano układ badawczy do

oczyszczania odcieków z beztlenowej stabilizacji osadów w oczyszczalni ścieków mleczarskich składający się ze złoża hydrofitowego o przepływie pionowym i poziomym. Układ powstał na bazie doświadczeń własnych dotyczących oczyszczania odcieków z tlenowej stabilizacji osadów i badań prowadzonych w Politechnice Gdańskiej, dotyczących zastosowania złoża hydrofitowych do oczyszczania odcieków z beztlenowej stabilizacji osadów w oczyszczalni komunalnej i odcieków ze składowiska odpadów [4, 15]. Wstępne rezultaty badań potwierdzają możliwość znacznego obniżenia ładunku zanieczyszczeń zawartych w odciekach z beztlenowej stabilizacji osadów mleczarskich, flotacyjnych i serwatki.

Wnioski

1. Wykonane badania ścieków i odcieków wykazały duży udział ładunku zanieczyszczeń zawartego w odciekach w stosunku do ładunku zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni.
2. Podstawowym problemem związanym z zawracaniem odcieków do ciągu oczyszczania biologicznego jest wysokie stężenie azotu amonowego sięgające $480,0 \text{ mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3$. Jego stężenie jest znacznie wyższe od obserwowanego w odciekach z tlenowej stabilizacji osadów w oczyszczalniach komunalnych i mleczarskich.
3. Zastosowanie wydzielonego oczyszczania odcieków skoncentrowanego na konwersji azotu amonowego może w znacznym stopniu odciążyć część biologiczną oczyszczalni. Zastosowanie metody hydrofitowej wydaje się rozwiązaniem optymalnym ze względu na niskie koszty budowy i eksploatacji systemu oraz brak konieczności stosowania chemikaliów. Metoda ta nie powoduje powstawania odpadów charakterystycznych dla metod biologicznych i chemicznych.

Podziękowania

Badania sfinansowano z pracy S/WBiIŚ/3/2014, realizowanej w Katedrze Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska Politechniki Białostockiej we współpracy z firmą S.M. Mlekovita w Wysokiem Mazowieckiem.

Literatura

- [1] Ochrona środowiska w przemyśle mleczarskim, Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa (FAPA), Warszawa 1998.
- [2] IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, European Commission, 2006.
- [3] Dąbrowski W., Modernizacja oczyszczalni ścieków mleczarskich na przykładzie S.M. Bielmlek w Bielsku Podlaskim, Gaz, Woda i Technika Sanitarna 2012, 6, 251-253.
- [4] Dąbrowski W., Oczyszczanie odcieków z oczyszczalni mleczarskich metodą hydrofitową, Rozprawy Naukowe nr 262, Biblioteka Nauk o Inżynierii Środowiska, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2014.

- [5] Fukas-Płonka Ł., Zielewicz-Madej E., Stabilizacja osadów nadmiernych w procesie fermentacji metanowej, *Inżynieria i Ochrona Środowiska* 2000, 3, 1-2, 37-48.
- [6] Boruszko D., Osady ściekowe z przemysłu mleczarskiego - możliwości przetwarzania i zagospodarowania, Praca zbiorowa pod redakcją Kazimierza Szymańskiego, Komitet Chemii Analitycznej PAN, 2009, 191-205.
- [7] Janus H.M., Van der Roest H.F., Do not reject the idea of treating reject water, *Water Science and Technology* 1997, 35, 10, 27-34.
- [8] Dąbrowski W., Treatment and final utilization of sewage sludge from dairy waste water treatment plants located in Podlaskie province, *Contemporary problems of management and environmental protection, Sewages and Waste Materials in Environment*, Monograph edited by Wiera Sądej, Olsztyn 2009, 141-143.
- [9] Puchlik M., Dąbrowski W., Udział frakcji ChZT w ściekach mleczarskich w oczyszczalni stosującej intensywne usuwanie związków węgla, azotu i fosforu, *Annual Set The Environmental Protection* 2010, 12, 735-747.
- [10] Dąbrowski W., Charakterystyka odcieków z tlenowej przeróbki osadów w komunalnych i przemysłowych oczyszczalniach województwa podlaskiego, *Inżynieria i Ochrona Środowiska* 2010, 13(1), 43-51.
- [11] Gajewska M., Obarska-Pempkowiak H., The role of SSVF and SSVF beds in concentrated wastewater, design recommendation, *Water Science and Technology* 2011, 64, 2, 431-439.
- [12] Rzyzińska J., Problem wód osadowych i możliwości ich oczyszczania w Polsce, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 2006, 7-8, 58-62.
- [13] Styka W., Beńko P., Wpływ gospodarowania wodami osadowymi na usuwanie azotu ze ścieków miejskich, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 2007, 9, 16-20.
- [14] Dabrowski W., A study of digestion process of sewage sludge from dairy WWTP to determine the composition and load of reject water, *Water Practice & Technology* 2014, 9, 1, 71-78, DOI 10.2166/wpt.2014.008.
- [15] Obarska-Pempkowiak H., Gajewska M., Wojciechowska E., Zastosowanie złóż hydrofitowych do oczyszczania odcieków o wysokim ładunku zanieczyszczeń, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 2009, 7-8, 22-26.

Sewage, Sludge and Reject Water Balance in Mlekovita Dairy WWTP after Modernization

The article presents problems connected with modernization of one of the dairy waste water treatment plants (WWTP) in Poland. The dairy WWTP belonging to Mlekovita Dairy co-operative in Wysokie Mazowieckie is one of the major ones with Personal Equivalent (PE) about 350 000 and average daily flow of 7500 m³ (data for modernization project). In the sewage treatment, dissolved air flotation (DAF) process was implemented, which allowed significant decrease of pollution load discharged to biological treatment. Biological treatment is carried out in biological chambers allowing simultaneous nitrification and denitrification. Aerobic stabilization of sewage sludge in separate chambers was replaced by anaerobic system. Excess sludge, flotation sludge and whey were stabilized simultaneously in anaerobic reactor. Implementation of anaerobic system enabled production of heat and electric energy from biogas. During own research conducted in May 2014, basic parameters of raw dairy waste water, municipal waste water and reject water were determined. Values of BOD, COD and concentration of ammonia nitrogen, total nitrogen and phosphorus were examined in laboratory belonging to Mlekovita and Białystok University of Technology (BUT). The modernization project did not include separate treatment of reject water before its discharging to biological treatment. During own research average value of BOD in dairy sewage was 2738 mg O₂/dm³ and 185 mg O₂/dm³ in reject water. In case of total phosphorus it was 44.0 mg P/dm³ in dairy sewage and 41.0 mg P/dm³ in reject water. Reverse tendency was observed in case of ammonia nitrogen concentration which was in average 4.0 mg N-NH₄⁺/dm³

in dairy sewage, 27.3 mg N-NH₄⁺/dm³ in municipal sewage and 340.0 mg N-NH₄⁺/dm³ in reject water. Considering quantity of sewage coming from dairy plant and the city and the amount of reject water, it has been stated that ammonia nitrogen load in reject water was nearly three times higher than in dairy and municipal sewage. The conducted research proved that it is necessary to solve the problem of reject water influence on biological treatment. As part of scientific and technological cooperation between Mlekovita and BUT, a research installation for reject water treatment with constructed wetlands was built in 2013. It consisted of hybrid system with two beds (vertical and horizontal).

Keywords: dairy sewage, sewage sludge anaerobic stabilization, reject water