

Wojciech DĄBROWSKI

Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska, ul. Wiejska 45 B, 15-351 Białystok

Charakterystyka odcieków z tlenowej przeróbki osadów w komunalnych i przemysłowych oczyszczalniach województwa podlaskiego

Według danych z 2008 roku, na terenie województwa podlaskiego działało 112 oczyszczalni komunalnych, z czego tylko trzy stosują stabilizację beztlenową. Oczyszczalnie nie stosują metod wydzielonego oczyszczania odcieków powstających w trakcie przeróbki osadów. Stwarza to szereg problemów ze stabilną pracą systemów oczyszczania. W latach 2007-2009 prowadzono badania dotyczące możliwości wydzielonego oczyszczania odcieków z oczyszczalni mleczarskich przy zastosowaniu metody hydrofitowej. Efektem tych badań jest wdrożenie na jednej z oczyszczalni mleczarskich oraz zgłoszenie patentowe dotyczące wykorzystania poletek osadowych do budowy pionowych złóż hydrofitowych jako elementu podczyszczalni odcieków. Ze względu na zbliżony charakter ścieków komunalnych i mleczarskich w 2009 roku rozpoczęto badania, które miały na celu określenie składu odcieków powstających w oczyszczalniach komunalnych stosujących wydzieloną stabilizację tlenową. Badania prowadzono na dwóch obiektach o zbliżonej przepustowości i podobnym systemie przeróbki osadów ściekowych. Ilość odcieków wahała się od 2,1 do 2,9% w stosunku do ilości dopływających ścieków. Średnie wartości podstawowych parametrów odcieków w dwóch analizowanych oczyszczalniach według badań z 2009 i 2010 roku wynosiły: BZT₅ (185÷290 mgO₂/l), azot amonowy (56,4÷96,5 mgN-NH₄/l), fosfor ogólny (9,6÷11,2 mgP/l). Badania potwierdziły, iż ze względu na skład odcieków z tlenowej stabilizacji osadów potencjalnie możliwe będzie zastosowanie wydzielonego ich oczyszczania metodą hydrofitową.

Słowa kluczowe: odcieki, przeróbka osadów, stabilizacja tlenowa, ścieki komunalne

Wprowadzenie

Na terenie województwa podlaskiego w 2008 roku działało 112 komunalnych i 30 przemysłowych oczyszczalni ścieków. Ilość ścieków wymagających oczyszczenia wynosiła około 40 hm³, z czego ponad 84% stanowiły ścieki komunalne [1]. Rzeczywista dobowo ilość ścieków komunalnych oczyszczanych w 2008 roku wynosiła około 138 000 m³/d, natomiast ilość suchej masy osadów powstających w oczyszczalniach komunalnych województwa wynosiła 19 074 Mg/rok [2]. Ilość osadów ściekowych rośnie, w 1998 roku wynosiła 12 551 Mg/rok [3]. Wzrost ilości osadów obserwowany w minionym dziesięcioleciu wynikał zarówno ze wzrostu liczby oczyszczalni, rozbudowy sieci kanalizacyjnej, jak i z wprowadzenia intensywnych metod usuwania związków węgla, azotu i fosforu na największych oczyszczalniach. Do największych obiektów należą oczyszczalnie zlokalizowane w Białymstoku, Łomży i Suwałkach, które generują ponad 50% całej ilości osadów

ściekowych z województwa podlaskiego. W technologii przetwarzania osadów ściekowych na tych obiektach stosowany jest proces stabilizacji beztlenowej w połączeniu z produkcją energii cieplnej i elektrycznej. Pozostałe obiekty stosują procesy stabilizacji tlenowej w wydzielonych komorach bądź symultanicznie z procesem oczyszczania. Stabilizacja tlenowa, jako proces biochemicznego rozkładu substancji organicznej, prowadzi do mineralizacji osadu i ma na celu między innymi zmniejszenie jego objętości i masy, zagniwalności i eliminacji odorów. Do podstawowych parametrów wpływających na proces należą między innymi: rodzaj osadu, zawartość tlenu rozpuszczonego, odczyn, temperatura, wiek osadu. Stopień stabilizacji może być mierzony ubytkiem substancji organicznych [4]. Szacuje się, iż maksymalne obniżenie zawartości substancji organicznych w stabilizowanym tlenowo osadzie czynnym może sięgać nawet 60% w stosunku do wartości początkowej [5]. Obecnie coraz więcej obiektów na terenie województwa podlaskiego planuje wprowadzić technologię autotermicznej tlenowej stabilizacji osadów. W tej technologii część energii powstającej podczas metabolizmu mikroorganizmów wydzielana jest w postaci ciepła oraz następuje samorzutne podgrzanie i higienizacja osadów ściekowych. Odcieki powstające w trakcie przeróbki osadów w oczyszczalniach komunalnych województwa podlaskiego są zwracane na początek procesu oczyszczania, na żadnym z obiektów nie stosuje się wydzielonego ich oczyszczania. Podobnie wygląda sytuacja w oczyszczalniach stabilizujących osady beztlenowo. W przypadku tych obiektów ilość odcieków w stosunku do strumienia ścieków surowych wynosi według Rzyńskiej (analizie poddano dziewięć oczyszczalni ścieków) od 0,9 do 6,9%. Udział ładunku azotu amonowego z odcieków w ładunku ścieków surowych wynosi od 11,6 do 47% [6]. Wydzielone oczyszczanie odcieków może być prowadzone różnymi metodami, wśród nich należy wymienić chemiczne strącanie, odgazowywanie ciepłym powietrzem, odpędzanie amoniaku parą, wymianę jonową, a także biologiczne, tj. konwencjonalne metody usuwania azotu, oraz niekonwencjonalne metody usuwania azotu, takie jak: proces ANAMMOX, metoda BABE, proces skróconej nityfikacji i denityfikacji - w tym metoda SHARON, kombinacje procesu ANAMMOX i procesu skróconej nityfikacji i denityfikacji, jak np. metoda CANON I OLAND [6, 7].

W latach 2007-2009 prowadzono badania w ramach grantu „Określenie przydatności złóż hydrofitowych do oczyszczania odcieków z tlenowej przeróbki osadów w oczyszczalniach ścieków mleczarskich”. Badano skład odcieków z oczyszczalni mleczarskich (dziewięć obiektów), które stosują tlenową stabilizację osadów. Określono sposób zastosowania złóż hydrofitowych do oczyszczania odcieków, wynikiem badań było wdrożenie, a także zgłoszenie patentowe dotyczące wydzielonego oczyszczania odcieków z zastosowaniem poletek osadowych do budowy pionowego złoża hydrofitowego jako elementu instalacji [8, 9]. Ze względu na zbliżony charakter ścieków komunalnych i z przemysłu mleczarskiego w 2009 roku rozpoczęto badania w dwóch oczyszczalniach komunalnych. Celem badań było określenie składu odcieków powstających w obiektach stosujących tlenową stabilizację osadów w wydzielonych komorach. Otrzymane wyniki będą wykorzystane do projektu i budowy instalacji pilotowej do badań nad zastosowaniem pionowych złóż hydrofitowych do oczyszczania odcieków.

1. Charakterystyka bazy badawczej, metodyka badań

W artykule przedstawiono wyniki badań prowadzonych w dwóch oczyszczalniach komunalnych z terenu województwa podlaskiego. Wybór obiektów spowodowany był stosowaniem bardzo zbliżonej technologii przeróbki osadów, a także zbliżonej ilości ścieków poddawanych oczyszczaniu. Oba obiekty (oczyszczalnie w Bielsku Podlaskim i Łapach) powstały w latach 70. ubiegłego wieku. Ze względu na rosnące wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych obiekty te poddano modernizacji na przełomie wieku. W Bielsku Podlaskim wprowadzono intensywne biologiczne i chemiczne usuwania związków biogenych. Drugi obiekt pozostał przy układzie komór osadu czynnego nisko- i wysokoobciążonego, fosfor w dużej części jest usuwany chemicznie. Pierwotnie według założeń z lat 70. oczyszczalnia w Bielsku Podlaskim była projektowana na przepływ 12 000 m³/d, natomiast oczyszczalnia w Łapach na 10 000 m³/d. W przypadku tego drugiego obiektu do oczyszczalni w okresie od maja do października dopływały ścieki z największej cukrowni w północno-wschodniej Polsce. Były one wstępnie oczyszczane w stawach akumulacyjnych. Obecne parametry charakterystyczne dla obu obiektów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Charakterystyka podstawowych parametrów obiektów stanowiących bazę badawczą

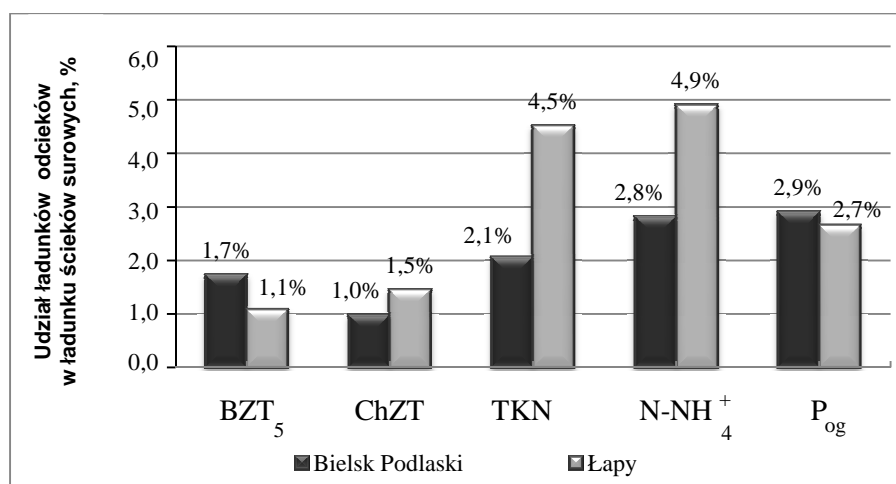
Lokalizacja zakładu	Rodzaj ścieków dopływających do oczyszczalni	Ilość ścieków m ³ /d	RLM	Ilość osadów t s.m./r	Ilość odcieków m ³ /d
Bielsk Podlaski	Bytowe i przemysłowe (przemysł mięsny, przetwórnia ryb, wytwórnia napoi)	5000	25 800	752	145,0
Łapy	Bytowe i przemysłowe (przemysł mleczarski)	4500	42 750	314	96,0

W obu przypadkach duży udział w ładunku mają ścieki z przemysłu spożywczego. Przepływy rzeczywiste są zbliżone w obu oczyszczalniach, natomiast ilość osadów w oczyszczalni z Łap jest ponad 2-krotnie mniejsza niż z podobnego obiektu w Bielsku Podlaskim. Gospodarka osadowa jest podobna w obu obiektach. Pierwotnie, według założeń projektowych z lat 70. ubiegłego wieku, w obiektach tych zastosowano otwarte baseny fermentacyjne, do których osad trafiał po zagęszczaniu grawitacyjnym. Do odwadniania służyły poletka osadowe, które w chwili obecnej używane są sporadycznie. Po modernizacji zbiorniki O.B.F. zostały zamienione na komory stabilizacji tlenowej. Na dnie komór zamontowano ruszty z dyfuzorami, powietrze doprowadzono ze stacji sprężarek. Obie oczyszczalnie w ciągu oczyszczania ścieków stosują turbiny powierzchniowe. Do komór stabilizacji tlenowej osady kierowane są po grawitacyjnym zagęszczaniu. Po procesie

stabilizacji osady są zagęszczane mechanicznie i odwadniane na prasie taśmowej (Łapy), w Bielsku Podlaskim nie stosuje się mechanicznego zagęszczania. Osad z komory stabilizacji jest kierowany bezpośrednio na prasę. Finalny produkt jest poddawany higienizacji wapnem, a następnie poddany recyklingowi do środowiska w postaci nawozu. Ilość odcieków podana w tabeli została określona na podstawie badań wykonanych w 2009 roku. W przypadku obu oczyszczalni odcieki kierowane są do studni zbiorczej, a następnie na początek procesu oczyszczania do komory rozprężnej lub po części mechanicznej składającej się z kraty i piaskownika. Niewielka ilość odcieków powstaje także z eksploatacji poletek osadowych, obecnie używane są one awaryjnie, w trakcie badań określono też skład odcieków powstających podczas ich okresowej eksploatacji. W czasie badań pobierano uśrednione próbki odcieków ze studni zbiorczej. Wykonano analizę próbek z 20 serii badawczych, częstotliwość poboru wynosiła raz na 7 dni. Badania trwały w okresie jesień 2009 - wiosna 2010. Równoległe prowadzono także badania ścieków surowych dopływających do obu obiektów. Oznaczenia wybranych stężeń zanieczyszczeń prowadzono w laboratorium Katedry Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska Politechniki Białostockiej, okresowo wyniki były weryfikowane przez laboratorium posiadające akredytację. Zakres badań obejmował wykonanie następujących oznaczeń: BZT₅, ChZT, azot Kjeldahla, azot amonowy N-NH₄⁺, fosfor ogólny P_{og}. Oznaczenia wykonano za pomocą standardowych metod obowiązujących w Polsce.

2. Wyniki badań

Tabela 1 prezentuje dane obu badanych obiektów. Oprócz składu ścieków komunalnych i RLM podano ilość osadów ściekowych powstających w ciągu roku oraz ilość odcieków według danych z 2009 roku. Oczyszczalnia w Łapach, mimo tego, iż oczyszcza znacznie większy ładunek ścieków (RLM około 42 750) w stosunku do oczyszczalni w Bielsku Podlaskim, wytwarza około 314 ton s.m. osadu w ciągu roku. Drugi obiekt przy RLM na poziomie 25 800 wytwarza rocznie 752 tony s.m. osadu. Fakt ten można tłumaczyć tym, iż w Bielsku Podlaskim stosuje się intensywne usuwanie związków węgla, azotu i fosforu, co w konsekwencji powoduje wzrost ilości osadów w stosunku do systemów komór osadu czynnego pracujących wyłącznie w układzie tlenowym. Ponadto oczyszczalnia w Bielsku nie posiada mechanicznej zagęszczarki osadu ustabilizowanego, a sam proces stabilizacji nie zachodzi prawidłowo. Wynika to z błędów w projektowaniu systemu napowietrzania komory stabilizacji. Zbyt mała wydajność urządzeń nie jest w stanie utrzymać odpowiednich parametrów zawartości tlenu w komorze stabilizacji. Problem może być rozwiązany przez modernizację systemu napowietrzania i uruchomienie drugiej komory stabilizacji bądź zmianę technologii stabilizacji i wprowadzenie autotermicznej tlenowej termofitowej stabilizacji tlenowej. O niskim stopniu stabilizacji osadów w Bielsku Podlaskim świadczy niewielki ubytek substancji organicznych. Udział ładunku odcieków z badanych obiektów w ładunku ścieków surowych przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Udział ładunków odcieków w ładunku ścieków surowych

Ilość odcieków, która powstaje w analizowanych obiektach, wynosi od 2,1 do 2,9% w stosunku do całego strumienia ścieków surowych dopływających do oczyszczalni. Jest to wartość zbliżona do podawanej przez Ryzińską, która określiła ilość i skład odcieków z największych w kraju oczyszczalni komunalnych stosujących beztlenową stabilizację osadów [6]. Według badań prowadzonych przez Gajewską i Obarską [9], ilość odcieków powstających w oczyszczalni w Gdańsku (stosuje się na niej mezofilową stabilizację osadów) po prasach do odwadniania osadów wynosiła 2,3% w stosunku do ilości ścieków surowych. Badania autora z lat 2007-2009 dotyczące ilości i składu odcieków z tlenowej stabilizacji osadów w oczyszczalniach mleczarskich wykazały, iż ilość odcieków wynosiła od 3,6 do 12% ogólnej ilości ścieków surowych [10, 11]. W tabeli 2 podano charakterystykę ścieków surowych dopływających do badanych oczyszczalni, natomiast w tabeli 3 przedstawiono wybrane parametry odcieków. Średnia wartość BZT₅ w odciekach wynosiła od 185 do 290 mgO₂/l, azotu Kjeldahla od 73,9 do 116,8 mgN/l, azotu amonowego od 56,4 do 96,5 mgN-NH₄⁺/l i fosforu od 9,6 do 11,2 mgP/l. W stosunku do wartości charakterystycznych dla oczyszczalni mleczarskich są to wartości wyższe. Średnie wartości w odciekach z największej oczyszczalni mleczarskiej w regionie północno-wschodnim, według danych z 2007 roku, wynosiły: BZT₅ - 108 mgO₂/l, azot Kjeldahla - 28,0 mgN/l, azot amonowy - 20,0 mgN-NH₄⁺/l i fosfor ogólny - 7,4 mgP/l [10, 11]. Parametry odcieków z tlenowej stabilizacji osadów są szeroko prezentowane w literaturze. Według Bojanowskiej [12], ChZT w odciekach z komory stabilizacji tlenowej oczyszczalni w Tczewie zmieniało się od 101 do 289 mgO₂/l w zależności od czasu stabilizacji, w tym przypadku od 0 do 27 dni. Według Oleszkiewicza [13], parametry cieczy nadosadowej po tlenowej stabilizacji wahały się w następującym zakresie: BZT₅ (9÷700), średnio 500 mgO₂/l, ChZT (288÷8140), średnio 2600 mgO₂/l, azot Kjeldahla (10÷400), średnio 170 mgN/l, fosfor ogólny (19÷241), średnio 100 mg/l. W przypadku odcieków z komór tlenowej stabilizacji termofitowej zaobserwowano następujące warto-

ści wskaźników: azot amonowy od 290 do 715 mgN-NH₄⁺/l, fosfor ogólny od 217 do 327 mgP/l [14].

Tabela 2

Charakterystyczne parametry ścieków z analizowanych oczyszczalni

Parametry	BZT ₅ mgO ₂ /l	ChZT mgO ₂ /l	TKN mgN/l	Azot amonowy mgN-NH ₄ ⁺ /l	Fosfor ogólny mgP/l
Bielsk Podlaski					
Wartość minimalna	265	655	79,0	42,1	6,1
Wartość maksymalna	340	1094	124,0	64,2	14,5
Wartość średnia	310	860	104,0	58,0	9,6
Łapy					
Wartość minimalna	484,0	895,0	42,7	46,4	5,2
Wartość maksymalna	640,0	1356,0	69,2	66,2	14,1
Wartość średnia	570,0	1157,0	55,2	42,0	9,0

Tabela 3

Charakterystyczne parametry odcieków z analizowanych oczyszczalni

Parametry	BZT ₅ mgO ₂ /l	ChZT mgO ₂ /l	TKN mgN/l	Azot amonowy mgN-NH ₄ ⁺ /l	Fosfor ogólny mgP/l
Bielsk Podlaski					
Wartość minimalna	142,0	210	56,8	29,1	6,9
Wartość maksymalna	215,0	345	84,2	69,2	14,2
Wartość średnia	185,0	290	73,9	56,4	9,6
Łapy					
Wartość minimalna	214,0	420,0	70,3	59,2	6,4
Wartość maksymalna	340,0	860,0	136,2	114,1	12,6
Wartość średnia	290,0	790	116,8	96,5	11,2

Badania własne autora dotyczyły sumarycznego składu odcieków, tj. wód z komór stabilizacji, z zagęszczania grawitacyjnego i mechanicznego oraz z finalnego mechanicznego odwadniania. Na obu obiektach eksploatator zrezygnował z odprowadzania cieczy nadosadowej, mieszanina cieczy i osadu poddawana jest zagęszczaniu i odwadnianiu przy zastosowaniu polielektrolitów. Według danych eksploatatora z oczyszczalni w Łapach, wartość wskaźnika ChZT w wodach nadosadowych wyłącznie z komory stabilizacji wynosiła od 4130 do 6000 mgO₂/l. Badane odcieki charakteryzują się wyższymi wskaźnikami zanieczyszczeń w stosunku do odcieków z oczyszczalni mleczarskich, z drugiej strony są to niższe wartości niż te obserwowane w odciekach z beztlenowej stabilizacji osadów [15]. W 2010 roku planowane jest uruchomienie instalacji badawczej do oczyszczania odcieków w jednym z analizowanych obiektów. Podstawą instalacji będzie złoże hydrofitowe o przepływie pionowym, docelowo powstanie układ hybrydowy, który umożliwi prowadzenie procesu zarówno nitryfikacji, jak i denitryfikacji.

Wnioski

1. Ilość odcieków z tlenowej stabilizacji osadów w oczyszczalniach komunalnych jest niższa w stosunku do ilości odcieków w oczyszczalniach mleczarskich. Zawartość azotu amonowego była w analizowanych odciekach nieco wyższa w stosunku do oczyszczalni mleczarskich i znacznie niższa w odniesieniu do odcieków z komór stabilizacji beztlenowej. Zawartość fosforu ogólnego była natomiast zbliżona zarówno w analizowanych obiektach, jak i we wcześniej badanych przez autora oczyszczalniach mleczarskich.
2. Udział ładunku BZT₅ i ChZT w odcieku w strumieniu ścieków surowych był zbliżony do wartości zaobserwowanych w oczyszczalniach mleczarskich stosujących tlenową stabilizację osadów. Na skład odcieków ma wpływ sposób eksploatacji tlenowej stabilizacji osadów. Odprowadzenie wyłącznie tych wód do ciągu oczyszczania może spowodować problemy z utrzymaniem stabilnej pracy całej oczyszczalni. Korzystne jest odprowadzanie uśrednionego ładunku odcieków z urządzeń do zagęszczania i stabilizacji bez wydzielonego zrzutu wód nadosadowych z komór stabilizacji.
3. W oczyszczalniach komunalnych stosujących wydzieloną lub symultaniczną stabilizację osadów możliwe jest zmniejszenie ich obciążenia przez wprowadzenie niskonakładowej i bezreagentowej metody hydrofitowej do podczyszczania odcieków.

Badania sfinansowano z pracy własnej autora pt. „Intensyfikacja usuwania związków węgla, azotu i fosforu z odcieków powstających w oczyszczalni mleczarskiej przy użyciu metody hydrofitowej” oraz z grantu pt. „Niskonakładowe metody przetwarzania osadów ściekowych z przemysłu spożywczego”, którego autor jest wykonawcą. Badania zrealizowano w Katedrze Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska Politechniki Białostockiej.

Literatura

- [1] Informacja o stanie środowiska na obszarze województwa podlaskiego w 2008 roku, Inspekcja Ochrony Środowiska, WIOŚ w Białymstoku, Białystok 2009.
- [2] Informacja z realizacji krajowego programu oczyszczania ścieków komunalnych, Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, IOŚ, Warszawa 2009.
- [3] Skoczko I., Gospodarka odpadami stałymi na terenie województwa podlaskiego, VI Ogólnopolska Konferencja Naukowa, Politechnika Koszalińska, Zesz. Naukowe WBiŚ 20/2001, 249-263.
- [4] Bojanowska I., Pelpiński M., Proces stabilizacji tlenowej osadu ściekowego, Ochrona Środowiska 2004, 1, 25.
- [5] Bień J.B., Osady ściekowe, Teoria i praktyka, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 2002.
- [6] Rzyńska J., Problem wód osadowych i możliwości ich oczyszczania w Polsce, Gaz, Woda i Technika Sanitarna 2006, 7-8, 58-62.
- [7] Styka W., Beńko P., Wpływ gospodarowania wodami osadowymi na usuwanie azotu ze ścieków miejskich, Gaz, Woda i Technika Sanitarna 2007, 9, 16-20.

- [8] Dąbrowski W., Wdrożenie wyniku pracy badawczej „Określenie przydatności złóż hydrofitycznych do oczyszczania odcieków z tlenowej przeróbki osadów w oczyszczalni ścieków mleczarskich, CITT, Politechnika Białostocka, Białystok 2009.
- [9] Gajewska M., Obarska-Pempkowiak H., Wpływ zawracania odcieków z odwadniania osadów ściekowych na prace oczyszczalni ścieków, *Przemysł Chemiczny* 2008, 87/5, 448-452.
- [10] Dąbrowski W., Metoda hydrofityczna do oczyszczania odcieków z tlenowej stabilizacji osadów w oczyszczalni ścieków mleczarskich, *Monografia Komitetu Chemii Analitycznej PAN*, pod redakcją K. Szymańskiego 2009, tom V, 205-217.
- [11] Dąbrowski W., Removal of pollutants from reject water produced in dairy wastewater treatment plant with vertical flow constructed wetland, *Polish Journal of Environmental Studies* 2007, vol. 16, No 2A.
- [12] Bojanowska I., Proces stabilizacji tlenowej osadu ściekowego i jego odwadniania w oczyszczalni w Tczewie, *Ochrona Środowiska* 2004, 1, 25-29.
- [13] *Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków*, pod redakcją Z. Dymaczewskiego, J.A. Oleszkiewicza, M. Sozańskiego, PZITS, Poznań 1997, 336.
- [14] Borowski S., Tlenowa stabilizacja termofitowa osadów ściekowych, *Ochrona Środowiska* 2000, 4, 21-25.
- [15] Boruszko D., Obciążenie zwrotne z przeróbki osadów ściekowych, *I Kongres Inżynierii Środowiska*, Monografia Komitetu Inżynierii Środowiska 2002, vol. 11, 423-426.

Characteristics of Reject Water from Aerobic Sludge Stabilization Process in Municipal and Industrial Wastewater Treatment Plants Located in Podlaskie Province

Aerobic stabilization of sewage sludge is a universally applied process used in municipal and industrial wastewater treatment plants (WWTP). According to an analysis from 2008 regarding systems currently working in Podlaskie province the following preliminary observations were made: amongst 112 municipal WWTP there are only three plants which apply anaerobic sewage sludge stabilization and only one plant amongst 30 industrial WWTP. Obtained biogas is used for heat and electric energy production. An issue of reject water from sludge treatment concerns plants applying both aerobic and anaerobic stabilization. Reject water is usually turned back to the beginning of the treatment system without any separated treatment. It causes problems with stable performance of municipal WWTP. In the years 2007-2009 author conducted a research project "Evaluation of usefulness of constructed wetlands to purify reject water from sludge aerobic processing in dairy wastewater treatment plants". The separated treatment of reject water was processed with the use of vertical and horizontal constructed wetlands and hybrid systems. The results from the research project were used in construction of dairy wastewater treatment plant. The following solution of utilization of sludge drying bed for vertical wetlands construction as an element of reject water pretreatment was filed for patent protection. Due to similar characteristics between municipal and dairy sewages a new research project took off in 2009 aimed to find out quantity and quality of reject water from municipal WWTP that apply a separated aerobic sewage sludge stabilization. Eventually it is planned to apply vertical constructed wetland system to treat reject water in these wastewater treatment plants. Research studies presented in this paper were conducted in two plants with similar flow capacity of about 5000 m³/d, sewage treatment of high biological efficiency and chemical removal of C, N, P. Person equivalent (P.E.) varied from 25800 to 42750. Excess sludge was condensed by means of gravitational thickener and stabilized in separated aerobic chambers with deep aeration system. Primary in the 70-th of the XX century both plants were operating with open anaerobic stabilization chambers. System was rebuilt during modernization in the end of century. The quantity of reject water from thickening, dewatering and aerobic stabilization varied from 2.1 to 2.9% of the total quantity of raw sewage. Mean pollution concentrations in reject water were: BOD₅ (185÷290 mgO₂/l), COD (290÷790 mgO₂/l), TKN (53.9÷89.5 mgN/l), ammonia nitrogen

(36.4÷76.5 mgN-NH₄⁺/l), total phosphorus (9.6÷11.2 mgP/l). Mean pollution concentrations raw wastewater were: BOD₅ (310÷570 mgO₂/l), COD (860÷1157 mgO₂/l), TKN (55.2÷104.0 mgN/l), ammonia nitrogen (56.4÷96.5 mgN-NH₄⁺/l), total phosphorus (9.0÷9.6 mgP/l). The load of ammonia nitrogen in total load in raw sewage varied from 2.8 to 4.9% while BOD₅ from 1.1 to 1.7%. Research studies confirmed that because of composition of reject water from aerobic stabilization it is possible to treat it by means of constructed wetlands.

Keywords: reject water, sewage sludge treatment, aerobic stabilization, municipal wastewater