



Politechnika Śląska w Gliwicach Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki



ZPWik Sp. z o.o.



LAUREAT KONKURSU

TERAZ POLSKA



PRZEDSIĘBIORSTWO
FAIR PLAY

Zabrzańskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.

ROZPRAWA DOKTORSKA

Grażyna Pęciak-Foryś

Dyscyplina: Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

**Usuwanie azotu z odcieków po odwadnianiu
przefermentowanych osadów ściekowych
w oczyszczalni ścieków Śródmieście w Zabrzu**

Promotor:

prof. dr hab. inż. Krzysztof BARBUSIŃSKI

Promotor pomocniczy:

mgr inż. Piotr NIEMIEC

Zabrze, 2022

Streszczenie

Efektywne oczyszczanie ścieków komunalnych, a szczególnie usuwanie z nich związków azotu jest istotnym zagadnieniem z punktu widzenia ochrony ekosystemów wodnych przed eutrofizacją. Dlatego też optymalizacja procesu biologicznego usuwania azotu w oczyszczalniach ścieków jest dziś koniecznością i staje się prawdziwym wyzwaniem technologicznym.

Oczyszczalnie ścieków, w których unieszkodliwia się osady w procesie fermentacji metanowej, generują jako produkt uboczny odwadniania, odcieki pofermentacyjne. Odcieki te najczęściej zawraca się do głównego ciągu technologicznego i chociaż ich ilość jest niewielka w stosunku do dopływu ścieków surowych (1÷2%) to niosą ze sobą bardzo duże ładunki azotu. Potwierdzeniem powyższej teorii jest oczyszczalnia Śródmieście, w której ładunek azotu zawarty w odciekach stanowi średnio 20% ładunku azotu zawartego w ściekach dopływających do głównego ciągu.

Niniejsza praca opisuje różne aspekty prowadzenia procesu technologicznego w warunkach przeciążenia układu azotem amonowym oraz przedstawia sposoby rozwiązań zaistniałego problemu. Jednym z nich jest wdrożenie innowacyjnej technologii deamonifikacji opartej na działaniu bakterii Anammox w bocznym ciągu technologicznym. W celu przeanalizowania dostępnych systemów wykonano szczegółowy przegląd międzynarodowej literatury oraz zapoznano się z dostępnymi opracowaniami dotyczącymi pracy istniejących oraz działających w skali technicznej instalacji deamonifikacji.

Przed przeprowadzeniem badań właściwych przeprowadzono badania wstępne na modelu laboratoryjnym odwzorowującym rzeczywistość pracą reaktorów nityfikacji i denityfikacji oczyszczalni ścieków Śródmieście w Zabrze. Wyniki analiz pięciu serii prób badawczych w zakresie usuwania azotu dla różnych wariantów obciążenia azotem miały na celu ustalenie granicznego procentowego udziału ładunku azotu w odciekach w stosunku do ładunku w ściekach surowych, który nie powoduje jeszcze istotnych problemów usuwania azotu w oczyszczalni. Obserwacje pracy układu wykazały, że 20% udziału ładunku azotu zawartego w odciekach z odwadniania przefermentowanych osadów w strumieniu ścieków surowych, to maksymalna wartość, przy której układ osadu czynnego pracujący w zadanym reżimie projektowym jest wydolny i efektywny w zakresie usuwania azotu. Uzyskane rezultaty badań wstępnych okazały się bardzo istotne do przeprowadzenia właściwych badań procesu deamonifikacji na bazie wybranej technologii.

W ramach badań właściwych, po rozeznaniu rynku w zakresie dostępności technologii deamonifikacji dedykowanej dla obróbki strumieni o dużym obciążeniu azotem amonowym, w tym szczególnie pofermentacyjnych odcieków z procesu odwadniania osadów wybrano technologię firmy Veolia - ANITA™ Mox. W wyniku przeprowadzonych rozmów oraz po zapoznaniu się z materiałami referencyjnymi, stwierdzono, że jest to technologia mająca potencjał wdrożeniowy odnośnie poprawy efektywności usuwania azotu w oczyszczalni ścieków Śródmieście w Zabrze. Jest również idealnym rozwiązaniem dla obniżenia kosztów operacyjnych i poprawy osiągnięcia oszczędności energetycznej oczyszczalni.

Dlatego, też w celu realizacji kolejnego etapu badań wykonano modelowy bioreaktor o objętości 20 dm³, który wypełniono kształtkami z wyhodowanym biofilmem, zawierającym bakterie utleniające N-NH₄ (AOB) i bakterie Anammox. Odcieki do badań pobierano z króćca wirówek dekantacyjnych. Stężenie azotu amonowego w odciekach wynosiło od 980 do 1350 mg/dm³ (średnio 1100 mg/dm³) Dzięki zastosowanym urządzeniom oraz aparaturze kontrolno-pomiarowej i rejestracyjnej, proces był monitorowany i sterowany w zależności od uzyskanych

wyników zgodnie z wytycznymi technologicznymi. Zakres stężenia tlenu w jakim prowadzono proces wynosił 0,8–1,7 mg O₂/dm³ (optymalnie 1,4 mg O₂/dm³), a temperatura w reaktorze była utrzymywana na poziomie 28–32°C czyli odpowiadała rzeczywistej temperaturze odcieków w oczyszczalni Śródmieście. Wartość pH utrzymywano w zakresie 7,1–7,4. Średnia efektywność zmniejszenia stężenia azotu amonowego po okresie wpracowania wyniosła ponad 85%, usuwając go z poziomu średnio 1100 mg NH₄/dm³ do poziomu 165 mg NH₄/dm³.

Wyniki przeprowadzonych badań jednoznacznie potwierdziły celowość zastosowanej technologii usuwania azotu. Omówiony w ramach doktoratu wdrożeniowego problem zastosowania nowoczesnej technologii deamonifikacji w bocznym ciągu technologicznym do oczyszczania odcieków z procesu odwadniania przefermentowanych osadów ściekowych w oczyszczalni ścieków Śródmieście w Zabrze oraz przedstawione wyniki, stanowią potwierdzenie celowości i słuszności przeprowadzonych badań. Uzyskane rezultaty wpisują się w program nowoczesnych rozwiązań usuwania azotu i posiadają potencjał na implementację w skali technicznej.