



WODOCIĄGI POLSKIE

PISMO BRANŻOWE IZBY GOSPODARCZEJ „WODOCIĄGI POLSKIE”

ISSN 1506-171X

WRZESIEŃ 2024
NR 29(83)

KWARTALNIK

CENA 55 PLN

Water & Power (?)

strona
22

str. 20

Branża wod.-kan. rzuca wyzwanie Sieci Badawczej Łukasiewicz – PIT – rozmowa z Dariuszem Garbcem

str. 46

Zielona retencja, głupcze

str. 57

DEAMONIFIKACJA ODCIEKÓW – polska technologia wchodzi na rynek

str. 90

Mikrokryzysy w infrastrukturze krytycznej... czyli jak uniknąć dużego deszczu z małej chmury

str. 100

Razem dla wody: inicjatywa klubu kobiet i cieszyńskich wodociągów

DEAMONIFIKACJA ODCIEKÓW – polska technologia wchodzi na rynek

Streszczenie

Konsorcjum Politechniki Wrocławskiej (PWr) i Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji S.A. we Wrocławiu (MPWiK Wrocław) opracowało autorską technologię deamonifikacji odcieków z odwadniania osadów prefermentowanych. Technologia ta jest w 100% polskim rozwiązaniem i została opracowana na podstawie szeregu prac badawczo-rozwojowych ww. podmiotów. Dzięki realizacji prac B+R w konsorcjum naukowo-przemysłowym (PWr + MPWiK S.A. we Wrocławiu) możliwe było stworzenie technologii dokładnie spełniającej potrzeby polskich przed-

siębiorstw. Technologia ta pozwala usuwać azot z odcieków ze skutecznością sięgającą 90%, przy podwyższonej stabilności i bezpieczeństwie eksploatacji. Dzięki temu jest ona zdecydowanie mniej podatna na awarię w stosunku do stosowanych rynkowo rozwiązań.

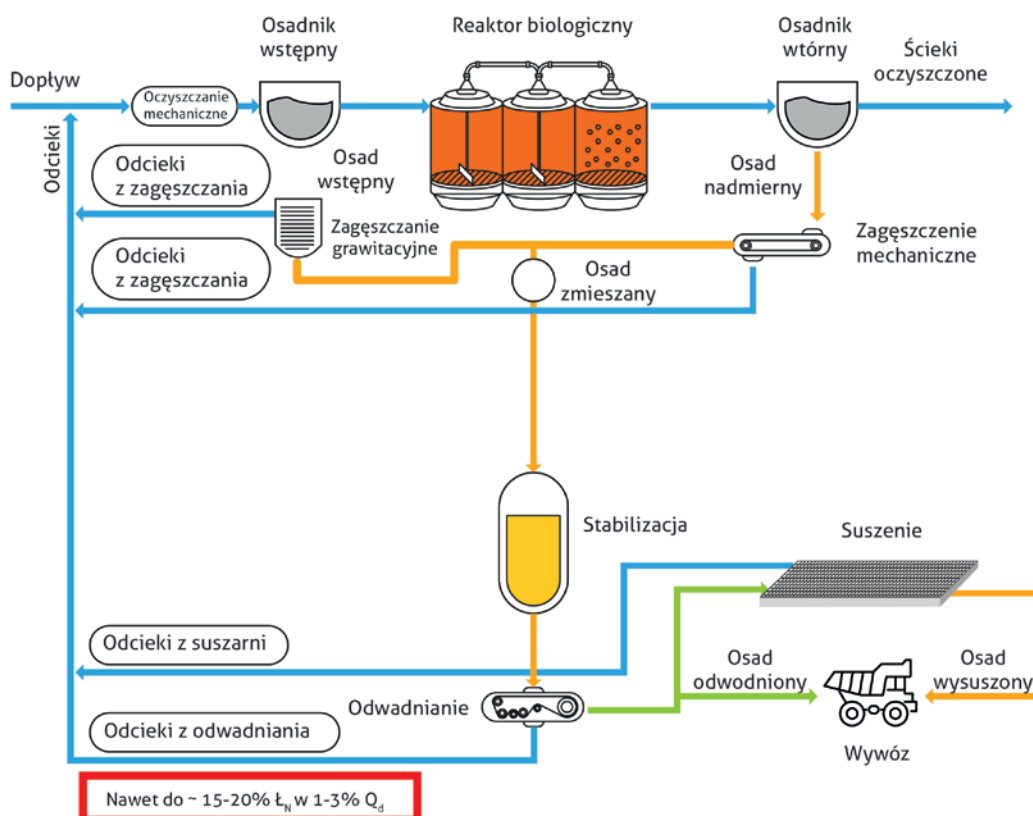
Dlaczego usuwać azot z odcieków?

Bloki biologiczne oczyszczalni ścieków wyposażonych w fermentację metanową obciążane są dodatkowym ładunkiem azotu zawartym w odciekach z odwadniania osadów prefermentowanych. W procesie fermentacji metanowej, gdy związki organiczne trans-

formowane są do dwutlenku węgla i metanu, zawarty w nich azot i fosfor uwalniane są do cieczy w postaci azotu amonowego i fosforu fosforanowego. Nierzadko stężenie tych biogenów w komorze fermentacyjnej przekracza 1000 g N/m³ i odpowiednio 100 g P/m³. Następnie osad prefermentowany jest odwadniany, a rozpuszczone związki azotu i fosforu trafiają razem z odciekami z odwadniania na początek układu technologicznego.

Zawracany strumień azotu stanowi nierzadko 20% ładunku azotu w ściekach z miasta (rysunek 1.) i jest dodatkowym obciążeniem bloków biologicznych azotem.

Usunięcie azotu z odcieków w wielu przypadkach pozwala na znaczącą poprawę jakości ścieków oczyszczonych lub pozwala uniknąć klasycznej (i znacznie droższej) inwestycji w nowe bloki biologiczne.



Rysunek 1. Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków

Tabela 1. Porównanie procesu deamonifikacji z klasycznym usuwaniem azotu

Parametr	Nit.-denit. (ścieki komunalne)	Deamonifikacja (odcieki)
Zapotrzebowanie na tlen	100%	43%
Zapotrzebowanie C_{org}	100%	brak
Stabilność procesu	+++	Jednostopniowe: +/- Dwustopniowe: ++
Wymagana kubatura (dla ładunku 1000 kgN/d)	Nit. – 10 000 m ³ Denit. – 4500–12 500 m ³ Suma: 14 500–22 500 m ³	Jednostopniowe: <2000 m ³ Dwustopniowe: 2000 m ³

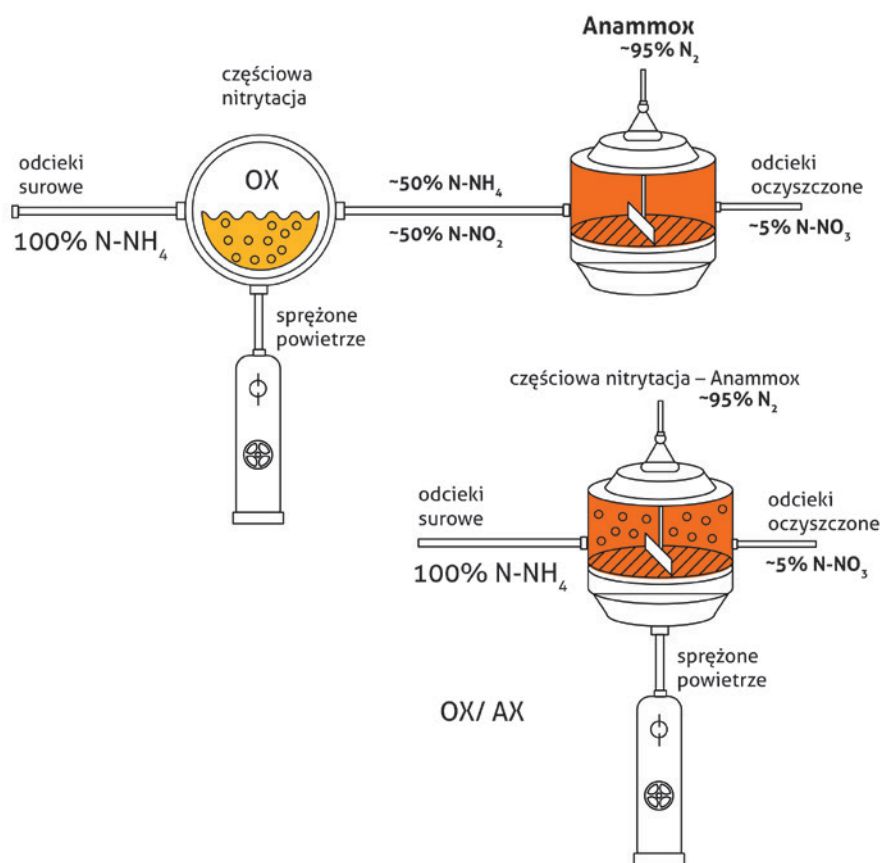
Takie warunki pozwalają na zastosowanie tzw. procesu deamonifikacji, w którym azot jest autotroficznie usuwany w dwóch procesach: nitytacji i anammox poprzez azotyny do (przede wszystkim) azotu gazowego. W przeciwieństwie do klasycznego mechanizmu nityfikacji/denitryfikacji proces ten wymaga znacznie mniej tlenu (utlenianie części azotu amonowego do azotynów, a nie azotanów) oraz nie wymaga węgla organicznego. Dodatkowo proces ten charakteryzuje się wysoką sprawnością objętościową i potrzebne kubatury są zdecydowanie mniejsze (tabela 1.).

Dlaczego dwustopniowy proces?

Proces deamonifikacji może być realizowany jednostopniowo (rysunek 2., na dole), tzn. w jednym reaktorze, gdzie dzięki odpowiednim rozwiązaniom równoległe możliwe jest prowadzenie procesu tlenowego (nitytacja) i procesu beztlenowego (anammox). Ze względu na niskie tempo wzrostu bakterii *anammox* w procesie tym utrzymywane są wysokie wieki osadu.

Takie rozwiązanie pozwala zminimalizować kubaturę reaktora kosztem stabilności procesu. Jednoczesna realizacja procesów tlenowych i beztlenowych jest z definicji niestabilna i podatna na zaburzenia. Potwierdzają to doświadczenia praktyczne [Lacnker i inni, 2014].

Proces dwustopniowy (rysunek 2., na górze) zakłada realizację każdego z procesów w osobnych reaktorach, co skutkuje zwiększoną kubaturą i kosztami inwestycyjnymi. Gwarantuje to stabilną eksploatację. Dodatkowo rozwiązanie takie pozwala eksploatować proces nitytacji przy niskim wieku osadu i produkować nityfikanty w celu zasilania bloku biologicznego, np. w okresie niskich temperatur.

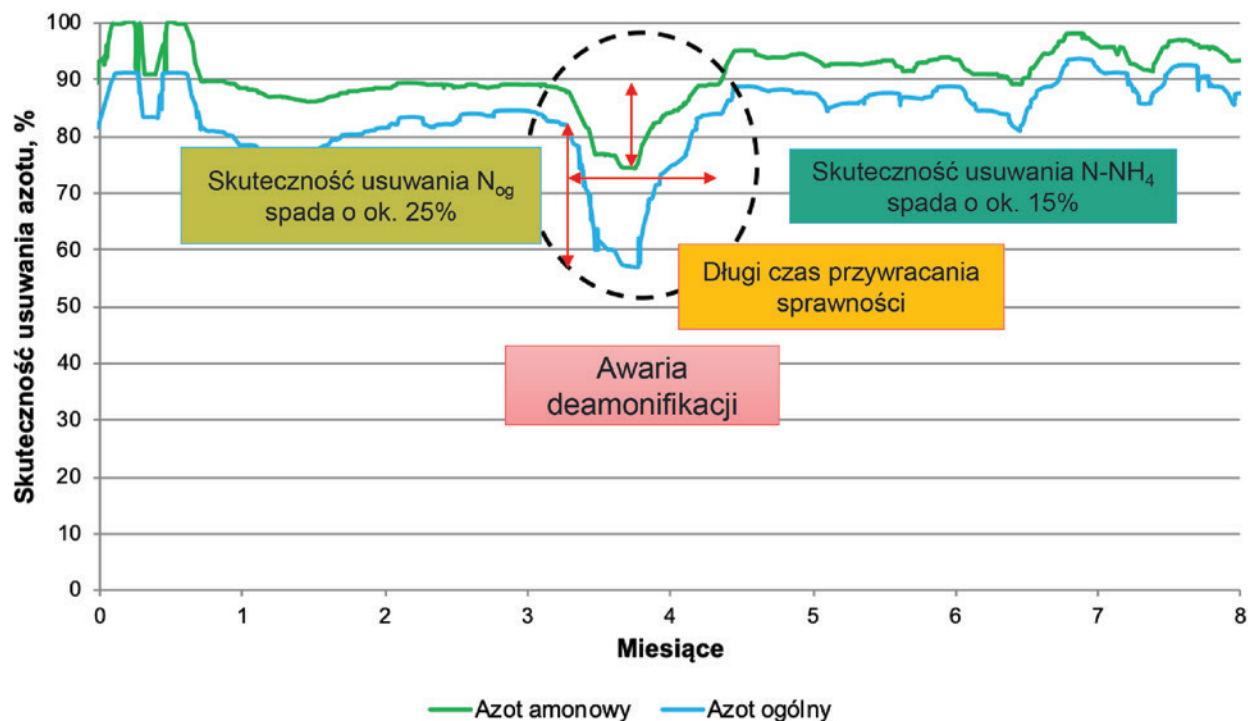


Rysunek 2. Porównanie procesów jedno- (na dole) i dwustopniowej (na górze) deamonifikacji

Dwustopniowa deamonifikacja jest stabilniejsza niż proces jednostopniowy. Dodatkowo zwiększa stabilność bloków biologicznych poprzez możliwość ich zaszczepiania nityfikantami.

Skutki awarii procesu deamonifikacji

Awaria procesu deamonifikacji skutkuje gwałtownym wzrostem obciążenia bloków biologicznych azotem. Masa nityfikantów w blokach może nie być wystarczająca do pełnej nityfikacji zwiększonego ładunku azotu i dochodzi do załamania jakości ścieków oczyszczonych.



Rysunek 3. Skutki awarii jednostopniowej deamonifikacji – oczyszczalnia Strass w Austrii

nych, które może trwać przez dłuższy czas (przykład – rysunek 3).

Wyzwanie badawcze determinowane potrzebą rynku

Jak opisano powyżej, usuwanie azotu metodą deamonifikacji jest korzystne, ale wiąże się to z szeregiem problemów, w szczególności wrażliwością procesu na zaburzenia. Politechnika Wrocławska wraz z MPWiK Wrocław zrealizowały projekt B+R nakierowany właśnie na rozwiązanie ww. problemów technologicznych usuwania azotu, w wyniku których opracowano i przetestowano autorską technologię DEAMONIFIKACJI ODCIEKÓW.

Rozwiązanie – technologia PWr i MPWiK Wrocław

Opracowana przez Politechnikę Wrocławską i MPWiK Wrocław technologia (schemat na rysunku 4.) składa się z dwóch reaktorów procesowych z instalacjami towarzyszącymi (zbiorniki retencyjne, stacja dmuchaw itd.), co pozwala usunąć zdecydowaną większość azotu z odcieków (rysunek 3).

1° procesu (nityrytacja) jest zaprojektowany w taki sposób, by zapewniać

Awaryjne procesy deamonifikacji zagrażają jakości ścieków oczyszczonych i godzą w kluczowe zadanie spółek wodociągowych. Mają one wymiar nie tylko środowiskowy, ale również finansowy i wizerunkowy.

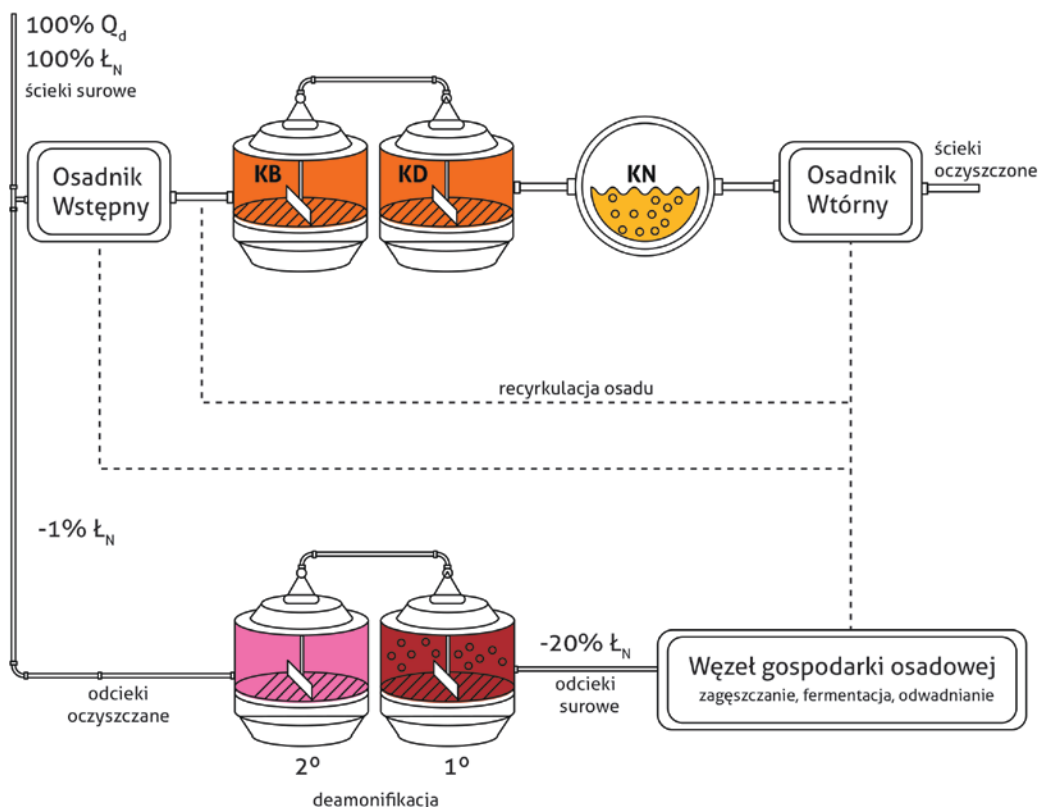
duże przyrosty bakterii nityfikacyjnych, które następnie są pompowane do bloku biologicznego. Częściowo znitytowane odcieki przepływają do 2° procesu (deamonifikacja), gdzie następuje przekształcenie azotu do formy gazowej. Obydwa procesy sterowane są niezależnie. Awaria każdego z nich może być usuwana oddzielnie. Ponadto instalacja jest wyposażona w dodatkowe rozwiązania przyspieszające rozruch.

Technologia PWr i MPWiK Wrocław:

- zabezpiecza oczyszczalnię ścieków przed skutkami awarii, minimalizując samo prawdopodobieństwo awarii oraz ograniczając jej skutki poprzez zaszczepianie ciągu ściekowego nityfikantami;
- charakteryzuje się większą stabilnością niż układy jedno-

stopniowe, dzięki rozdzieleniu procesu nityfikacji od procesu anammox;

- zwiększa bezpieczeństwo eksploatacyjne przy zachowaniu niskich kosztów eksploatacyjnych oraz wysokiej skuteczności i szybkości procesu;
- ma duży potencjał produkcji energii ze ścieków w wyniku większego ładunku związków organicznych kierowanych do komór fermentacji, dzięki zmniejszeniu zapotrzebowania na węgiel organiczny w blokach biologicznych;
- obniża obciążenie bloków biologicznych azotem nawet o 10–20% (zależnie od ilości azotu w odciekach);
- wzmacnia stabilność pracy ciągu ściekowego, dzięki możliwości zaszczepiania



Rysunek 4. Dwustopniowa deamonifikacja na schemacie oczyszczalni ścieków

osadu czynnego nityfikantami, w szczególności w okresie zimowym oraz w momencie załamania się procesu deamonifikacji, co pozwala zminimalizować negatywne efekty dodatkowego obciążenia części biologicznej oczyszczalni.

Wdrożenie, komercjalizacja technologii

Technologia to know-how w części chronione zgłoszeniem patentowym zarejestrowanym w Urzędzie Patentowym RP pod numerem P.436378. Technologia została zwalidowana w warunkach ćwierćtechniki na instalacji doświadczalnej MPWiK Wrocław. Technologia jest przeznaczona dla oczyszczalni ścieków, biogazowni borykających się z problemem usuwania azotu, w szczególności wyposażonych w fermentację metanową.

Udostępnienie praw do technologii [komercjalizacja „science to business“], współpraca z podmiotem gospodarczym jest procedowana przez dedykowane jednostki Politechniki Wrocławskiej oraz MPWiK Wrocław –

tj. Wrocławskie Centrum Transferu Technologii PwR (WCTT) oraz Centrum Nowych Technologii (CNT) MPWiK S.A. we Wrocławiu. Jednostki te opracowały model komercjalizacji (współpracy) dopasowany do danego przypadku. Model ten wypracowywany jest w toku szeregu rozmów i negocjacji firmy zainteresowanej wdrożeniem z zespołem naukowym oraz brokerami technologii WCTT i MPWiK Wrocław. Często wypracowanie modelu współpracy, komercjalizacji jest poprzedzone opracowaniem (przez zespół PwR, WCTT, CNT MPWiK Wrocław) analizy potencjału technologicznego i ekonomicznego wdrożenia technologii w danej firmie. Modelowo komercjalizacja następuje w drodze udzielenia podmiotom gospodarczym licencji (przez PwR i MPWiK) w niezbędnym do przemysłowego stosowania technologii zakresie. Licencji towarzyszy autorski nadzór nad wdrożeniem, co zapewnia stałą współpracę zespołu naukowego oraz firmy.

Źródło:

1. Susanne Lackner, Eva M. Gilbert, Siegfried E. Vlaeminck, Adriano Joss, Harald Horn, Mark C.M. van Loosdrecht. Full-scale partial nitrification/anammox experiences – An application survey, water research 55 (2014) 292–303.

Komercjalizacja może odbyć się także w drodze wspólnego projektu podmiotu gospodarczego oraz PwR i MPWiK Wrocław, finansowanego ze środków publicznych, w tym np. Funduszy Europejskich dla Nowoczesnej Gospodarki (FENG), Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO) czy też NFOŚiGW.

Technologia ma już odnotowane pierwsze wdrożenie w MPWiK Wrocław, we Wrocławskiej Oczyszczalni Ścieków „Janówek”, a z początkiem 2024 r. została udzielona licencja do MPWiK Żywiec, gdzie obecnie trwają prace przygotowawcze do wdrożenia.

dr inż. Kamil Janiak
Politechnika Wrocławska
Wydział Inżynierii Środowiska

dr inż. Tomasz Marciniuszyn
Politechnika Wrocławska
Wrocławskie Centrum Transferu Technologii

Przemysław Chrobot
Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów
i Kanalizacji S.A. we Wrocławiu