

Tytuł projektu: “Oparta o model optymalizacja warunków operacyjnych w celu ograniczenia emisji podtlenku azotu (N₂O) w tlenowym reaktorze osadu granulowanego ze zintegrowanym usuwaniem azotu i fosforu”

Abstrakt popularno-naukowy

Obszarem zainteresowania projektu są zagadnienia biologicznego oczyszczania ścieków. Proces osadu czynnego (kłaczkowatego) od ponad wieku jest najczęściej stosowaną metodą oczyszczania ścieków komunalnych. Pomimo wysokiej skuteczności usuwania zanieczyszczeń, metoda ta nie wpisuje się wystarczająco w zasady gospodarki zrównoważonej ze względu na znaczące wykorzystanie gruntów, wysokie koszty operacyjne, nieefektywne wykorzystanie zasobów i wysokie zużycie energii. Technologia tlenowego osadu granulowanego (AOG) to innowacja, która pozwala na wydajne usuwanie związków organicznych i biogennych (azotu i fosforu), przy jednoczesnym odzyskiwaniu zasobów, minimalizacji wykorzystania gruntów (do 75%) i zużycia energii. Jednak jednym z ważnych zagadnień, które zostały słabo rozpoznane, jest produkcja podtlenku azotu (N₂O) w systemach AOG. N₂O jest bardzo silnym gazem cieplarnianym o współczynniku globalnego ocieplenia około 300 razy większym niż dwutlenek węgla. N₂O może być wytwarzany, a następnie emitowany podczas biologicznych procesów usuwania azotu. Celem projektu jest opracowanie modelu symulacyjnego, który mógłby posłużyć jako narzędzie decyzyjne do optymalizacji warunków pracy reaktora AOG pod kątem ograniczenia emisji N₂O. Model zostanie skalibrowany, zweryfikowany i ostatecznie potwierdzony na podstawie danych eksperymentalnych uzyskanych z laboratoryjnych reaktorów AOG służących do zintegrowanego usuwania azotu i fosforu. Sformułowano trzy pytania badawcze:

- Jaki jest wpływ złożonego składu ścieków i wynikającego z niego zbiorowiska mikroorganizmów na produkcję i emisję N₂O w reaktorach AOG?
- Jaki jest wpływ kluczowych zmiennych operacyjnych AOG na produkcję i emisję N₂O?
- Jaka jest skuteczność opartych na modelach strategii ograniczania emisji N₂O zastosowanych w reaktorach AOG?

Projekt badawczy opiera się o bliską współpracę naukowców z Politechniki Gdańskiej (Gdańsk Tech, Polska) i Uniwersytetu w Antwerpii (UAntwerp, Belgia) i łączy uzupełniającą się wiedzę specjalistyczną dwóch grup badawczych w dziedzinie zrównoważonej inżynierii ścieków. Zespół Gdańsk Tech opracuje, skalibruje i zwaliduje rozszerzony model mechanistyczny produkcji/emisji N₂O. Ponadto opracowane zostaną różne innowacyjne metody uczenia maszynowego do przewidywania produkcji/emisji N₂O. Efektem obu podejść będzie zdefiniowanie strategii operacyjnych ograniczania emisji N₂O z reaktorów AOG. Niezbędne dane eksperymentalne do kalibracji i walidacji modelu zostaną uzyskane dzięki wspólnemu wysiłkowi partnerów belgijskich i polskich. Zespół UAntwerp będzie obsługiwał szereg długoterminowych eksperymentów prowadzonych w reaktorach AOG w skali laboratoryjnej, wspieranych przez zaawansowane analizy składu i aktywności zbiorowiska mikroorganizmów w celu (1) identyfikacji i ilościowego określenia kluczowych czynników operacyjnych i mikrobiologicznych wpływających na produkcję N₂O oraz (2) potwierdzenia skuteczności proponowanych strategii ograniczania emisji N₂O. Podczas tych eksperymentów zespół Gdańsk Tech będzie odpowiedzialny za pomiary N₂O.

Główne rezultaty projektu będą dwojakie. Po pierwsze, projekt zidentyfikuje kluczowe mechanizmy operacyjne i mikrobiologiczne produkcji/emisji N₂O w reaktorach AOG. Po drugie, projekt zaowocuje potwierdzonymi eksperymentalnie opartymi na modelach symulacyjnych strategiami mającymi na celu zminimalizowanie i uniknięcia produkcji/emisji N₂O podczas działania AOG. Wyniki projektu znacząco przyczynią się zatem do zrównoważonego oczyszczania ścieków przy wykorzystaniu innowacyjnego procesu AOG.