

Prof. dr hab. inż. Ziemowit Suligowski  
Instytut Politechniczny  
Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej  
w Elblągu

## Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Michała Preisnera „Wpływ technologii oczyszczania na redukcję potencjału eutrofizującego ścieków komunalnych”

### 1. Podstawa przygotowania recenzji

Formalną podstawą przygotowania niniejszej recenzji jest uchwała z dnia 20 grudnia 2018 r. Rady Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo – Hutniczej w Krakowie oraz zlecenia (pismo WGGiŚ/434-1/18 z dnia 20 grudnia 2018 r.).

Recenzję opracowano na podstawie dostarczonego manuskryptu dysertacji.

### 2. Zawartość ocenianej rozprawy

Rozprawa „Wpływ technologii oczyszczania na redukcję potencjału eutrofizującego ścieków komunalnych” obejmuje 104 strony zasadniczego tekstu, spis literatury (151 pozycji), spis ilustracji, spis tabel oraz załączniki. We wstępie zwrócono uwagę na zmiany jakości wód powierzchniowych oraz na to, że dotychczasowy znaczny wysiłek inwestycyjny związany z rozbudową oczyszczalni ścieków nie przyniósł oczekiwanych skutków. Sformułowano cel pracy, jakim jest dobór efektywnych układów technologicznych usuwania związków biogenych, zapewniających minimalny potencjał eutrofizujący ścieków oczyszczonych w oparciu o badania symulacyjne oraz analizę funkcjonowania istniejących oczyszczalni ścieków.

Sformułowano następujące **tezy** pracy:

- W celu ochrony wód odbiorników przed eutrofizacją dobór i projektowanie technologii usuwania substancji biogenych powinny być skierowane na osiągnięcie minimalnego potencjału eutrofizującego ścieków oczyszczonych, który jest uwarunkowany zawartością bioprzyswajalnych mineralnych form azotu i fosforu.
- Symulacje komputerowe pozwalają na dokonanie doboru ekologicznie i ekonomicznie efektywnych układów technologicznych, zapewniających bardziej skuteczną ochronę odbiorników przed eutrofizacją.

Zasadniczy tekst dysertacji dzieli się na 7 rozdziałów. W rozdziale pierwszym przedstawiono problem priorytetowość eutrofizacji wód powierzchniowych. Uwzględniono konsekwencje eutrofizacji wód powierzchniowych oraz znaczenie ścieków jako podstawowego źródła eutrofizacji.

W rozdziale drugim omówiono potencjał eutrofizujący ścieków, w tym rolę fosforu i azotu w produkcji roślinności wodnej oraz podano definicję potencjału eutrofizującego ścieków.

Przedmiotem rozdziału trzeciego są regulacje prawne w zakresie odprowadzania ścieków do odbiorników. Uwzględniono wspólne regulacje unijne, ich implementację do regulacji narodowych (Polska, Niemcy, Szwecja, Francja) oraz regulacje stosowane w krajach spoza Unii. W tym ostatnim przypadku odniesiono się do regulacji rosyjskich, ukraińskich, chińskich oraz stosowanych w USA.

W rozdziale czwartym przedstawiono sposoby usuwania azotu i fosforu ze ścieków uwzględniając metody fizyczno – chemiczne oraz biologiczne (bazowe układy technologiczne do biologicznego usuwania azotu, bazowe układy technologiczne do biologicznego usuwania fosforu, zintegrowane technologie usuwania substancji biogennej, sekwencyjne reaktory biologiczne oraz membranowe reaktory biologiczne). Rozdział piąty obejmuje analizę kosztów biologicznego oczyszczania ścieków, a szósty analizę potencjału eutrofizującego ścieków oczyszczonych. W rozdziale siódmym przedstawiono wyniki badań symulacyjnych potencjału eutrofizującego ścieków oczyszczonych.

Po rozdziale siódmym zamieszczono podsumowanie i wnioski, jak również informację o kierunku dalszych przewidywanych badań. Bibliografia obejmuje łącznie 111 pozycji w języku polskim, angielskim, niemieckim oraz rosyjskim. Bibliografia jest uporządkowana w kolejności cytowania prac. Pracę zamykają: spis ilustracji, spis tabel oraz załączniki. Dodatkowo załączono płytkę CD z wersją elektroniczną pracy.

### **3. Znaczenie problemu podjętego w rozprawie**

Zagadnienia eutrofizacji wód powierzchniowych należą nie tylko w Polsce do najważniejszych problemów ochrony środowiska. Bardzo specyficzną sytuację odnotowano w szwedzkiej gminie Norrköping, gdzie podstawowym problemem stał się niewielki jednostkowy, ale sumarycznie duży, zrzut pochodzący od małych rozproszonych emitorów. Wprawdzie zachowane zostały wszystkie formalne wymagania, ale ostateczny efekt był taki, jaki był. Ponieważ przyłączenie rozproszonych emitentów do zbiorczych urządzeń kanalizacyjnych nie jest możliwe szereg gmin, w tym również Göteborg zdecydowało się na wprowadzenie obowiązkowej separacji uryny jako głównego źródła N i P już w miejscu ich powstawania poprzez toalety separujące.

Jeszcze dość niedawno temu kwestionowano celowość stosowania pozbawionych fosforu środków do prania. Argumentowano, że skrobina tworzy specyficzny film i w aspekcie eksploatacyjnym prościej jest usuwać fosfor ze ścieków. Oczekiwano również na to, że wprowadzenie dodatkowego osadnika pozwoli skutecznie rozwiązać problem.

Trzeba podkreślić to, że procesy eutrofizacji potrafią się rozwijać bardzo szybko – wystarczy jako przykład podać degradację zlewni Wierzycy, czy też jezior w rejonie Augustowa, natomiast naprawa jest procesem żmudnym i nie do końca skutecznym. Dodatkowym problemem jest w Polsce emisja spalin z powszechnie stosowanych aparatów gazowych, znacznie wyższa niż z nowoczesnych wysokosprawnych kotłów gazowych.

Nie wszystkie zmiany wprowadzone w Polsce po 1990 r. można ocenić pozytywnie w aspekcie oczyszczania ścieków. W szczególności odnosi się to do atomizacji struktur eksploatacyjnych, czego konsekwencją stała się zapaść pozbawionych fachowej pomocy niektórych mniejszych oczyszczalni ścieków.

Większość dotychczas prowadzonych badań skupia się nad pojedynczymi procesami, nie zawsze wystarczająco skutecznymi, czy też akceptowalnymi w aspekcie ekonomicznym. Wynika stąd znaczenie opracowań analiz kompleksowych, pozwalających na uwzględnienie wielu czynników oraz uzyskanie możliwie obiektywnych rezultatów.

Uwzględniając powyższe należy podkreślić trafność tematyki podjętej w recenzowanej pracy. Wykonane analizy wykorzystujące m.in. zróżnicowany materiał empiryczny pozwalają na dostatecznie obiektywne wnioskowanie.

#### **4. Ocena rozprawy**

Zagadnienia eutrofizacji przedstawiono w rozdziale pierwszym w oparciu o dane z materiałów źródłowych. Omówiono konsekwencje rozwoju zjawiska eutrofizacji. Przedstawiono mechanizmy rozwoju eutrofizacji naturalnej i antropogenicznej. Zwrócono uwagę na znacznie szybszy rozwój eutrofizacji antropogenicznej. Wzrost ładunków biogennych wiąże się ze wzrostem liczby mieszkańców i rozwojem gospodarki. Swoje znaczenie posiadają zmiany klimatyczne.

W dalszym ciągu przedstawiono konsekwencje eutrofizacji wód powierzchniowych. E Uwzględniono jej negatywne skutki w aspekcie: ekologicznym, technicznym i technologicznym, zdrowotnym oraz ekonomicznym. Najbardziej spektakularnym objawem eutrofizacji jest charakterystyczny zakwit wód. Efektem długotrwałej eutrofizacji może być powolne zarastanie i zanikanie śródlądowych zbiorników wodnych. Zwrócono uwagę na znaczący udział ścieków komunalnych w dostarczaniu substancji biogennych do wód podkreślając znaczenie związków azotu. Udział ścieków przemysłowych jest względnie niewielki. Trzeba zaznaczyć, że zwrócono uwagę na to, iż względnie wysoki wpływ wywierają tu ścieki przemysłowe tradycyjnie traktowane w aspekcie zagrożeń dość pobłażliwie.

Rozdział drugi poświęcono potencjałowi eutrofizującemu ścieków. Zwrócono uwagę na braki dotychczasowego stanu wiedzy w przedmiotowym zakresie. Podkreślono kluczową rolę fosforu w rozwoju procesu eutrofizacji, zagadnienie przeanalizowano na podstawie danych pochodzących z materiałów źródłowych. Wskazano na różnice pomiędzy wodami słodkimi i morskimi. Zdefiniowano potencjał eutrofizujący ścieków jako stopień wpływu oczyszczonych ścieków odprowadzanych do odbiornika na rozwój procesów eutrofizacji, uwarunkowany zawartością bioprzyswajalnych form substancji biogennych.

W rozdziale trzecim zostały omówione regulacje prawne w zakresie wprowadzania ścieków do odbiorników. W odniesieniu do krajów unijnych zwrócono uwagę na zróżnicowane podejście w poszczególnych krajach. Charakterystyczne podejście występuje w krajach b. ZSRR, gdzie uwzględnia się zdolność do samooczyszczania odbiornika. Dodatkowym zagadnieniem są wymagania stawiane przez zobowiązania międzynarodowe w ramach Konwencji Helsińskiej HELCOM. Bardzo interesujące są informacje o regulacjach chińskich ze względu na wyjątkowość występujących tam problemów. Specyficzne rozwiązania zostały przyjęte w USA i Kanadzie. Przeprowadzona w rozprawie analiza wykazała różnice w podejściu do zagadnienia. Autor zwraca uwagę na negatywną stronę rozwiązań przyjętych w ustawodawstwie unijnym. W tej sytuacji dążenia do indywidualnego podejścia do poszczególnych odbiorników są w pełni zrozumiałe. Pozorna prostota wymagań formalnych nie musi skutkować ich skutecznością. Ogólne założenie mniej restrykcyjnych wymagań

ogólnych (krajowych) przy równoczesnych bardzo rygorystycznych wymaganiach dla konkretnych odbiorców wydaje się być podejściem racjonalnym.

Rozdział czwarty poświęcony jest sposobom usuwania ze ścieków związków fosforu i azotu. Przedstawiono w nim metody fizyczno – chemiczne oraz biologiczne usuwania substancji biogennych. Potrzeba ich stosowania wynika z tego, że klasyczne metody oczyszczania ścieków nie pozwalają na uzyskanie odpowiedniej redukcji azotu i fosforu. Przeanalizowano efektywność metod oraz ich wady stanowiące ograniczenia stosowalności, przy czym uwzględniono również technologie zintegrowane.

W rozdziale piątym przedstawiono analizę kosztów biologicznego oczyszczania ścieków, zwracając uwagę na ich znaczne zróżnicowania dla poszczególnych metod. Rozdział szósty zawiera analizy potencjału eutrofizującego ścieków oczyszczonych. Zwrócono uwagę na konieczność pogodzenia potrzebnego efektu z czynnikiem akceptowalności ekonomicznej. Jako podstawę wykorzystano dane pochodzące z 18 oczyszczalni ścieków z 5 krajów. Z kolei w rozdziale siódmym opisano badania symulacyjne potencjału eutrofizującego ścieków oczyszczonych. Omówiono wybór modelu oraz koncepcji badań symulacyjnych. Przedstawiono algorytm badań symulacyjnych oraz szczegółowo etapy procesu symulacji. Przyjęto interesujące rozwiązanie prezentacji oceny wyników. Ostatecznie stwierdzono, że odpowiedni poziom ochrony wód przed eutrofizacją może być uzyskany w nieskomplikowanych układach technologicznych o umiarkowanych kosztach.

Ostatnia część zasadniczego tekstu rozprawy zawiera syntetyczne podsumowanie wykonanych analiz oraz wypunktowane wnioski. Zostały potwierdzone wcześniej sformułowane tezy pracy. Określono kierunki przyszłych badań podporządkowanych potrzebie pogłębienia poznania zjawiska. W aspekcie merytorycznym część podsumowująco – wnioskowa nie wzbudza zastrzeżeń, w aspekcie redakcyjnym uważam, że wskazane byłoby, aby same wnioski były krótsze, natomiast reszta bardzo ważnych stwierdzeń mogłaby być przesunięta do podsumowania.

## **5. Ocena naukowej wartości rozprawy**

Recenzowana rozprawa odnosi się do bardzo ważnego problemu, stanowiącego od szeregu lat przedmiot różnych badań. O ile jednak prowadzone badania z reguły koncentrują się na pojedynczych procesach, to Autor podszedł do zagadnień w sposób kompleksowy, zmierzając do określenia rozwiązań akceptowalnych zarówno w aspekcie technologicznym, jak też ekonomicznym. Problem akceptowalności ekonomicznej jest szczególnie istotny w polskich realiach, gdy koszty związane ze zbiorczym odprowadzaniem są często bardzo wysokie.

Ponadto zagadnieniem szczególnie istotnym, decydującym o realnych możliwościach realizacji skomplikowanych procesów, jest atomizacja struktur eksploatacyjnych połączona z bardzo różnym przygotowaniem fachowym na poziomie gminy. Jest to zagadnienia aktualne również w większych ośrodkach, w efekcie proponowane w rozprawie optymalizowanie rozwiązań oraz unikanie ich nadmiernej komplikacji jest jak najbardziej słuszne.

Zadanie, jakie Autor postawił przed sobą jest znacznie bardziej skomplikowane niż prosta analiza pojedynczego procesu. Planowane przez siebie analizy wykonał wykorzystując obszerny materiał źródłowy (bibliografia obejmuje 151 pozycji), zastosowana metodyka jest dokładnie opisana, a wnioski są uzasadnione. W pracy przeprowadzono analizę krytyczną stanu istniejącego oraz materiałów źródłowych. Autor zdaje sobie sprawę z potrzeby dalszego

pogłębienia prowadzonych analiz. W tym aspekcie uważam, że kierunki przyszłych badań zostały określone prawidłowo.

## 6. Uwagi techniczne

Praca jest przygotowana starannie, napisana czytelnym językiem. W aspekcie technicznym, szczególnie przygotowania publikacji, chciałem zwrócić uwagę na następujące elementy:

- rys. 1.1 uważam, że wskazany byłby dokładniejszy opis,
- kolory na szeregu z rysunków nie są dostatecznie kontrastowe (zwłaszcza wykresach 5.1, 5.2, 5.4),
- na stronie 51 występuje sformułowanie „najbardziej optymalnym”, może jednak po prostu „optymalnym”,
- str. 61 – tab. 5.2 – proszę starannie sprawdzić prawidłowość zapisu wskaźników kosztowych,
- str. 63 tekst odnoszący się do rys. 5.6. nie jest dostatecznie jednoznaczny,
- spis literatury:
  - o w obecnej postaci zapis jest w kolejności cytowania, co może nieco utrudnić czytelność,
  - o potrzebne jest zastosowanie jednolitego zapisu bibliograficznego pozwalającego na jednoznaczną identyfikację poszczególnych pozycji – przy czasopismach potrzebny rok i numer (tom nie zawsze wystarcza), w przypadku pozycji książkowych wydawca i miejsce wydania,
  - o zapis prac w języku rosyjskim powinien zostać ujednoczony.

Powyższe uwagi mają charakter techniczny i nie odnoszą się do wysokiej oceny całej rozprawy.

## 7. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr. inż. Michała Preisnera „Wpływ technologii oczyszczania na redukcję potencjału eutrofizującego ścieków komunalnych” jest pracą o charakterze poznawczym i aplikacyjnym, stojącą na wysokim poziomie badań. Pan Michał Preisner wykazał w niej dużą wiedzę w zakresie tematyki poruszanej w pracy. Wykazał umiejętności w zakresie samodzielnego prowadzenia badań i interpretacji uzyskiwanych wyników.

Uważam, że oceniana rozprawa **w pełni spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim** określone w ustawie z dnia 14. 03. 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dziennik Ustaw, 2003 poz. 595 z późniejszymi zmianami) oraz w rozporządzeniu MNiSW z dnia 30 października 2015 w sprawie szczegółowego trybu przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dziennik Ustaw, 2015 poz. 1842).

W oparciu o powyższe **wniosuję o dopuszczenie mgr inż. Michała Preisnera do publicznej obrony** rozprawy, a po jej pomyślnym odbyciu nadanie stopnia doktora nauk technicznych.

Równocześnie ze względu na poziom merytoryczny wniosuję o rozważenie przez Radę Wydziału możliwości wyróżnienia ocenianej rozprawy.

