

Rzeszów, 26.08.2021r

Prof. dr hab. inż. Piotr Koszelnik,
Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza
Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury
Katedra Inżynierii i Chemii Środowiska

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Micek pt.: „Efektywność funkcjonowania i niezawodność technologiczna wybranych przydomowych oczyszczalni ścieków na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego”,

napisanej pod promotorstwem prof. dr. hab. inż. Krzysztofa Józwiakowskiego i promotorstwem pomocniczym dr inż. Magdaleny Gizińskiej-Górnej

Recenzję niniejszą wykonano zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o wyznaczeniu recenzentów w przewodzie doktorskim mgr inż. Agnieszki Micek, podjętą w dniu 28 czerwca 2021 roku.

Ocena celowości podjętej tematyki

Praca zawiera się w zakresie obszernego działu inżynierii i ochrony środowiska jakim jest technologia ścieków. Publikacji i rozpraw w tym zakresie jest bardzo wiele, niemniej z uwagi na wagę zagadnienia dla jakości przyrody i życia człowieka, każda wiedza w tym zakresie jest potrzebna, dlatego też praca wpisuje się w aktualne potrzeby nauki i gospodarki. Należy podkreślić cztery elementy decydujące o celowości podjętej tematyki badawczej. Po pierwsze pracowano nad rozwojem technologii przydomowych oczyszczalni ścieków, które znajdują coraz szersze zastosowanie na terenach trudnych geotechnicznie i hydrologicznie o zabudowie rozproszonej. Po drugie badano funkcjonowanie oczyszczalni ścieków na terenach chronionych. Po trzecie porównano dwa rodzaje obiektów: hydrofitowe oraz przepływowe z osadem czynnym. Po czwarte badano zarówno efektywność jak i niezawodność funkcjonowania badanych oczyszczalni ścieków.

Ocena formalna i merytoryczna

Przedstawiona do recenzji rozprawa to cykl trzech współautorskich publikacji:

- P1. Micek, A., Józwiakowski, K., Marzec, M., Listosz, A., & Malik, A. (2020). Efficiency of pollution removal in preliminary settling tanks of household wastewater treatment plants in the Roztocze National Park. *Journal of Ecological Engineering*, 21(5) 9-18.

- P2. Micek, A., Józwiakowski, K., Marzec, M., & Listosz, A. (2020). Technological reliability and efficiency of wastewater treatment in two hybrid constructed wetlands in the Roztocze National Park (Poland). *Water*, 12(12), 3435.
- P3. Micek, A., Józwiakowski, K., Marzec, M., Listosz, A., & Grabowski, T. (2021). Efficiency and Technological Reliability of Contaminant Removal in Household WWTPs with Activated Sludge. *Applied Sciences*, 11(4), 1889.

Czasopisma w których opublikowano powyższe prace są indeksowane w bazie Scopus i znajdują się na liście czasopism punktowanych, ogłoszonej w 2019 roku na potrzeby ewaluacji dyscyplin naukowych w Polsce, mając odpowiednio 40, 70 i 70 punktów. Udziały doktorantki wynoszą po 60%. Z oświadczeń współautorów załączonych do dokumentacji wynika, że udział merytoryczny doktorantki w całości prac był istotny. W dokumentacji załączono także łączący i częściowo podsumowujący badania opublikowane we wzmiankowanych czasopismach tzw. przewodnik po tychże publikacjach. W przewodniku zamieszczono dwustronicowy rozdział „Wstęp”, gdzie doktorantka podaje, bardzo celnie uzasadnienie podjęcia tematu. Następnie w rozdziale „Cel naukowy” wskazany jest, łączący trzy publikacje cyklu cel naukowy jakim jest „ocena efektywności i niezawodności technologicznej usuwania zanieczyszczeń ze ścieków bytowych w 4 wybranych przydomowych oczyszczalniach ścieków zlokalizowanych na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego”, oraz trzy cele cząstkowe będące zarazem osobno celami zawartymi w publikacjach. Są to: (i) ocena efektywności usuwania zanieczyszczeń w osadnikach gnilnych przydomowych oczyszczalni ścieków na terenie RPN (P1); (ii) ocena niezawodności i efektywności oczyszczania ścieków w dwóch hybrydowych hydrofitowych oczyszczalniach ścieków na terenie RPN (P2); (iii) ocena efektywności i niezawodności usuwania zanieczyszczeń w przydomowych oczyszczalniach ścieków z osadem czynnym (P3). Zdaniem recenzenta trzy cele szczegółowe w pełni spełniają brzemienne celu ogólnego.

Dalej w przewodniku sformułowano założenia badań w postaci pytań naukowych i następujących hipotez badawczych: (i) liczba komór w osadnikach gnilnych w oczyszczalniach przydomowych ma wpływ na skuteczność usuwania zanieczyszczeń ze ścieków bytowych; (ii) przydomowe hybrydowe hydrofitowe oczyszczalnie ścieków i oczyszczalnie z osadem czynnym zapewniają wysoką efektywność i niezawodność technologiczną usuwania zanieczyszczeń oraz spełniają wymagania odnośnie jakości ścieków oczyszczonych.

Każda z publikacji stanowiących cykl zawiera szczegółową charakterystykę badanych oczyszczalni oraz zakres badań i opis zastawianej metodologii badawczej. W formie zebranej zamieszczono je także w przewodniku. Wskazano różnice technologiczne budowy i

eksploatacji dwóch typów badanych oczyszczalni: hydrofitowych gdzie osadniki pracują jako trzykomorowe i z osadem czynnym gdzie zastosowano osadniki czterokomorowe.

Publikacje zawierają obszerny opis podstaw teoretycznych badanych urządzeń i procesów. Wykorzystano łącznie 67 publikacji głównie w języku angielskim. Zauważono dobre, krajowe doświadczenia w tej tematyce. W P1 skoncentrowano się na analizie czynników wpływających na wydajność pracy osadników wstępnych, zarówno konstrukcyjnych jak i hydraulicznych i eksploatacyjnych. W P2 opisano potrzebę specjalnej ochrony terenów przyrodniczo cennych przed zanieczyszczeniami biogennymi oraz podano możliwe rozwiązanie, jakim jest budowa na tych obszarach hydrofitowych oczyszczalni ścieków z uwagi na ich wydajność i niezawodność. Z kolei w P3 opisano rozwiązania technologiczne hydrofitowych oczyszczalni ścieków stosowane w terenach chronionych. Analizy te przedstawiono logicznie od najogólniejszych do bardziej szczegółowych zagadnień w ciągu P1-P2-P3. Układ ten jest zapewne przemyślany i informacje przekazywane czytelnikowi w poszczególnych publikacjach od najbardziej ogólnego do specjalistycznego są logicznie uporządkowane i świadczą o właściwym rozpoznaniu aktualnego stanu wiedzy w analizowanym zagadnieniu badawczym, co jest obowiązkiem doktoranta.

W części badawczej publikacji P1 przedstawiono ocenę skuteczności usuwania zanieczyszczeń w czterech osadnikach wstępnych badanych oczyszczalni. W latach 2017-2019 badano następujące parametry zanieczyszczeń: zawiesina ogólna, BZT₅, ChZT, azot i fosfor ogólny. Dla osadników czterokomorowych uzyskano wyższą wydajność usuwania zawiesiny i wskaźników tlenowych. Jednak zarówno osadniki trzykomorowe jak i czterokomorowe nie zapewniały skutecznej eliminacji związków biogennych. W większości przypadków stężenia azotu i fosforu w ściekach oczyszczonych po osadnikach były wyższe niż w ściekach surowych, co oznacza, że pierwiastki te były uwalniane z osadów ściekowych podczas oczyszczania. Doktorantka wraz ze współautorami wnioskuje, że pomimo tego odkrycia osadnik wstępny powinien być podstawowym elementem każdej przydomowej oczyszczalni ścieków, ponieważ zapewnia znaczną redukcję zawiesiny i materii organicznej. Czy doktorantka uważa, że istnieją okoliczności lub warunki, gdy przy dużym wzbogaceniu ścieków w biogeny pochodzące z osadnika istnieje możliwość rezygnacji z oczyszczania wstępnego?

W publikacji P2 przedstawiono wyniki badań efektywności i niezawodności technologicznej oczyszczania ścieków bytowych w dwóch wyżej wymienionych oczyszczalniach hybrydowych. Natężenie przepływu ścieków w wynosiło 0,4 i 1,0 m³/d. W okresie badawczym (2017–2019) wykonano 20 serii analiz i pobrano 60 próbek ścieków. Na podstawie uzyskanych wyników określono efekty usuwania zanieczyszczeń oraz niezawodność

technologiczną, które określono metodą Weibulla. Średnia efektywność usuwania BZT₅ i ChZT wynosiła 96–99%. Nieco mniejsze efekty uzyskano w przypadku usuwania fosforu ogólnego (90–94%), a także zawiesiny ogólnej (80–87%) i azotu ogólnego (73–86%). Analizowane oczyszczalnie charakteryzowały się doskonałą (100%) niezawodnością technologiczną dla wskaźników tlenowych oraz dobrą niezawodnością dla zawiesiny i fosforu ogólnego (87–100%). Nieco niższą odnotowano dla usuwanego azotu ogólnego (35–89%). Wartości te wskazują, że dla terenów przyrodniczo cennych, gdzie niezawodność powinna iść w parze z efektywnością, oczyszczalnie hydrofitowe powinny być pierwszym wyborem projektanta. Czy doktorantka potrafi wytłumaczyć z czego mogą wynikać tak bardzo odbiegające wartości niezawodności dla azotu ogólnego?

W pracy P3 przedstawiono wyniki badań skuteczności i niezawodności technologicznej oczyszczania ścieków bytowych w dwóch przydomowych oczyszczalniach ścieków z osadem czynnym. W latach 2017–2019 wykonano 20 serii analiz i pobrano 40 próbek ścieków. Na podstawie otrzymanych wyników określono skuteczność usuwania podstawowych zanieczyszczeń. Niezawodność technologiczną także i tych obiektów określono metodą Weibulla. Średnie efektywności usuwania BZT₅ i ChZT wynosiły odpowiednio 66–83% i 62–65%. Znacznie mniejsze efekty uzyskano dla zawiesiny ogólnej (17–48%), natomiast skuteczność usuwania fosforu ogólnego i azotu ogólnego nie przekraczała 34%. Analizowane systemy charakteryzowały się niezawodnością usuwania zawiesiny ogólnej, BZT₅ i ChZT w zakresie 76–96%. Jednak niezawodność usuwania azotu i fosforu ogólnego była mniejsza niż 5%. Tym samym w przypadku związków biogenych analizowane oczyszczalnie z osadem czynnym nie gwarantowały, że jakość oczyszczonych ścieków będzie spełniała wymagania polskiego prawa w całym roku hydrologicznym eksploatacji, zwłaszcza na terenach chronionych, gdzie ładunków biogenów powinny być szczególnie zredukowane. Doktorantka i współautorzy zakładają wadliwą pracę tych oczyszczalni w całym okresie badawczym, związaną ze zmiennością ilościową i jakościową ścieków surowych, a także z błędami eksploatacyjnymi. Z czego mogły wynikać te błędy?

Przewodnik zawiera wnioski zebrane z prowadzonych badań. Jest ich siedem:

1. W 4-komorowych osadnikach gnilnych skuteczność usuwania zanieczyszczeń organicznych i biogenych była znacznie wyższa, niż w osadnikach 3-komorowych. W osadnikach 3-komorowych stwierdzono wzrost stężenia azotu ogólnego i fosforu ogólnego na odpływie z osadników.
2. Skład ścieków oczyszczonych mechanicznie wskazuje na niekorzystne relacje pomiędzy wskaźnikami zanieczyszczeń (ChZT:BZT₅, BZT₅:Nog., BZT₅:Pog) z punktu widzenia

ich podatności na rozkład biochemiczny i usuwanie związków biogenych na etapie biologicznym.

3. Hybrydowe systemy hydrofitowe zapewniały znacznie wyższą efektywność usuwania materii organicznej (wyrażonej przez BZT₅, ChZT) i zawiesiny ogólnej, jak również związków biogenych (azot ogólny, fosfor ogólny), niż przydomowe oczyszczalnie ścieków z osadem czynnym. Hipoteza dotycząca analizy porównawczej systemów hydrofitowych hybrydowych oczyszczalni oraz oczyszczalni z osadem czynnym została absolutnie potwierdzona w odniesieniu do oczyszczalni hydrofitowych, a nie potwierdzona w drugim przypadku.
4. Analizowane hybrydowe systemy hydrofitowe zapewniały znacznie wyższą niezawodność technologiczną w zakresie usuwania zanieczyszczeń w porównaniu do systemów z osadem czynnym, przez co zazwyczaj spełniały wymagania odnośnie jakości ścieków oczyszczonych.
5. Jakość ścieków oczyszczonych odpływających z badanych oczyszczalni z osadem czynnym nie zawsze spełniała wymagania jakościowe określone w obowiązujących aktach prawnych.
6. Niedostateczna efektywność i niezawodność technologiczna badanych przydomowych oczyszczalni ścieków z osadem czynnym była spowodowana prawdopodobnie dużą zmiennością ilości i jakości ścieków surowych oraz niewłaściwą eksploatacją.
7. Wyniki badań przedstawione w niniejszej pracy mogą mieć istotne znaczenie praktyczne, co pozwoli na upowszechnienie stosowania hybrydowych hydrofitowych oczyszczalni ścieków w innych parkach narodowych i obszarach chronionych na świecie.

Mają one charakter zarówno poznawczy (wnioski 2, 3 i 6) jak i praktyczny (pozostałe). Są sformułowane w sposób bardzo rzeczowy. Szkoda, że w przewodniku nie zaprezentowano podsumowania całości badań, a tylko omówienie i dyskusję wyników oddzielnie dla poszczególnych publikacji cyklu oraz nie wskazano kierunków dalszych badań.

Uwagi ogólne

Doktorantka wykazała się umiejętnością zaprojektowania i przeprowadzenia badań naukowych. W bardzo dobrym stopniu opanowała współczesne narzędzia i techniki badawcze, wykorzystując je do przeprowadzenia kompleksowych analiz w założonym zakresie. Prowadziła badania terenowe i laboratoryjne, których wyniki wykorzystano w procesie analizy niezawodności funkcjonowania dwóch rodzajów oczyszczalni. Rozprawa ta stanowi kompleksowe omówienie zagadnienia od prostej interpretacji wydajności usuwania

zanieczyszczeń, po analizie możliwości wykorzystania poszczególnych rodzajów oczyszczalni w różnych warunkach fizyko-chemicznych i hydrologicznych dla obszarów chronionych. Zauważyć należy umiejętność pracy zespołowej.

Nie wnoszę innych uwag krytycznych.

Podsumowanie

Uważam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Agnieszki Micek pt.: „Efektywność funkcjonowania i niezawodność technologiczna wybranych przydomowych oczyszczalni ścieków na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego” prezentuje interesujące i nowatorskie wyniki badań. Jest oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego, zaś doktorantka wykazała się ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie naukowej ochrona i kształtowanie środowiska, która stanowi dzisiaj część dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Uzyskane rezultaty mają charakter zarówno naukowy jak i praktyczny, wobec tego stanowią dobrą bazę do dalszych działań. Systematyka opisu eksperymentów, analiza i dyskusja wyników oraz wnioskowanie są prawidłowe. Powyżej wyszczególnione uwagi nie obniżają merytorycznej wartości pracy. Stwierdzam zatem, że rozprawa doktorska mgr inż. Agnieszki Micek pt.: „Efektywność funkcjonowania i niezawodność technologiczna wybranych przydomowych oczyszczalni ścieków na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego”, spełnia wymogi stawiane zwyczajowo i normatywnie pracom doktorskim dlatego też wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Agnieszki Micek do dalszych etapów przewodu doktorskiego.


Prof. dr hab. inż. Piotr Koszelnik