

Wrocław, 19.09.2021 r.

Dr hab. inż. Katarzyna Pawęska, profesor uczelni
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Instytut Inżynierii Środowiska
plac Grunwaldzki 24
50-363 Wrocław

Recenzja

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Elwiry Nowobilskiej-Majewskiej pt.
**„Optymalizacja funkcjonowania reaktora biologicznego w aspekcie zmienności ładunków
zanieczyszczeń dopływających do oczyszczalni w Nowym Targu”**
wykonanej w Katedrze Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej,

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji

Promotor: dr hab. inż. Piotr Bugajski, prof. UR

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Tomasz Kotowski

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę formalno-prawną opracowania stanowi pismo nr 3DIŚIG 520-1/2017-2021 z dnia 14.07.2021 r. przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie prof. dr hab. inż. arch. Piotra Herbuta. Podstawę prawną stanowi art. 190 ust.2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jedn.Dz.U. 2020 poz. 85 ze zm.).

2. Celowość podjęcia tematyki

Nadrzędnym celem oczyszczania ścieków jest ochrona środowiska w tym zasobów wodnych poprzez odprowadzanie do odbiorników ścieków oczyszczonych w stopniu niestwarzającym zagrożenia. W tym celu podejmuje się działania poprawiające stan gospodarki ściekowej zarówno terenów miejskich jak i wiejskich polegające między innymi na budowie systemów kanalizacyjnych, oczyszczalni ścieków. Zmieniający się reżim ilościowy i jakościowy wytwarzanych ścieków powoduje, że istniejące systemy sanitarne powinny charakteryzować się buforem bezpieczeństwa, który zapewni adaptację do zmiennych warunków. Znaczący wpływ na właściwy przebieg procesów oczyszczania w biologicznych układach ma zmienność obciążenia hydraulicznego oraz zmienność obciążenia ładunkiem. Kanalizacje ogólnospławne prowadząc wody ujęte w wyniku spływu jak również znaczący udział ścieków przemysłowych w strumieniu ścieków dopływających do oczyszczalni, a także niekontrolowane zrzuty stanowią wyzwanie w całym procesie oczyszczania. Przedstawiona do oceny rozprawa wpisuje się dobrze w problematykę eksploatacyjną układów oczyszczania ścieków.

Jakkolwiek problem dopływu wód obcych (będących wynikiem opadów) i ich wpływ na efektywność pracy układów/oczyszczalni ścieków jest dość szeroko omawiany i analizowany

w literaturze zarówno przez naukowców jak i eksploatorów, tak zrzuty ścieków przemysłowych z podwyższonymi zawartościami jonów metali ciężkich i ich oddziaływanie na niezawodność pracy reaktora biologicznego oraz kondycję osadu czynnego wciąż stanowią wyzwanie naukowe.

Biorąc pod uwagę problem jaki został nakreślony w przedstawionej rozprawie uważam podjętą tematykę za aktualną i interesującą o potencjale aplikacyjnym.

3. Ogólna charakterystyka i ocena formalna rozprawy doktorskiej

Do oceny przedstawiono rozprawę doktorską Pani mgr inż. Elwiry Nowobilskiej-Majewskiej pt. "Optymalizacja funkcjonowania reaktora biologicznego w aspekcie zmienności ładunków zanieczyszczeń dopływających do oczyszczalni w Nowym Targu" zrealizowaną w Katedrze Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej na Wydziale Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie pod opieką dr hab. inż. Piotra Bugajskiego, prof. UR oraz dr hab. inż. Tomasza Kotowskiego. Przedłożona rozprawa doktorska przygotowana została z zachowaniem typowego układu dla opracowań na stopień naukowy. Składa się z autoreferatu, abstraktu oraz załączników zawierających oświadczenia współautorów oraz kopie artykułów stanowiących cykl publikacji. Łączna liczba stron rozprawy doktorskiej to 112 stron z czego 81 stron stanowią załączniki.

Podstawę rozprawy stanowi spójny tematycznie zbiór oryginalnych prac naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych w okresie 2017-2021:

1. Nowobilska-Malewska E. 2017. *Analiza zmienności stężenia jonów chromu w ściekach dopływających do zbiorczej oczyszczalni w Nowym Targu*. Inżynieria Ekologiczna, 18(XII), 30-35 (punktacja MNiSW – 9 pkt, udział Doktorantki 100%).
2. Bugajski P., Nowobilska-Majewska E., Kurek K. 2017. *The variability of pollution load of organic, biogenic and chromium ions in wastewater inflow to the treatment plant in Nowy Targ*. Journal of Water and Land Development, 35(X-XII), 11-17 (punktacja MNiSW – 14 pkt, udział Doktorantki 75%).
3. Nowobilska-Majewska E., Bugajski P. 2019. *Influence of the amount of inflowing wastewater on concentrations of pollutions contained in the wastewater in the Nowy Targ sewerage system*. E3S Web Conferences 86, 00024 (2019). Ecological and Environmental Engineering 2018 (punktacja MNiSW – 5 pkt, udział Doktorantki 80%).
4. Nowobilska-Majewska E., Bugajski P. 2019. *The Analysis of the Amount of Pollutants in Wastewater after Mechanical Treatment in the Aspect of their Susceptibility to Biodegradation in the Treatment Plant in Nowy Targ*. Journal of Ecological Engineering 28(8), 135-143 (punktacja MNiSW – 40 pkt, udział Doktorantki 75%).
5. Bugajski P., Nowobilska-Majewska E. 2019. *Weibull Analysis of the Reliability of a Wastewater Treatment Plant in Nowy Targ, Poland*. Rocznik Ochrony

- Środowiska 21, 825-840 (punktacja MNiSW – 40 pkt, udział Doktorantki 70%, IF-0,804).
6. Nowobilaska-Majewska E., Bugajski P., Kotowski T. 2020. *Impact of atmospheric precipitation on the volume of wastewater inflowing to the treatment plant in Nowy Targ*. E3S Web Conferences 171, 01009 (2020) (punktacja MNiSW – 5 pkt, udział Doktorantki 70%).
 7. Nowobilaska-Majewska E., Bugajski P. 2020. *The Impact of Selected Parameters on the Condition of Activated Sludge in a Biologic Reactor in the Treatment Plant in Nowy Targ, Poland*. Water 12, 2657 (punktacja MNiSW – 70 pkt, udział Doktorantki 70%, IF-2,554).
 8. Nowobilaska-Majewska E., Bugajski P. 2021. *The determination of limit of tannery wastewater flowing to the wastewater treatment plant in Nowy Targ (Poland) in terms of the impact of chromium concentration on treated wastewater quality*. Desalination and Water Treatment 5, 1-10 (punktacja MNiSW – 100 pkt, udział Doktorantki 65%, IF-0,854).
 9. Nowobilaska-Majewska E., Bugajski P. 2021. *Concept of a New Technological System of a Biological Reactor in a Wastewater Treatment Plant in Nowy Targ in Terms of the Current Quantity and Quality of Wastewater – Case Study*. Journal of Ecological Engineering 22(5), 39-46 (punktacja MNiSW – 40 pkt, udział Doktorantki 75%).

Publikacje przedstawione do oceny w większości opublikowane zostały jako prace zespołowe (8 prac), jedna praca jest pracą indywidualną. W 6 pracach Doktorantka jest pierwszym autorem, w 2 pracach drugim Autorem. Udział Doktorantki w opracowaniu prac zespołowych wynosi średnio 72,5%. Procentowy udział oraz wkład w przygotowanie poszczególnych publikacji potwierdzony został w oświadczeniach współautorów (Załącznik 10.1). Wkład własny Autorki w przygotowanie każdej z publikacji polegał na przedstawieniu pomysłu badań, wykonaniu obliczeń, analiz oraz interpretacji wyników, zebraniu literatury, zebraniu wniosków, wykonaniu obliczeń gabarytów reaktora biologicznego, przygotowaniu manuskryptu do opublikowania.

Publikacje przedstawione jako spójne tematycznie prace, publikowane były w wydawnictwach o zasięgu krajowym (Inżynieria Ekologiczna, Rocznik Ochrony Środowiska, Journal of Water and Land Development, Journal of Ecological Engineering) oraz o zasięgu międzynarodowym (Water, Desalination and Water Treatment). Dwie z prac opublikowane zostały w wydawnictwie zbierającym materiały konferencyjne (E3S Web of Conferences) w zakresie technologiczno-naukowym oraz społeczno-ekonomicznym. Łączna liczba punktów za prace wchodzące w jednotematyczny cykl wynosi 323 pkt. Sumaryczny współczynnik wpływu IF 4,212.

Oprócz zestawienia prac wchodzących w spójny cykl tematyczny w rozprawie Doktorantka przedstawiła podsumowanie swoich badań w formie autoreferatu, który składa się z 9 rozdziałów:

rozdział 1: Wstęp, rozdział 2: Spójny tematycznie zbiór artykułów naukowych, rozdział 3: Cel pracy, rozdział 4: Tezy badawcze, rozdział 5: Materiały i metody badawcze, rozdział 6: Wyniki badań – główna charakterystyka, rozdział 7: Podsumowanie, rozdział 8: Bibliografia, rozdział 9: Abstrakt.

4. Ocena merytoryczna pracy

Ścieki pochodzące z zakładów garbarskich zawierają znaczne ilości chromu i z tego powodu stanowią wyzwanie w procesie biologicznego oczyszczania. Głównymi metodami oczyszczania stosowanymi w zakładach garbarskich są mechaniczne oraz chemiczne podczyszczanie ścieków. Następnie ścieki wprowadzane są do miejskich systemów kanalizacyjnych. Zrzuty ścieków z podwyższonymi stężeniami jonów metali ciężkich mogą być zagrożeniem dla biocenozy osadu czynnego powodując problemy z pobieraniem tlenu, zatrucie organizmów osadu czynnego, a w rezultacie ich śmierć. Problemem naukowym, który Doktorantka postanowiła rozwiązać było określenie wpływu wybranych czynników na sprawność funkcjonowania reaktora biologicznego w oczyszczalni w Nowym Targu w aspekcie optymalizacji procesów determinujących oczyszczanie ścieków. Sformułowała dwie tezy badawcze dotyczące (1) istnienia granicznego stężenia jonów chromu w ściekach poddawanych procesowi oczyszczania biologicznego metodą osadu czynnego, powyżej którego następuje pogorszenie procesów oczyszczania, (2) zmienność ilości i jakości ścieków dopływających do reaktora biologicznego wpływa na kondycję mikroorganizmów osadu czynnego co skutkuje zmniejszonym stopniem redukcji zanieczyszczeń. W celu weryfikacji tez badawczych Doktorantka określiła dwa cele szczegółowe (I) związany z analizą ilości ścieków dopływających do oczyszczalni w Nowym Targu oraz analizą stężeń wskaźników zanieczyszczeń w nich zawartych. Szczegółowej analizie poddano zawartość materii organicznej wyrażonej w postaci BZT₅, ChZT, zawiesiny ogólnej, biogenów: azotu i fosforu ogólnego, oraz jonu metalu ciężkiego: chromu; (II) związany z oceną niezawodności procesu oczyszczania metodą Weibulla, analizą wpływu opadów atmosferycznych na ogólną ilość ścieków dopływających do oczyszczalni, oceną kondycji mikroorganizmów osadu czynnego w odniesieniu do jednostkowej prędkości poboru tlenu (JPPT), określeniem maksymalnej dobowej objętości ścieków garbarskich dopływających do oczyszczalni ścieków w aspekcie wpływu związków chromu na procesy oczyszczania biologicznego, opracowaniem koncepcji projektu układu technologicznego reaktora biologicznego typu Bardenpho w alternatywie do istniejącej technologii SBR.

Obiekt badawczy stanowiła istniejąca oczyszczalnia ścieków w Nowym Targu. Z terenu obszaru objętego kanalizacją do oczyszczalni dopływały ścieki komunalne charakteryzujące się podwyższonymi stężeniami jonów chromu. W rozdziale 5: Materiały i metody badawcze Doktorantka opisuje zarówno system kanalizacyjny oraz oczyszczalnię wraz z zastosowaną technologią. Materiały do badań, których wyniki przedstawione zostały w cyklu publikacji zbierano w dwóch okresach 2006 – 2013 (dane pozyskane od eksploatatora systemu

kanalizacyjnego) oraz 2016 – 2018. W uzupełnieniu zebranych danych Doktorantka przeprowadziła eksperyment laboratoryjny (test OUR), w którym określiła prędkość poboru tlenu przez osad czynny. Wyniki badań przedstawione zostały w rozdziale 6. Zostały one pogrupowane zgodnie z przedstawionymi celami szczegółowymi. Pierwsza część rozdziału zawiera bilans ścieków dopływających do oczyszczalni (ilościowy i jakościowy) wraz z wyznaczonymi współczynnikami nierównomierności. W tej części rozprawy doktorskiej na uwagę zasługuje szczegółowa analiza ładunków zanieczyszczeń w tym zawartość jonów chromu, które bezpośrednio wpływają na skuteczność pracy reaktora biologicznego. W odniesieniu do stężeń jonów chromu Doktorantka zestawia wyniki niezawodności technologicznej określone oprócz chromu dla każdego parametru zanieczyszczeń zestawionego w pozwoleniu wodno-prawym. W następnej części rozdziału zawarto określenie optymalnych parametrów pracy reaktora, co jest związane z głównym celem pracy: zmienność dopływających ścieków, zależności materii organicznej do stężeń biostymulatorów (azotu i fosforu ogólnego), maksymalną dobową objętość ścieków garbarskich, którą układ może przyjąć bez pogorszenia efektywności oczyszczania. Rozdział 6 kończy proponowana koncepcja nowego układu technologicznego reaktora biologicznego.

Rozprawa doktorska zakończona jest rozdziałem 7: Podsumowanie, w którym Doktorantka opisuje główne przesłanki wynikające ze zrealizowanych badań.

5. Uwagi krytyczne i redakcyjne

Po zapoznaniu się z przedstawionym materiałem przedstawiam uwagi krytyczne. Pragnę zaznaczyć, że mają one charakter dyskusyjny, stanowią sugestię, których uwzględnienie może poprawić odbiór pracy, nie umniejszają natomiast jej wartości. Mogą być potraktowane jako wskazówki do dalszych badań prowadzonych w tym obszarze.

1. W rozprawie doktorskiej dość ogólnie potraktowano analizę aktualnego stanu wiedzy dotyczącego wpływu jonów chromu na metabolizm osadu czynnego. Niedosyt budzi rozdział 1: Wstęp, w którym brakuje szczegółowego przeglądu literatury międzynarodowej w zakresie problemów eksploatacyjnych związanych z dopływem ścieków przemysłowych, a w szczególności ścieków z podwyższoną zawartością jonów metali ciężkich. Doktorantka stwierdza, że jony chromu są jednymi z toksycznych pierwiastków, które nie ulegają biodegradacji przez co ich usuwanie z wykorzystaniem biologicznych metod jest utrudnione. Marginalnie potraktowane zostały inne metody oczyszczania jak choćby elektrokoagulacja, adsorpcja przy użyciu sztucznych lub naturalnych adsorbentów, zaawansowane procesy utleniania czy wykorzystanie membran w zestawieniu z metodą osadu czynnego.
2. Taką samą uwagę zwrócić należy na rozdział 6: Wyniki badań – główna charakterystyka. Doktorantka przedstawia w nim wyniki badań uzyskane w okresie realizacji pracy. Wskazane byłoby odniesienie do analogicznych wyników dla innych

układów oczyszczania (dyskusja). Wspomniano przecież w rozprawie, że dopływy zarówno wód obcych jak i zawierających toksyczne dla osadu czynnego jony metali ciężkich stanowią wyzwanie nie tylko dla analizowanej w rozprawie oczyszczalni, ale dla innych obiektów przeznaczonych do oczyszczania ścieków.

3. Kondycja mikroorganizmów osadu czynnego określona została na podstawie testu OUR (Oxygen Uptake Rate) interpretowana jako szybkość respiracji mikroorganizmów biorących udział w podstawowych procesach biologicznego oczyszczania. Obecność jonów metali ciężkich wpływa na liczebność organizmów osadu czynnego, zubażanie struktury gatunkowej. W badaniach realizowanych przez Doktorantkę nie podjęto dodatkowych działań mogących uzupełnić wyniki uzyskane z testu OUR np. ocena zdjęć mikroskopowych, analiza indeksu osadu (IO) czy chociażby zidentyfikowanie ilościowe związków azotu w osadzie czynnym, a przez to określenie aktywności bakterii nityfikujących i heterotroficznyc. Uzupełnienie testu OUR o dodatkowe dane pozwoliłoby na szersze ujęcie kwestii kondycji osadu w aspekcie dopływu ścieków o podwyższonych koncentracjach chromu.
4. Przedstawione w pracy analizy zgodnie z tym na co wskazuje Doktorantka mogą być traktowane jako uniwersalne narzędzie wspomagające prace eksploatorów oczyszczalni. W rozdziale 7: Podsumowanie zabrakło uwypuklenia tego niezwykle ważnego aspektu pracy. Należałoby wyjaśnić jakie są możliwości wykorzystania i wdrożenia opracowanej metody dla innych obiektów pracujących w podobnych warunkach.
5. Należy wyjaśnić jaka jest powierzchnia zlewni zasilających kanalizację w wody obce. Dopiero w Rozdziale 7: Podsumowanie można odszukać informację o występujących na sieci odcinkach ogólnospławnych. Powierzchnia zlewni zasilających sieć w odniesieniu do określonej ilości wód obcych stanowiłaby uzupełnienie bilansu ilościowego ścieków, co może być cenną informacją zarówno dla projektantów, eksploatorów jak i pracowników administracyjnych.
6. Jako jedno z rozwiązań (nie można go niestety uznać za ostateczne rozwiązanie problemu) jest podana przez Doktorantkę koncepcja nowego układu technologicznego. Wybór wskazanego rozwiązania powinien być bardziej uzasadniony. W porównaniu do istniejącego układu będzie on oczyszczał ścieki sprawniej ze związków węgla oraz azotu i fosforu – taki wniosek formułuje Doktorantka (o ile wzrośnie efektywność oczyszczania – tej informacji nie podano w pracy), ale w dalszym ciągu dopływy ścieków bogatych w jony chromu będą stanowić problem eksploacyjny. Doktorantka nie wyjaśnia czy określona wcześniej objętość ścieków przemysłowych $28 \text{ m}^3/\text{d}$ w przypadku nowego układu technologicznego również będzie wartością maksymalną po przekroczeniu której układ zareaguje obniżeniem sprawności.

Uwagi redakcyjne:

1. Rozdział 9. Abstrakt powinien zostać przeniesiony na początek rozprawy.
2. W całym tekście rozprawy pozostawiono samotne litery na końcu wersu.
3. str. 5 jest „zliczyć” powinno być zaliczyć.
4. Doktorantka zamiennie używa określenia: zakłady kuśnierskie oraz zakłady garbarskie. Należy to w pracy ujednoczyć, ponieważ pojęcia te nie są tożsame. Kuśnierz (podając za słownikiem języka polskiego) to rzemieślnik zajmujący się szyciem i naprawą futer, odzieży skórzanej, galanterii futrzanej itp. natomiast garbarz osoba zajmująca się garbowaniem skór czyli wykorzystująca szereg procesów pozwalających doprowadzić surowiec (skórę) do takiego stanu, aby można ją było uznać za wyprawioną, nadającą się do dalszego przetwarzania (kuśnierstwa).
5. str.5 jest „ulegają ciągłym zmianą”, powinno być „ulegają ciągłym zmianom”
6. str. 9 ujednoczyć zapis wymiarów średnic (jest DN=400mm, powinno być DN=400 mm).
7. str. 9 ujednoczyć zapis wartości liczbowych wyrażonych w tysiącach np. raz jest 47537, dwa wersy niżej 116 000.
8. str.9 jest „sedymentacja substancji mineralnych tj. piasek, żwir” powinno być sedymentacja substancji mineralnych tj. piasku, żwiru.
9. str.9 jest „osady czynnego” powinno być osadu czynnego.
- 10.str. 9 ryc. 1 należałoby uzupełnić o dokładniejsze wskazanie na obszarze aglomeracji obszaru zasilania oczyszczalni. Sugerowana zmiana tytułu na: „Lokalizacja oczyszczalni...”
- 11.str.10 Doktorantka wskazuje na wartości dopuszczalnych parametrów zanieczyszczeń na odpływie z oczyszczalni, które zwarte są w pozwoleniu wodno-prawnym i przytoczone w pracy, nie podaje natomiast powołania na ten akt.
- 12.str.10 jest „prowadzono okresie” powinno być prowadzono w okresie.
- 13.str.17 Doktorantka wprowadza pojęcie Jednostkowej Prędkości Poboru Tlenu (o którym mowa jest już wcześniej na str. 8) i opisuje je skrótem JPPT. Na str. 19 i kolejnych to samo określenie opisywane jest już skrótem jppt.
- 14.str. 22 mylące odwołania do pozycji literaturowych, które na str. 6 mają przyporządkowany numer A4 i A7.
- 15.str. 25 jest „zwiększenie kondycji” powinno być poprawę kondycji
- 16.str. 36. dla porządku można podać numeracje stron dla kopii publikacji jako kontynuacje numerowania stron z autoreferatu. Pozwoli się to łatwiej poruszać w dokumencie.

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska stanowi oryginalne i samodzielne rozwiązanie problemu badawczego. Na uwagę zasługuje niezwykle wysoki potencjał aplikacyjny pracy, który wzbogaca i uzupełnia już istniejący stan wiedzy z zakresu problemów eksploatacyjnych układów oczyszczania ścieków w aspekcie zmienności dopływających ładunków zanieczyszczeń. Treść przedstawionej pracy jest zgodna z podanym w tytule i odpowiada przedstawionemu w pracy celowi głównemu i celom szczegółowym. Na podstawie przedstawionego materiału stwierdzam, że postawione tezy badawcze zostały zweryfikowane, a określony problem badawczy rozwiązany. Doktorantka wykazała, iż podczas realizacji pracy pogłębiła swoją wiedzę jak i umiejętności planowania i realizacji badań. Na uwagę zasługuje, że zakres badań obejmował zarówno badania laboratoryjne jak i badania terenowe na istniejącym obiekcie.

Uwzględnivszy powyższe stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Elwiry Nowobilskiej-Majewskiej pt. „Optymalizacja funkcjonowania reaktora biologicznego w aspekcie zmienności ładunków zanieczyszczeń dopływających do oczyszczalni w Nowym Targu” spełnia wymogi stawiane tego typu pracom zawarte w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. - o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz.U. 2017 poz. 1789) zgodnie z Ustawą z dnia 3 lipca 2018 r. - Przepisy wprowadzające ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. poz. 1669, z 2019 r. poz. 39, 534, z 2020 r. poz. 695, 875, 1086). Dlatego też, przedkładam wniosek Panu Przewodniczącemu i Wysokiej Radzie Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o dopuszczenie Pani mgr inż. Elwiry Nowobilskiej-Majewskiej do dalszego etapu przewodu doktorskiego.

Wrocław, 19.09.2021



Dr hab. inż. Katarzyna Pawęska, profesor uczelni