

Białystok, 17.08.2022 r.

dr hab. inż. Dariusz Boruszko, prof. P.B.
Katedra Technologii w Inżynierii Środowiska
Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku
Politechnika Białostocka

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr Anny Tuchołki
pt.: „Modelowanie filtracji osadów ściekowych przez zmianę parametrów
procesu”**

Promotor: dr hab. inż. Mariusz Kowalczyk, prof. P.Cz.

Podstawa formalna recenzji: pismo Pani Kierownik dyscypliny naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka - dr hab. inż. Iwony Zawiei, prof. P Cz. z dnia 12.07.2022 r. znak R.WIIS.BOD.2.2022.3 oraz Uchwała nr 74/2021/2022 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej z dnia 04.07.2022 r. dotycząca powołania mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej Pani mgr Anny Tuchołki pt.: „Modelowanie filtracji osadów ściekowych przez zmianę parametrów procesu” .

Rozprawa, która jest przedmiotem recenzji została przygotowana na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej, w dziedzinie: nauki techniczne, w dyscyplinie: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Przedmiotem recenzji jest szczegółowa ocena, czy rozprawa doktorska spełnia warunki określone w: art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595; z późn. zm) i wymogi Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz postępowaniu o nadanie tytułu profesora z dnia 19 stycznia 2018r. (Dz. U. z 2018r. poz 261). oraz wymogi stawiane rozprawie doktorskiej określone w Regulaminie przeprowadzania postępowań w sprawie nadania stopnia doktora w Politechnice Częstochowskiej (załącznik do Uchwały nr 426/2019/2020 senatu PCz z dnia 30 czerwca 2020r.). Wymogiem ww. artykułu jest, aby rozprawa doktorska spełniała następujące warunki: stanowiła oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub oryginalne dokonanie artystyczne oraz wykazywała ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej, a także pokazała umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej. Recenzja została napisana pod kątem sprawdzenia powyższych wymogów Ustawy.

1. Podstawowe informacje o Kandydatce

Wykształcenie:

- 2016-2022 – Studia doktoranckie na Politechnice Częstochowskiej, Wydział Infrastruktury i Środowiska, Kierunek Inżynieria Środowiska, Dyscyplina Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.
- 2019 – Ukończenie studiów magisterskich na Politechnice Częstochowskiej, Wydział Infrastruktury i Środowiska, Kierunek Biotechnologia, Dyscyplina Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.
- 2019 – Ukończenie Studium Kształcenia i Doskonalenia Nauczycieli Politechniki Częstochowskiej.
- 2016 – Ukończenie Szkoły Policealnej Policealne Studium Rachunkowości i Controllingu dla Dorosłych w Częstochowie.
- 2015 – Ukończenie studiów magisterskich na Politechnice Częstochowskiej, Wydział Infrastruktury i Środowiska, Kierunek Inżynieria Środowiska w specjalności Biotechnologia ścieków i utylizacja odpadów, Dyscyplina Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.
- 2014 – Ukończenie studiów inżynierskich na Politechnice Częstochowskiej, Wydział Infrastruktury i Środowiska, Kierunek Inżynieria Środowiska w specjalności Zaopatrzenie w wodę i odprowadzanie ścieków, Dyscyplina Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Publikacje:

- 2022 – „Implementation cycle of a wastewater treatment plant modernization project as an element of sewage sludge management” *Procedia Computer Science* (w przygotowaniu)
- 2022 – „Conditioning and drying of sewage sludge as part of the management of co-fermentation processes” *Procedia Computer Science* (w przygotowaniu)
- 2021 – „Oczyszczanie ścieków z przemysłu mleczarskiego w aspekcie bezpieczeństwa mikrobiologicznego” *Materiały Konferencyjne IX Ogólnopolska Konferencja Interdyscyplinarna EUREKA On-line, 10.06.2021.*
- 2021 – „Wpływ dodatku polielektrolitu i substancji mineralnych w procesie filtracji ciśnieniowej na liczebność ogólną bakterii w osadach ściekowych po osadniku wstępnym” *Poszerzamy Horyzonty, Tom XXIII.*
- 2020 – „Zagrożenia związane z konsumpcją wody wodociągowej” *Poszerzamy Horyzonty, Tom XXII.*
- 2020 – „Procesy filtracyjne w odwadnianiu osadów ściekowych” *Materiały Konferencyjne Omnibus VI. Kraków, 23-24.11.2020.*
- 2020 – „Procesy filtracyjne w odwadnianiu osadów ściekowych” *Poszerzamy Horyzonty, Tom XX.*

- 2019 – „Możliwości zastosowania biolugowania w przeróbce osadów ściekowych”: Materiały Konferencyjne Environmental Protection and Energy Conference EPAE 2019.
- 2018 – „Changes in Sewage Sludge Filtration Efficiency under Variable Conditioning Factors” Inżynieria i Ochrona Środowiska, Nr 21 (3)2018, s. 303 – 314

Projekty naukowe:

- 2021 – 2020 – Badanie zmian współczynnika ściśliwości kondycjonowanych osadów ściekowych w procesie odwadniania w ramach badań statutowych Politechniki Częstochowskiej BS/MN – kierownik badań.
- 2020 – 2019 – Badanie zmian współczynnika ściśliwości kondycjonowanych osadów ściekowych w procesie odwadniania w ramach badań statutowych Politechniki Częstochowskiej BS/MN – kierownik badań.
- 2019– 2018 – Badanie zmian współczynnika ściśliwości kondycjonowanych osadów ściekowych w procesie odwadniania w ramach badań statutowych Politechniki Częstochowskiej BS/MN – kierownik badań.

Konferencje:

- 2021 – Interdyscyplinarna Konferencja Omnibus VII, 08-09.02.2021, Kraków, Publikacja referatu + wystąpienie on-line
- 2021 – IX Ogólnopolska Konferencja Interdyscyplinarna EUREKA on-line, 12.01.2021, Internet, Publikacja referatu + uczestnictwo on-line
- 2020 – Interdyscyplinarna Konferencja Omnibus VI, 23-24.11.2020, Kraków, Publikacja referatu + uczestnictwo on-line
- 2020 – Interdyscyplinarna Konferencja Omnibus IV, 20-21.08.2020, Kraków, Konferencja on-line, prezentacja materiału + forum dyskusyjne
- 2020 – Dzień otwarty on-line na Politechnice Częstochowskiej
- 2020 – Wirtualny festiwal nauki.
- 2019 - Environmental Protection and Energy Conference EPAE 2019 – VII konferencja Ochrona Środowiska i Energetyka, 06.12.2019 Gliwice, Publikacja referatu + wystąpienie.
- 2018 – „Oczyszczalnie ścieków i gospodarka osadowa – Uczelnie dla Przemysłu”, prezentacja plakatu + forum dyskusyjne.

2. Celowość podjęcia tematu

Sposób zagospodarowania osadów ściekowych w Polsce w ostatnich latach uległ głębokim zmianom. Dzięki regulacjom prawnym zdecydowanie zmalała ilość osadów ściekowych magazynowana na składowiskach odpadów i na terenach oczyszczalni. Aktualnie w Polsce potencjały energetyczne i nawozowe osadów są mocno niedocenione i niewykorzystane w stosunku do obecnych możliwości

technologicznych oraz stanu wiedzy i nauki. Podstawowym problemem gospodarki osadowej jest bardzo negatywne postrzeganie osadów jako olbrzymiego zagrożenia dla naszego zdrowia i życia.

Podjęcie bazujące na wykorzystaniu metody produktowej uwzględniającej analizę ryzyka stosowania osadów obserwowane jest w wielu krajach o dużych potencjałach badawczo-rozwojowych, takich jak: USA, Wielka Brytania, Francja, Dania, Hiszpania i inne. Tam zazwyczaj potencjały nawozowe są bardziej wykorzystywane niż termiczne. Planowane w krajach UE strategie zmierzają do utrzymania wysokiego poziomu wykorzystania potencjału nawozowego osadów w rolnictwie, przy jednoczesnym zwiększeniu znaczenia procesów stabilizacji i higienizacji.

Usunięcie wody z osadów jest kluczowe z racji zmniejszenia objętości i masy osadu oraz zwiększenia koncentracji zawartych w nim substancji czy zwiększeniu kaloryczności na jednostkę masy. Nadmiar wody przeszkadza w utylizacji lub dalszej obróbce osadu. Podatność osadu na odwadnianie jest mocno uzależniona od jego właściwości fizyko-chemicznych. Często w celu poprawy efektywności odwadniania osady ściekowe poddaje się uprzedniemu kondycjonowaniu. Kondycjonowanie może obejmować wiele pojedynczych procesów zarówno fizycznych jak i chemicznych polegających na dodawaniu do osadu określonych związków chemicznych mających wpływ na jego późniejszą odwadnialność.

Stąd też uważam, że podjęcie tematu badawczego nad hybrydową metodą kondycjonowania osadów ściekowych, łączącą zastosowanie polielektrolitu z innymi dodatkami, w tym przypadku: cementu, gipsu, popiołu i zeolitu, za aktualne i celowe.

Zapotrzebowanie na tego typu badania jest duże. Ważny jest także aspekt praktyczny. Opracowana w dysertacji hybrydowa metoda kondycjonowania osadów ściekowych spowodowała wzrost efektywności procesu odwadniania tj. procesu filtracji ciśnieniowej, co umożliwiła wdrożenie opracowanej metody w ciąg technologiczny przeróbki osadów ściekowych obiektów rzeczywistych.

3. Informacje wstępne – struktura formalna dysertacji

Przedstawiona do recenzji rozprawa obejmuje 178 stron, łącznie z 34 tabelami i 85 rysunkami. Pracę podzielono na 7 rozdziałów z licznymi podrozdziałami oraz spis literatury, wszystko w prawie klasycznym układzie. Bibliografia obejmuje 87 pozycji literaturowych w języku polskim i angielskim. Zdecydowana część (40) została napisana w języku angielskim. Również większość cytowanych prac powstała po roku 2000, natomiast z ostatnich 5 lat pochodzi 5 pozycji. Zestawienie obejmuje zarówno uznane czasopisma naukowe (polskie i zagraniczne), jak i raporty naukowe bądź dokumenty oraz rozporządzenia polskie i Unii Europejskiej. Wykorzystana literatura jest zróżnicowana tematycznie i związana z treścią pracy. Zasadniczą część pracy stanowią: wprowadzenie, część teoretyczna, teza, cel i zakres badań, metodyka badań, wyniki badań i ich analiza oraz wnioski końcowe.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Recenzowana rozprawa posiada znaczną wartość naukową, poznawczą oraz praktyczną. Dotyczy ważnego zagadnienia możliwości wzrostu efektywności odwadniania komunalnych osadów ściekowych i możliwości skutecznego modelowania procesu ich filtracji za pomocą sztucznych sieci neuronowych.

Ogólnie w mojej opinii układ pracy jest prawidłowy – zachowuje właściwe proporcje pomiędzy poszczególnymi częściami zgodnie z ogólnie przyjętymi standardami.

Wprowadzenie jest nakreślonym ogólnie uzasadnieniem podjęcia tematu badań. Wprowadza w problematykę odwadniania osadów ściekowych i procesów wspomagających.

W przeglądzie literatury, stanowiącej część teoretyczną (rozdział I) Doktorantka w sposób poprawny przedstawiła aspekty prawne związane z komunalnymi osadami ściekowymi, charakterystykę osadów ściekowych i omówiła proces odwadniania i kondycjonowania oraz sposoby zagospodarowania osadów ściekowych. Następnie dokonała charakterystyki poszczególnych najważniejszych parametrów procesów odwadniania i kondycjonowania. Kolejny rozdział dotyczy zagadnień możliwości wzrostu efektywności filtracji osadów ściekowych. Doktorantka słusznie zauważa, że sama filtracja jest procesem złożonym i pomimo licznych badań, trudno wyznaczyć jej jednoznaczny model matematyczny łączący w sobie wszystkie czynniki określające proces oraz, że poprawa procesu odwadniania osadów ściekowych może wynikać nie tylko z wdrożenia nowych metod technologicznych, ale również z optymalizacji parametrów już znanych i stosowanych procesów. Uważam, że przegląd literatury jest staranny i w pełni charakteryzujący aktualny stan wiedzy przedmiotu rozprawy doktorskiej.

W rozdziale II przedstawiono tezę pracy:

- *„Dodatek substancji mineralnych do osadów ściekowych kondycjonowanych środkami chemicznymi powoduje zmniejszenie ich ściśliwości dzięki temu niweluje wzrost oporu hydraulicznego przegrody filtracyjnej, a co za tym idzie nie zmniejsza wydajności i prędkości procesu filtracji ciśnieniowej”.*

Przyjęto przy tym, określone w rozdziale II, następujące cele:

Cel naukowy:

- *„Badania interakcji między zawartymi w osadach ściekowych zdestabilizowanymi kłaczkami kondycjonowaniem chemicznym, a dodatkiem substancji mineralnych na obniżenie współczynnika ściśliwości i utrzymanie określonej wydajności i prędkości procesu filtracji”.*

Cel użytkowy:

- *„Utrzymanie wysokiej wydajności procesu filtracji i zahamowanie wzrostu oporu przegrody filtracyjnej jak i warstwy placka (zjawisko kolmatacji) przez zmianę*

współczynnika ściśliwości prowadzi do efektywniejszego odprowadzenia wody zawartej w osadach ściekowych”.

W rozdziale III omówiono obiekt badań i przedstawiono metodykę prowadzonych badań technologicznych i analitycznych. Przeprowadzone badania technologiczne dotyczyły przebiegu procesu filtracji ciśnieniowej prowadzonej w sposób konwencjonalny oraz wspomaganej odmiennymi metodami kondycjonowania. Substratem badań były osady ściekowe (wstępne, mieszane i przefermentowane) pochodzące z komunalnej oczyszczalni ścieków „Warta” S.A. znajdujące się w Częstochowie przy ulicy Srebrnej.

Do wspomagania procesu kondycjonowania osadów ściekowych zastosowano dodatki takie jak: cement, popiół, gips, zeolit. Do wspomagania działania substancji mineralnych zastosowano również polielektrolit w łączonych metodach kondycjonowania. Filtrację ciśnieniową przeprowadzono na urządzeniu do laboratoryjnej filtracji ciśnieniowej.

Pierwszy etap badań przeprowadzono pod kątem doboru rodzaju i dawki organicznych środków kondycjonujących.

Drugi etap badań przeprowadzono pod kątem wpływu łączonych metod kondycjonowania osadów ściekowych na zmianę współczynnika ściśliwości oraz wybranych parametrów filtracji ciśnieniowej. W pkt. 4 Doktorantka przedstawiła zakres analiz fizyczno-chemicznych. W pkt. 7 i 8 natomiast zakres zastosowania sieci neuronowych i statystycznej analizy wyników.

W rozdziale IV Doktorantka omówiła uzyskane wyniki badań. Wyniki badań zostały zestawione w postaci tabel i zilustrowane graficznie na wykresach. Początkowo były to wyniki wpływu dawki różnych polielektrolitów na zmiany czasu ssania kapilarnego osadów ściekowych. Do dalszych badań wybrano słabo kationowy organiczny flokulant Superfloc® C- 494 w dawce 2,5 mg/g s.m.o. jako czynnik wspomagający w metodach łączonych dawkowanie substancji mineralnych.

Kolejno były to zmiany parametrów filtracji ciśnieniowej (ciśnienie filtracji, wydajność, prędkość przy przebiciu placka osadu, opór filtracji) i zmiany właściwości osadów ściekowych (uwodnienie, współczynnik ściśliwości) dla różnych kombinacji łączonych metod kondycjonowania osadów ściekowych. W punkcie 3 Doktorantka przedstawiła i omówiła wyniki badań dotyczące zmian zawartości ogólnego węgla organicznego w wodzie nadosadowej.

Kolejność przedstawienia i omawiania wyników badań jest analogiczna do metodyki badań. Doktorantka postarała się w sposób jasny i czytelny przedstawić dużą ilość obliczeń i wyników tak, aby przy całej różnorodności analiz i wielowątkowości pracy pokazać wyniki jako pewien monolit.

Rozdział V to ocena efektywności odwadniania osadów ściekowych. Doktorantka zdecydowała się wprowadzić pojęcie efektywności odwadniania rozumianej jako ilość wody możliwej do usunięcia z osadu ściekowego w danych warunkach prowadzenia procesu. Wielkość ta, zdaniem Doktorantki, pozwoliła na

stworzenie korelacji między wydajnością filtracji a uwodnieniem końcowym osadu po procesie filtracji.

W rozdziale VI podjęto się budowy za pomocą sztucznych sieci neuronowych modelu regresyjnego opisującego zmianę współczynnika ściśliwości, uwodnienia końcowego oraz wydajności podczas prowadzenia procesu filtracji ciśnieniowej w zależności od wartości przyjętych zmiennych objaśniających (wejściowych). Zbiór obejmował 256 przypadków parametrów wpływających na zmianę badanych wielkości. Budując model sieci neuronowej w celu regresji opisującej zmianę współczynnika ściśliwości jako zmienne wyjściowe wybrano zbiór parametrów wpływających na jakość przygotowania osadów przed odwadnianiem oraz zmienne procesu filtracji. Zbudowano kilka sieci neuronowych, następnie do dalszej analizy wybrano sieć charakteryzującą się najwyższym współczynnikiem korelacji. Sieci jako zmienne wejściowe o największej wrażliwości wybrały: sposób kondycjonowania osadów, rodzaj osadów, dawkę substancji kondycjonujących, oraz ciśnienie procesu.

Po przeprowadzeniu testu na stworzonej sieci stwierdzono, że sieć neuronowa może stanowić znakomite narzędzie do prognozowania wyników współczynnika ściśliwości.

Rozdział VII to wynikające z treści całej rozprawy wnioski. Analiza wniosków potwierdza, iż Autorka osiągnęła postawione sobie cele i potwierdziła podaną tezę pracy.

Na podstawie uzyskanych wyników badań odnotowano pozytywny wpływ działania badanych metod kondycjonowania tj. dodatku polielektrolitów flokulujących, jak również dla różnych kombinacji łączonych metod kondycjonowania osadów ściekowych, na wzrost efektów odwadniania. Potwierdzono też, że zastosowanie metod hybrydowych kondycjonowania osadów przed procesem odwadniania, wpływa na utrzymanie wysokiej wydajności procesu filtracji i zahamowanie wzrostu oporu przegrody filtracyjnej jak i warstwy placka (zjawisko kolmatacji) przez zmianę współczynnika ściśliwości i prowadzi do efektywniejszego odprowadzenia wody zawartej w osadach ściekowych.

Celem łączenia metod kondycjonowania było wygenerowanie dodatkowych interakcji między zawartymi w osadach ściekowych zdestabilizowanymi kłaczkami wywołanych kondycjonowaniem chemicznym, a dodanymi substancjami mineralnymi, dzięki czemu proces filtracji przebiegł bardziej efektywnie. Połączenie kondycjonowania polielektrolitami z dodatkiem różnych substancji mineralnych pozwoliło zmniejszyć współczynnik ściśliwości do przedziału 0,25 – 0,40 i jednocześnie w procesie filtracji osiągnąć najlepsze efekty odwodnienia osadów.

Uwagi szczegółowe do pracy:

Ad. I Przegląd literatury

- część teoretyczna rozprawy jest stosunkowo duża i obejmuje 45 stron. Pewnym uzasadnieniem tak obszernego przeglądu literatury jest oczywiście zakres dysertacji i podejmowanych w niej zagadnień;
- część rysunków zamieszczona w tym rozdziale jest mało czytelna, m.in. rys. 1 str. 13, rys. 15 str. 39, rys. 16 str. 40, wynika to prawdopodobnie ze słabej rozdzielczości kopiowanych schematów, korzystniej byłoby je samodzielnie edytować;
- podobnie część rysunków jest nieadekwatnie podpisana np. rys. 13. na str. 34 opisany "Zastosowanie metod filtracji wg występujących zanieczyszczeń" w istocie dotyczy różnych metod oczyszczania nie tylko filtracji;
- praca zawiera nieliczne błędy edytorskie, np.: str. 36 wiersz 5, jest „osady”, powinno być „osadów”;
- drobne błędy stylistyczne np.: str. 10 jest „W roku 2008 wg Dyrektywy 2008/98/WE rozszerzono definicję osadu ściekowego uznając za niego każdą substancję lub przedmiot, których pozbywa się, zamierza pozbyć lub też został zobowiązany do pozbycia się podmiot posiadający [3].”, str. 18 jest „Dodatkowym problemem może być wysoka wilgotność spalin sprzyjająca się wykraplaniu wilgoci i przyspieszaniu korozji urządzeń bądź przewodów spalinowych [19].”, str. 27 jest "Wynik badań ukazują, że dawka 1g środka Tween-20 na dm³ przy 20% udziale zaszczepu bakterii biologicznych spadek współczynnika odporności osadu na filtrację do poziomu 0,81*10¹² m/kg.", str. 52 jest „Odpadowe, produkujące biogaz inny niż rolniczy tj. pochodzący z surowców z oczyszczalni ścieków lub innych źródeł nierolniczych oraz biogaz z surowców.....”;

Ad. II Cel i zakres badań

- w mojej ocenie tytuł rozdziału powinien brzmieć „Teza, cel i zakres badań” adekwatnie do treści tam zawartych;
- w mojej ocenie teza pracy wymaga drobnej korekty, na następujące brzmienie „Dodatek substancji mineralnych do osadów ściekowych kondycjonowanych środkami chemicznymi powoduje zmniejszenie ich ściśliwości dzięki temu niweluje wzrost oporu hydraulicznego przegrody filtracyjnej, a co za tym idzie powoduje zwiększenie wydajności i prędkości procesu filtracji ciśnieniowej.”, co udowodniono w pracy i zawarto we wnioskach końcowych.
- w mojej ocenie w celu utylitarnym pracy należy podkreślić, że „Celem poznawczym pracy było wskazanie wyższej skuteczności działania skojarzonej metody kondycjonowania.....”;
- schemat przedstawiający etapy prowadzonych badań rys. 26 str. 56 nie obejmuje wszystkich badań i analiz opisanych w dalszej części rozprawy, co przecież ujmuje Doktorantce ilości prac, które faktycznie włożyła w część badawczą. Niemniej jednak schemat bardzo ładnie obrazuje ogromny zakres prac włożonych przez Autorkę rozprawy.

Ad. III. Obiekt badań i metodyka badawcza

- na str. 57 w tabeli nr 3 podano charakterystykę badanych osadów, nie podano natomiast z jakiego okresu (przedziału czasowego) pochodzą te badania i źródła badań. Wymaga to wyjaśnienia.

- w punkcie 3.2. str. 58 podano dawki mineralnych środków kondycjonujących zastosowane w badaniach prowadzonych przez Doktorantkę, tj. 0,4 i 0,8 g/500 cm³ osadów ściekowych, nie podano natomiast z czego wynikały przyjęte dawki. Czy były poprzedzone badaniami wstępnymi podobnie jak to miało miejsce przy ustaleniu rodzaju i dawki polielektrolitu zastosowanego w badaniach. Ponadto zastosowane dawki mineralnych środków kondycjonujących podano w „nietypowych” jednostkach tj. na 500 cm³, a nie na 1 litr (1000cm³) jak ma to zwyczajowo miejsce. Wymaga to wyjaśnienia.

- w mojej ocenie rysunki 29-34 są zbędne. Zazwyczaj w pracach zamieszcza się fotografie lub schematy wytworzonych układów badawczych, a nie urządzeń pomiarowych, czy szkła laboratoryjnego użytego w badaniach (eksykator, pH metr, waga, suszarka, piec). Wydają się, że wystarczające jest podanie informacji o: nazwie, rodzaju, symbolu użytych urządzeń pomiarowych.

- w mojej ocenie pkt. 3.7 Sieci neuronowe, prawie w całości (poza ostatnim akapitem) zawiera treści teoretyczne nieadekwatne w rozdziale dotyczącym obiektu badań i metodyki badawczej. Te treści mogłyby się znaleźć w rozdziale I Przegląd literatury;

- w punkcie 3.8. Statystyczna analiza wyników i niepewności pomiarów bezpośrednich przedstawiono m.in. metody oceniania niepewności pomiarowych przydatne w pomiarach bezpośrednich (zwanym także pomiarami prostymi), kiedy to wartości mierzone są odczytywane bezpośrednio ze skali miernika. Czy w niniejszej rozprawie odnosząc się do uzyskanych wyników pomiarów w trakcie prowadzonych badań zastosowano powyższe metody. Wymaga to wyjaśnienia.

- drobne błędy edycyjne, np. rys. 29 str. 60 podpisano „Odmierzane związki organiczne odpowiednio 0,4 i 0,8 gram (cement, zoolitu, popiół po spalaniu węgla kamiennego, gips) [opracowanie własne]”. – to są związki mineralne.

Ad. IV. Wyniki i ich analiza

- w mojej ocenie w pkt. 4.1. Dobór rodzaju i dawki organicznych środków kondycjonujących pierwszy akapit dotyczy użytej metodyki ustalenia najkorzystniejszej dawki dodawanego przy kondycjonowaniu osadów polielektrolitu i powinien zostać przeniesiony do rozdziału III Obiekt badań i metodyka badawcza;

- niektóre rysunki np. 43 – 45, 47, 49, 53, 54 obrazujące zmiany parametrów w czasie badań mają nie pełną legendę, która prawdopodobnie została „przycięta” podczas wstawiania ich w tekst rozprawy;

- nie ustrzeżono się kilku drobnych błędów edycyjnych, np. w tab. 8 str. 85 występuje powtórzenie słowa „wstępne”;

Ad. V. Ocena efektywności odwadniania osadów ściekowych.

Doktorantka zdecydowała się wprowadzić pojęcie efektywności odwadniania rozumianej jako ilość wody możliwej do usunięcia z osadu ściekowego w danych warunkach prowadzenia procesu. Wielkość ta, zdaniem Doktorantki, pozwoliła na stworzenie korelacji między wydajnością filtracji a uwodnieniem końcowym osadu po procesie filtracji.

- w mojej ocenie w zastosowanej zależności $V_k = Q * \frac{100 - U_{wo}}{100} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \right]$ gdzie:

Q – wydajność filtracji [kg/(m² h)] to ilość masy odwodnionego osadu w ciągu jednostki czasu pracy filtru, przypadająca na jednostkę powierzchni filtracyjnej. ,

U_{wo} – uwodnienie końcowe osadu [%];

Założono, że V_k to ilość wody usunięta z osadu [kg/(m² h)], Wymaga to wyjaśnienia.

Ad. VI. Modelowanie procesu filtracji

- w mojej ocenie rys. 82, 84 i 85 przedstawiające graficzne zestawienie wyników testowania sieci neuronowych powinny być nieco większe, co poprawiłoby ich czytelność.

Ad. VII. Wnioski końcowe

Rozdział ten stanowi krótkie podsumowanie w formie 7 wniosków końcowych. Wnioski końcowe zostały sformułowane poprawnie i wynikają przede wszystkim z rezultatów badań i modelowania za pomocą sztucznych sieci neuronowych. Pośrednio korespondują również z celami i tezą pracy.

Uzyskane wyniki przeprowadzonych badań i modelowania są bardzo dobrą podstawą do przeprowadzenia dyskusji i podsumowania, których w mojej ocenie w niniejszej rozprawie zabrakło. Dyskusja wyników stanowi istotną część rozpraw naukowych jak i ma ogromny wpływ, na jakość i wartość naukową i praktyczną rozprawy. Poprzez konfrontację własnych rezultatów z danymi cytowanymi z literatury Autorka mogłaby też krytycznie odnieść się do uzyskanych wyników, a także wskazać wynikające z tej oceny kierunki dalszej pracy badawczej. Porównanie wyników uzyskanych przez Autorkę, z rezultatami zbliżonych badań innych autorów, pomogłoby również w sformułowaniu wniosków.

Przedstawione uwagi głównie natury formalnej i redakcyjnej nie wpływają na końcową ocenę merytoryczną pracy. Dysertację oceniam pozytywnie. Przedstawione uwagi mają w większości charakter dyskusyjny co wynika ze złożoności podjętej tematyki badawczej. Wskazane niedociągnięcia wynikają w dużym stopniu z tego, że rozprawa obejmowała bardzo szeroki zakres badań. Ilość włożonej pracy w czasie wykonywania badań, prowadzenia eksperymentu, opracowywaniu wyników i pisaniu pracy robi bardzo pozytywne wrażenie.

5. Końcowa ocena rozprawy

Przedstawiona powyżej charakterystyka i analiza rozprawy doktorskiej upoważnia mnie do wysokiej oceny, zarówno wybranej tematyki, jak i sposobu zrealizowania postawionego zadania. Koncepcja i zakres pracy w bardzo dobrym stopniu wpisują się w dyscyplinę naukową inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Moim zdaniem praca stanowi oryginalne rozwiązanie jasno sprecyzowanego problemu naukowego. Oceniana rozprawa świadczy o dużych umiejętnościach Doktorantki w organizowaniu badań, opanowaniu metod badawczych oraz możliwości samodzielnego rozwiązania postawionego celu badawczego i właściwego wnioskowania na podstawie dużej ilości wyników. Z analizy rozprawy widać wyraźnie, że w: prowadzenie doświadczenia, przeprowadzenie analiz badawczych, zebranie i opracowanie wyników, włożono bardzo dużo pracy. Stąd też wyrażam głębokie przekonanie, że przedstawiony Mi do recenzji materiał ma duży potencjał i stanowi wartościową rozprawę naukową.

Należy zauważyć, że praca bazuje na obszernym, starannie dobranym materiale źródłowym krajowym i zagranicznym, co świadczy o dobrym rozeznaniu Doktorantki w przedmiocie badań.

Chciałbym podkreślić, że recenzowana rozprawa charakteryzuje się aktualnością tematu, oparta jest na nowoczesnej wiedzy, a jej wyniki mają duże znaczenie dla praktyki w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Przedłożona do oceny rozprawa pt. „Modelowanie filtracji osadów ściekowych przez zmianę parametrów procesu” w pełni odpowiada wymaganiom określonym w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 nr 65 poz. 595 z późn. zm) i wymogom Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz postępowaniu o nadanie tytułu profesora z dnia 19 stycznia 2018r. (Dz. U. z 2018r. poz 261).

Podsumowując, wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej o przyjęcie rozprawy Pani mgr Anny Tuchołki pt.: „Modelowanie filtracji osadów ściekowych przez zmianę parametrów procesu” oraz dopuszczenie Autorki do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

dr hab. inż. Dariusz Boruszko, prof. PB



