

**dr hab. inż. Dorota Papciak, prof. uczelni**

Rzeszów, dn.30/11/2022

Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury

Zakład Oczyszczania i Ochrony Wód

35-959 Rzeszów, ul. Powstańców Warszawy 12

e-mail:dpapciak@prz.edu.pl

## **RECENZJA**

**ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR INŻ. MACIEJA POTYRALLI**

**pt. „ Ocena zmienności chemicznych parametrów jakości wody w systemie wodociągowym”**

**promotor pracy:** dr hab. inż. Małgorzata Wojtkowska, prof. PW

### **Podstawa formalna sporządzenia recenzji**

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Macieja Potyralli została przygotowana na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki na Wydziale Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska z dnia 18 października 2022.

### **Podstawę prawną stanowi**

- umowa o dzieło zawarta z Wydziałem Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej reprezentowanym przez Dziekana Wydziału dr hab. inż. Pawła Popielskiego, prof. uczelni.

### **Charakterystyka i ocena rozprawy doktorskiej**

Recenzowana rozprawa liczy 220 stron tekstu z wykazem bibliografii, streszczeniem rozprawy w języku polskim i angielskim oraz wykazem skrótów i oznaczeń. Ponadto w pracy

zamieszczono spis tabel, rysunków. Praca posiada prawidłowy i charakterystyczny dla rozpraw doktorskich układ. Zawiera siedem rozdziałów, w tym: przegląd literatury, tezy, cel i zakres pracy, metodykę badań wraz z charakterystyką obiektów badawczych, wyniki badań oraz podsumowanie i wnioski. Układ pracy i jej strukturę należy uznać za poprawne.

### **Ocena celu i zastosowanych metod badawczych**

Celem pracy była ocena zmienności parametrów wody w systemie wodociągowym miasta stołecznego Warszawy. Część literaturowa dobrze wprowadza w tematykę rozprawy. Spis literatury obejmuje ważne pozycje polskie i zagraniczne (185 poz.), a ich liczba jest wystarczająca dla opisu omawianego zagadnienia. W części literaturowej doktorant omówił w sposób ciekawy, syntetyczny i logiczny czynniki wpływające na stabilność fizyczną, chemiczną i mikrobiologiczną wody wodociągowej. Opisał zjawisko wtórnego zanieczyszczenia wody w systemie dystrybucji, ze szczególnym uwzględnieniem etapów powstawania biofilmu i związanego z tym ryzyka utraty bezpieczeństwa zdrowotnego i technicznego oraz możliwości zastosowania metod geostatystycznych do wyznaczania obszarów o zwiększonym ryzyku zmian parametrów jakościowych wody wodociągowej. Tę część pracy należy ocenić pozytywnie, bowiem w sposób przejrzysty i merytorycznie poprawny doktorant wprowadził w tematykę rozprawy i poprawnie zdefiniował zarówno cele, jak i zakres pracy.

Metody badawcze dobrano poprawnie. Jednak część pracy związana z opisem metod badawczych została przygotowana nieco chaotycznie, w moim odczuciu brak jest uporządkowania i logicznego ich przedstawienia. Część metodyczna zawiera bardzo szczegółowe (w mojej opinii zbyt szczegółowe) informacje dotyczące obiektu badań, zastosowanego modelu hydraulicznego, metod kalibracji i kryteriów kalibracji oraz szczegółowy opis programu WaterGEMS do modelowania sieci wodociągowej. Zastosowanie metody geostatystycznej – Krigingu w badaniu korelacji przestrzennych umożliwiających szacowanie wartości w miejscach niepróbkowanych na podstawie wartości zmierzonych, w sąsiadujących punktach pomiarowych jest bardzo ciekawe i stanowi element nowości rozprawy.

## Ocena omówienia wyników

Opis wyników badań (rozdział 5) doktorant rozpoczął od przedstawienia struktury materiałowej sieci wodociągowej w Warszawie (rozdz. 5.1) i rozkładu występowania awarii (rozdz. 5.2.). W zależności od średnicy przewodów, Doktorant omówił rozkład uszkodzeń przewodów wodociągowych w zależności od przyczyny: rodzajów korozji, nieszczelności połączeń oraz pęknięć, a także od rodzaju nawierzchni. Kolejny rozdział (5.3.) to analiza wariantów inwestycyjnych sieci wodociągowej dla dzielnic Wawer i Białołęka z uwzględnieniem modelu hydraulicznego i analizą prawdopodobnego rozkładu ciśnienia z dodatkowym zapotrzebowaniem na wodę oraz analizą przepływu wody w nowo zaprojektowanych rurociągach. Proszę uzasadnić dlaczego do szczegółowego opisu wybrano te dzielnice pomimo, że w metodyce jako obiekt badań przedstawione było miasto stołeczne Warszawa.

Kolejne etapy to modelowanie, polegające na dostosowaniu wariogramu teoretycznego do eksperymentalnego celem weryfikacji wybranych modeli teoretycznych z uwzględnieniem niezależnego testu punktów próbkowania i przeprowadzenie walidacji krzyżowej dla danej metody szacowania. Ze znanych metod wybrano metodę krigingu, która jest związana z szacowaniem wartości podanego parametru dla danego punktu pomiarowego biorąc pod uwagę wartości sąsiednich punktów. Symulacje komputerowe przeprowadzono za pomocą oprogramowania komputerowego WaterGEMS.

W kolejnych podrozdziałach 5.4.1. do 5.4.10 doktorant przedstawia wyniki badań parametrów wody w różnych punktach sieci wodociągowej zaopatrywanej przez różne zakłady produkcji wody (temperatura, barwa, mętność, przewodnictwo elektrolityczne, odczyn pH, zawartość żelaza, chlorków, chloru wolnego i dwutlenku chloru). Na rysunkach pokazano rozkłady przestrzenne wyników pomiarów w poszczególnych punktach sieci wodociągowej w czasie jednego roku oraz obliczono błędy estymacji dla poszczególnych rozkładów przestrzennych kontrolowanych parametrów. Pewien niedosyt budzi brak opisowej interpretacji sporządzonych rozkładów przestrzennych uzyskanych wyników.

Należy też podkreślić, że oprócz badania samej korelacji ważna jest również analiza przyczynowo-skutkowa takich zależności, bo zależność może istnieć między parą analizowanych zmiennych, ale istotniejszym jest określenie przyczyny takiej zależności. I tu zauważam brak objaśnień przyczynowo-skutkowych i zależności w odniesieniu do badań własnych jak i literaturowych.

W kolejnym szóstym rozdziale Autor zaprezentował podsumowanie wyników pracy. Podsumowanie pozwala udowodnić postawione tezy ale zabrakło wskazania przyczyn zmiany kontrolowanych parametrów i ich powiązania z awaryjnością sieci, z ciśnieniem i prędkością przepływu wody w rurociągu itp.

Wnioski zaprezentowane w rozdziale siódmym mają charakter opisowego podsumowania rozprawy. Należy stwierdzić, że mają one uzasadnienie w uzyskanych w pracy wynikach, chociaż należałoby je bardziej uszczegółowić (nie powinny być powielane treści z części literaturowej rozprawy) i powinny dać precyzyjną odpowiedź na postawione tezy i cele pracy. Rozdział „Wnioski końcowe” w niniejszej rozprawie kończy ocena dotycząca kierunków zastosowań modelu geostatystycznego w praktyce przedsiębiorstw wodociągowych i wspomagania procesu inwestycyjnego, brak jest wskazania kierunków dalszych badań.

### **Informacje o nieprawidłowościach**

Praca została napisana poprawnym językiem. Nie stwierdziłam istotnie niepoprawnych konstrukcji zdaniowych. Wykresy przedstawiające wyniki badań w odpowiedni sposób podsumowują procesy badawcze, jednak w mojej opinii są mało czytelne i niejednokrotnie brak ich omówienia i interpretacji przez autora. Uważam, że w załączniku powinny być zamieszczone wszystkie uzyskane wartości pomiarowe. Zestaw tabel został opracowany i dobrany właściwie, ale zabrakło bardzo istotnego tabelarycznego zestawienia w podsumowaniu rozprawy i graficznego zobrazowania zależności co znacznie ułatwiłoby doktorantowi sformułowanie końcowych wniosków. Rysunki są nieczytelne a brak ich interpretacji znacznie utrudnia zrozumienie sensu ich zamieszczenia. Brak jest porównania otrzymanych wyników i wniosków z wynikami innych badaczy. W Polsce (i nie tylko) były prowadzone badania podobne do opisanych w rozprawie.

Wnikliwa lektura rozprawy pozwoliła na sformułowanie kilku pytań i uwag o charakterze merytorycznym i dyskusyjnym. Pojawiły się następujące kwestie, na które chciałabym zwrócić uwagę Doktoranta podczas publicznej obrony rozprawy doktorskiej:

#### **Metodyka badań:**



Proszę sprecyzować stwierdzenie: „badano wodę na sieci”. Czy parametry wody badano za pomocą przyrządów pomiarowych online czy wodę pobierano do badań? Jeżeli tak, to w jaki sposób i czy uwzględniano wiek wody?

#### **Wyniki badań:**

1. Czy woda wprowadzana do systemu wodociągowego jest stabilna fizycznie, chemicznie i biologicznie? (proszę odpowiedź uzasadnić)
2. Czy w trakcie prowadzenia badań zaobserwowano wpływ sposobu uzdatniania wody na stabilność wody wodociągowej?
3. Czy w trakcie prowadzenia badań zaobserwowano wpływ sposobu uzdatniania wody na zmiany jakości wody w systemie wodociągowym (w stosunku do kontrolowanych parametrów)?
4. Czy podczas prowadzenia badań woda w punktach kontrolnych spełniała wymagania dla wody przeznaczonej do picia w zakresie kontrolowanych parametrów?
5. Jaki wpływ na rozkład awarii sieci wodociągowej ma jakość wody i materiał zastosowany do jej dystrybucji? Pytanie wynika z faktu, że autor dosyć szczegółowo opisuje strukturę materiałową podsystemu dystrybucji i podaje liczbę awarii spowodowanych korozją.
6. Które z badanych obszarów należą do grupy o zwiększonym ryzyku zmian parametrów jakościowych wody wodociągowej miasta Warszawy?

#### **Wnioski:**

proszę wyjaśnić i uzasadnić stwierdzenie zawarte we wnioskach (str 197 wiersz 3) „Woda o podwyższonych zawartościach wskaźników (lepiej byłoby użyć sformułowania „o podwyższonych parametrach fizykochemicznych”) nie będzie spełniać kryteriów stabilności chemicznej i biologicznej”. **A co ze stabilnością fizyczną?**

**-Proszę przedstawić kierunki dalszych badań**

#### **Informacje praktycznego zastosowania uzyskanych wyników i ocena wartości naukowej rozprawy**

Przedstawiona do recenzji praca doktorska Pana mgr inż. Macieja Potyralli bardzo dobrze wpisuje się w aktualną problematykę ustalenia przyczyn i szacowania ryzyka pogorszenia jakości wody na potrzeby bezpieczeństwa funkcjonowania podsystemu

dystrybucji. W czasie transportu do odbiorcy często następuje pogorszenie jej jakości, powodowane uwalnianiem zdeponowanych osadów i związków chemicznych. Istotny jest wpływ zmian warunków hydraulicznych, takich jak natężenie przepływu czy prędkość przepływu. Nieregularne zmiany jakości dostarczanej do konsumentów wody mogą powodować utratę stabilności fizycznej, chemicznej i biologicznej stwarzając zagrożenie zdrowotne i problemy estetyczne związane z mętnością, barwą oraz smakiem i zapachem.

Metody geostatystyczne wykorzystane przez doktoranta umożliwiają analizę pracy podsystemu dystrybucji wody, zwiększenie skuteczności zarządzania przedsiębiorstwem i podejmowanie decyzji inwestycyjnych w przedsiębiorstwach wodociągowych.

Analiza zmian jakości wody jest przydatna do ustalenia przyczyn i podejmowania środków zaradczych w celu minimalizacji wtórnego zanieczyszczenia wody w systemie dystrybucji. W wyniku przeprowadzonych obliczeń wyznaczono obszary podwyższonych wartości parametrów chemicznych. Przeprowadzone badania i analizy pozwalają na stworzenie modelu umożliwiającego ułatwienie procesu projektowania i wybór rozwiązania umożliwiającego wyeliminowanie niewłaściwych inwestycji. Wykorzystanie poprawnie wykonanego modelu pozwala na przetestowanie różnych rozwiązań inwestycyjnych, ograniczenie występowania awarii i poprawy sprawności zarządzania systemem dystrybucji.

## **Wniosek końcowy**

Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska spełnia wymagania zawarte w ustawie z dnia 20-07-2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dziennik Ustaw 2018 poz. 1668 z późniejszymi zmianami) tj. stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego a Autor wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie naukowej „Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka” oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

W związku z powyższym **wniosuję do Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie mgr inż. Macieja Potyralli do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**



dr hab. inż. Dorota Papciak, prof. PRZ