

dr hab. inż. Tomasz Bergel, prof. URK
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kollątaja w Krakowie
al. A. Mickiewicza 21
31-120 Kraków

RECENZJA
rozprawy doktorskiej mgr Jarosława Pacieja
pt. „Wykorzystanie narzędzi informatycznych DSS
do budowy elementów
systemu bezpieczeństwa zdrowotnego wody”
Promotor: prof. dr hab. inż. Izabela Zimoch

1. Podstawa opracowania recenzji rozprawy doktorskiej

Podstawę formalną przygotowania recenzji rozprawy doktorskiej mgr Jarosława Pacieja pt. „*Wykorzystanie narzędzi informatycznych DSS do budowy elementów systemu bezpieczeństwa zdrowotnego wody*” stanowi uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Politechniki Śląskiej z dn. 22 czerwca 2023 r., oraz pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka prof. dr hab. inż. Andrzeja Rusina z dn. 3 lipca 2023 r.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy – ocena układu rozprawy doktorskiej wraz z informacją o jej poszczególnych częściach

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Jarosława Pacieja wraz z załącznikiem liczy łącznie 181 stron, w tym 26 stron stanowi załącznik. Integralnym elementem rozprawy są streszczenia w języku polskim i angielskim. Praca zawiera elementy graficzne w postaci 16 rysunków i 73 tabel w głównej części dysertacji oraz 148 rycin stanowiących zawartość załącznika, które powiązane są z prezentowanymi treściami rozprawy. Bibliografia przedmiotowej dysertacji obejmuje 214 pozycji.

Uwzględniając charakter i zakres rozprawy należy stwierdzić, że posiada ona właściwy układ. Można w nim wydzielić trzy zasadnicze części.

Część pierwszą, mającą charakter rozważań teoretycznych, obejmującą strony 4-50 stanowią rozdziały: rozdział 1 – *Wprowadzenie*, rozdział 2 – *Przegląd literatury* oraz rozdział 3 – *Teza, cel i zakres pracy*.

Część drugą – analityczną, zawierającą się na stronach 51-126 stanowią treści: rozdziału 4 – *Model badawczy*, rozdziału 5 – *Przedmiot badań*, rozdziału 6 – *Implementacja modelu WiMPAR*, którą przedstawiono dla systemu zaopatrzenia w wodę miasta Jaworzno oraz rozdziału 7 – *Dyskusja wyników*.

Część trzecią rozprawy zawierającą się na stronach 127-131 stanowią treści rozdziału 8 – *Podsumowanie* oraz rozdziału 9 – *Kierunki dalszych badań*.

3. Zakres i ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

3.1. Ocena zastosowanego piśmiennictwa w ramach rozprawy

Literatura przedmiotowej dysertacji obejmuje 214 pozycji, w tym 184 opracowania naukowe w postaci artykułów i monografii (86%). Pozostałe elementy bibliografii stanowią akty prawne i wytyczne (17 pozycji) oraz teksty internetowe (13 pozycji). Wśród opracowań naukowych, opracowania autorów zagranicznych stanowią 123 pozycje (67%), natomiast 50 pozycji (27%) przytoczonej literatury to opracowania z ostatnich 10 lat.

W dokonanym przeglądzie literatury, stanowiącym treść rozdziału 2, Pan mgr Jarosław Paciej wydzielił 3 uzupełniające się obszary tematyczne, poruszające tematykę z zakresu:

- systemów GIS w przestrzennej analizie danych,
- zarządzania ryzykiem,
- systemu zapewnienia bezpieczeństwa wody na podstawie legislacji krajowej.

W tym ostatnim obszarze Doktorant skupił się na kompetencjach i zakresie obowiązków dostawców wody wynikających z legislacji krajowej, strukturze kontroli urzędowej oraz strukturze kontroli wewnętrznej podmiotów realizujących zaopatrzenie w wodę.

Doktorant przeprowadził dogłębną analizę stanu wiedzy prezentowanej w krajowej i światowej literaturze w obszarze zagadnień badawczych dotyczących problematyki zagrożeń jakości wody do spożycia. Zwrócił uwagę, że mimo sporych nakładów finansowych na funkcjonowanie zarówno urzędowej kontroli, jak i kontroli wewnętrznej prowadzonej przez podmioty realizujące zbiorowe zaopatrzenia w wodę, brak jest integracji prowadzonych działań i wniosków, mogących wspomóc zarządzanie szeroko rozumianą gospodarką wodną, zgodnie z ideą zrównoważonego rozwoju. Szansą na poprawę sytuacji są szybko rozwijające się technologie informacyjne, takie jak bazy danych, sztuczne sieci neuronowe czy geograficzne systemy informacyjne (GIS), bowiem połączenie badań monitoringowych z podejściem analizy przestrzennej zwiększa efektywność podejmowanych działań.

Doktorant stwierdził, że wykorzystując współczesne technologie informatyczno-informacyjne, można opracować narzędzia analityczne, w których system GIS stanowi platformę integrującą systemy analizy ryzyka. Wykorzystując możliwości analityczne, które oferują bazy danych oraz stosując zaawansowane techniki GIS, budowane są systemy DSS (Decision Support Systems), których głównym zadaniem jest efektywne dostarczenie informacji do szybkiego podjęcia decyzji.

W dalszej części rozprawy Doktorant podkreślił, że celem wdrażania procedur zarządzania ryzykiem dostaw wody jest minimalizacja wystąpienia zdarzeń niepożądanych generujących zagrożenia, jak i również potwierdzenie kompetencji operatora, gwarantujących wysoki poziom świadczonych usług wodociągowych. Autor dokonał bardzo szczegółowej charakterystyki metod oceny ryzyka, zwracając uwagę na korzyści i ograniczenia warunkujące zastosowanie poszczególnych ich rodzajów. Zwrócił także uwagę, że kwestie zaopatrzenia w wodę i jakości wody w kranie u konsumenta są regulowane w Polsce aktami prawnymi, które nakładają na dostawców wody określone obowiązki zmierzające do zapewnienia bezpieczeństwa wody, w tym: konieczność przeprowadzenia analizy ryzyka celem stwierdzenia zasadności ustanowienia terenu ochrony bezpośredniej i pośredniej ujęcia wody czy obowiązek prowadzenia kontroli wewnętrznej jakości wody. To właśnie wewnętrzna kontrola jest integralną częścią działalności przedsiębiorstw wodociągowych, bowiem stanowi podstawowe i bieżące narzędzie pozwalające zweryfikować prawidłowość prowadzenia eksploatacji systemu zaopatrzenia w wodę (SZW) czy potwierdzić, iż dostarczana woda jest bezpieczna dla konsumentów. Zgodnie z zapisami prawa krajowego,

nieodzownym elementem zapewnienia bezpieczeństwa dostaw jest również urzędowa kontrola w zakresie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, sprawowana przez organy Państwowej Inspekcji Sanitarnej, które posiadają wyłączną kompetencję do oceny jakości wody i wydania decyzji o jej przydatności.

Podsumowując tą część rozprawy stwierdzam, że Doktorant dokonał bardzo wnikliwego i trafnego wprowadzenia w problematykę zagrożeń jakości wody do spożycia, metod szacowania ryzyka i możliwości ograniczenia skutków zagrożeń dla jakości wody przy wykorzystaniu m. in. narzędzi informatycznych. Wykorzystując zakrojone na szeroką skalę studia literaturowe, wskazał szerokie spektrum zastosowania GIS, wady i zalety różnych metod analizy i oceny ryzyka, a także aspekty wewnętrznej i zewnętrznej kontroli jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. W pewnych fragmentach tej części pracy czytelnik ma jednak wrażenie, że Autor w swoich rozważaniach wychodzi za szeroko poza główny nurt pracy i porusza się na zbyt dużym poziomie szczegółowości (np. opis modelu DRASTIC czy systemu HACCP).

3.2. Celowość podjęcia tematu – wskazanie oraz ocena celu i tez badawczych

Uzasadniając celowość podjęcia tematu, Doktorant na podstawie przeprowadzonego bardzo obszernego przeglądu literatury i legislacji krajowej bardzo słusznie stwierdza, że aspekt jakości wody interpretowany jest najczęściej jedynie jako zgodność z obowiązującymi wartościami parametrycznymi określonymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (RMZ) bez dogłębnej analizy uwarunkowań i czynników determinujących potencjalne przekroczenia tych wartości, a podsystemy ujmowania, uzdatniania i dystrybucji wody są traktowane często jako oddzielne elementy, niemające ze sobą związku przyczynowo skutkowego. Z kolei zarządzanie ryzykiem eksploatacji systemów zaopatrzenia w wodę (SZW) w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa dostaw wody jest prowadzone w większości przypadków metodą intuicyjną, opartą głównie na doświadczeniach pracowników. Doktorant zauważa również, że dostępne możliwości analityczne systemów gis'owych nie są w pełni wykorzystywane, np. do integracji danych w celu prowadzenia dogłębnych wieloczynnikowych analiz wspierających procesy decyzyjne, lecz GIS w przedsiębiorstwach wodociągowych jest najczęściej wykorzystywany do inwentaryzacji sieci wodociągowych i kanalizacyjnych, a także wizualizacji danych pochodzących z innych systemów, np. ze SCADA czy modelu hydraulicznego. Doktorant dostrzega tym samym, że brak uwzględniania integracji poszczególnych elementów SZW w codziennych procedurach eksploatacyjnych i kontrolnych jest absolutnie podejściem błędnym i niezgodnym z zasadami zarządzania ryzykiem. Stwierdza brak w literaturze przedmiotu kompleksowej metodyki wyznaczania obszarów wrażliwych na utratę bezpieczeństwa wody wraz ze zdefiniowaniem tych obszarów w przestrzeni.

Na podstawie tych spostrzeżeń i przemyśleń Doktorant stawia tezę, iż współczesny postęp rozwoju narzędzi informatycznych oraz powszechny dostęp do baz danych (GESUT – uzbrojenie terenu, PRG – Państwowy Rejestr Granic, BDOO – Baza Danych Obiektów Ogólnogeograficznych, CLC – Corine Land Cover (pokrycie terenu), NMT – Numeryczny Model Terenu, KIEG – Krajowa Integracja Ewidencji Gruntów, KIMP – Krajowa Integracja Miejscowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego, EGIB – Ewidencja Gruntów i Budynków, mapy powodziowe) pozwala na opracowanie wieloparametrycznego modelu przestrzennej analizy ryzyka (WiMPAR) bezpieczeństwa dostaw wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi z wykorzystaniem geograficznego systemu informacyjnego.

Aby udowodnić przyjętą tezę, Doktorant formułuje ambitny cel naukowy pracy, którym jest budowa modelu analitycznego WiMPAR opartego na danych opisowych i przestrzennych z wykorzystaniem narzędzi IT oraz GIS, służącego do typowania obszarów wrażliwych na utratę bezpieczeństwa dostaw wody do konsumenta. Osiągnięcie założonego celu warunkuje realizacja celów szczegółowych, takich jak:

- wytypowanie zmiennych w wieloparametrycznym modelu przestrzennej analizy ryzyka (WiMPAR) utraty bezpieczeństwa dostaw wody, obejmujące swym zakresem kontrolę urzędową, jakość wody, interwencje na jakość wody, lokalizację obiektów priorytetowych (wrażliwych), charakterystykę strukturalną i funkcjonalną podsystemu dystrybucji wody oraz jego niezawodność,
- określenie warunków progowych dla zmiennych w wieloparametrycznym modelu przestrzennej analizy ryzyka (WiMPAR) celem kategoryzacji zmiennych i interpolowania ich w geograficznych systemach informatycznych,
- weryfikację proponowanego modelu WiMPAR w ocenie ryzyka dla wybranego systemu zaopatrzenia w wodę (Wodociągi Jaworzno Sp. z o. o),
- opracowanie map ryzyka dla SZW Jaworzna.

Uwzględniając powyższe należy stwierdzić, iż rozprawa doktorska Pana mgr Jarosława Pacieja bez wątplenia trafnie wpisuje się we współczesny nurt złożonych badań eksploatacyjnych systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę oraz odpowiada aktualnym potrzebom gospodarki i tematyce naukowo-badawczej z zakresu niezawodności takich systemów.

3.3. Wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych

Przechodząc do oceny części badawczej pracy, należy zauważyć bardzo przemyślany i konsekwentny tok postępowania Doktoranta.

Swoje prace naukowe mgr Paciej rozpoczął od podania założeń modelu badawczego, które są determinowane wcześniej omówionymi krajowymi uwarunkowaniami legislacyjnymi, regulującymi zasady kontroli jakości wody w SZW, a także ustawą o statystyce publicznej, w której określono podział urządzeń wodociagowych na pięć kategorii, w zależności od dobowej wydajności (Q) systemu wodociagowego, który to podział determinuje z kolei częstotliwość kontroli jakości wody dostarczanej konsumentom w ramach kontroli wewnętrznej. Zauważa przy tym, że obecnie brak jest jakichkolwiek procedur, instrukcji typowania lokalizacji miejsc kontroli jakości wody, czy też zwiększenia minimalnej częstotliwości wykonywania tej kontroli, pozwalających zgodnie z zasadami zarządzania ryzykiem prowadzić analizę dynamiki zmian jakości wody w czasie jej transportu do konsumenta, celem identyfikacji źródeł zagrożeń. Brak jest również odniesienia do czasu w jakim woda jest przetrzymywana w podsystemie dystrybucji wody i powiązania tej zmiennej z istotą kontroli.

Proponowany przez Doktoranta model badawczy dedykowany jest SZW zaopatrującym jednostki osadnicze zamieszkałe przez co najmniej 5 000 ludzi lub dystrybuujące w ciągu doby powyżej 1 000 m³ wody. To ograniczenie Doktorant uzasadnia faktem, że systemy te stanowią reprezentatywny obiekt badań, pozwalający na zgromadzenie niezbędnego zestawu informacji w postaci baz danych o minimalnej ilości próbek wody pobranych w ramach kontroli urzędowej oraz wykonanych badań w ramach prowadzenia kontroli wewnętrznej, w przeciwieństwie do „małych” SZW (o dobowej wydajności poniżej 1 000 m³), które ze względu na niewielką ilość wykonanych badań w ramach monitoringu jakości wody, nie pozwalają na zbudowanie modelu

analitycznego reprezentującego potencjalną zmienność jakości dostarczanej wody do konsumenta w ciągu roku, determinowaną m.in. zmianami sezonowymi jakości wody w ujęciu, warunkami eksploatacyjnymi, czy też incydentami występującymi w procesach eksploatacji SZW.

W dalszej kolejności Doktorant dokonał bardzo szczegółowej charakterystyki i procedury postępowania z danymi przestrzennymi, której efektem było wyznaczenie obszarów przynależnych do danego punktu kontroli, który pozwala na prowadzenie złożonych ocen przyczyn i zakresu potencjalnych zmian jakości wody transportowanej do konsumenta. Granice tych obszarów zostały wyznaczone z wykorzystaniem algorytmu *polygonów Thiessena* i *Mapy Voronoï*. W dalszej części omówił analizy statystyczne zastosowane w procedurach kategoryzacji danych, począwszy od weryfikacji jednorodności zbiorów danych, do kategoryzacji zmiennych oraz podziału i przyporządkowania wag poszczególnym zakresom wartości cechy zmiennych. Te analizy Doktorant przeprowadził w programie Statistica 12.

Opracowany model WiMPAR, jako element DSS, służący do wyznaczania wizualizacji map przestrzennej analizy ryzyka został opisany algorytmem, w którym wydzielono 6 etapów, obejmujących działania: od zdefiniowania założeń analizy aż po kategoryzację ryzyka – wyznaczenie obszarów wrażliwych na utratę bezpieczeństwa zdrowotnego wody.

W dalszej części charakterystyki modelu badawczego WiMPAR, Doktorant szczegółowo omówił jego parametry wraz z ich charakterystyką, kwantyfikacją opartą na metodach statystycznych oraz integracją skategoryzowanej informacji danych opisowych z danymi przestrzennymi. Do parametrów tych zaliczono parametr: intensywności kontroli, interwencji i skarg konsumentów, powierzchni polygonu jednostkowego obszaru badawczego, narażenia utraty bezpieczeństwa wody, interpolowanej struktury konsumentów wody, niezawodności technicznej oraz obszarów priorytetowych. Weryfikację założeń modelu badawczego Autor przeprowadził dla wybranych SZW województwa śląskiego w podziale na okres obserwacji (rok kalendarzowy) w horyzoncie czasowym pięciu lat. W wyniku przeprowadzonych dotychczas etapów weryfikowania założeń modelu, Doktorant dochodzi do ostatniego kroku – wyznaczenia klas ryzyka (tolerowane, kontrolowane, nieakceptowalne), dla których podaje proponowane procedury dalszego postępowania eksploatatora.

Na potwierdzenie aplikacyjnego charakteru rozprawy, Doktorant w ostatnim etapie swoich badań, zgodnie z przyjętą procedurą metodyki badawczej przedstawił implementację parametrów modelu WiMPAR dla SZW miasta Jaworzno. Przeprowadzona analiza, potwierdziła skuteczność i poprawność prowadzonych działań eksploatacyjnych SZW, który obecnie nie wymaga podejmowania żadnych dodatkowych działań. Potwierdzeniem efektywności i poprawności eksploatacji tego systemu, a równocześnie wyników implementacji zastosowanego modelu WiMPAR są oceny o przydatności wody do spożycia przez ludzi, które były wydawane corocznie w okresie badawczym przez Państwowego Powiatowego Inspektora Sanitarnego w Jaworznie.

Uważam, że podjęty problem naukowy prezentowany w ocenianej pracy jest bardzo istotny i aktualny. Obszar rozważań przedstawiony w pierwszej – teoretycznej części pracy, pozwolił Doktorantowi podkreślić istotę podjętego tematu badawczego, a także sformułować tezę i cel naukowy. Słuszność zdefiniowanej tezy wykazał poprzez bardzo przemyślaną metodykę badawczą, obejmującą studia literaturowe, wskazanie problemu badawczego, opracowanie założeń modelu WiMPAR, weryfikację i testowanie parametrów modelu na grupie wybranych SZW i w końcu jego implementację dla SZW miasta Jaworzno. Treść rozdziału 4 – *Model badawczy* niejako prowadzi czytelnika „za rękę” poprzez bardzo szczegółowy i wnikliwy opis przyjętych etapów tworzenia modelu WiMPAR i weryfikacji jego parametrów. Wszystkie etapy opracowania modelu, w mojej

opinię zrealizowano właściwie, a zastosowane metody i narzędzia badawcze zostały dobrane prawidłowo, umożliwiając osiągnięcie zarówno celu naukowego jak i praktycznego. Uwagi dyskusyjne dotyczące tej części rozprawy zawarłem w rozdziale 4 niniejszej recenzji.

W mojej ocenie opracowany model WiMPAR stanowi bardzo istotny wkład w rozwój badań ukierunkowanych na wzrost poziomu niezawodności i bezpieczeństwa dostaw wody do konsumentów. Wykorzystuje narzędzia informatyczne, a w szczególności geograficzne systemy informacyjne do budowy elementów wspomagania systemu zarządzania ryzykiem dostaw wody. Pozwala na opracowanie kompleksowej metodyki wyznaczania obszarów wrażliwych wraz ze zdefiniowaniem tych obszarów w danej lokalizacji przestrzeni. Potencjalne jego wdrożenie przez przedsiębiorstwa wodociągowe, może przyczynić się do zapewnienia wysokich standardów jakości wody gwarantujących bezpieczeństwo zdrowotne konsumentów.

3.4. Ocena omówienia wyników badań

Integralnym elementem części analitycznej przedmiotowej dysertacji są rozdziały: 6 – *Implementacja modelu WiMPAR* oraz 7 – *Dyskusja wyników*. Są to rozdziały pracy, w których Pan mgr Jarosław Paciej prezentuje wyniki wdrożenia opracowanego modelu w wybranym systemie wodociągowym, a następnie je analizuje i ocenia w kontekście postawionej tezy i założonego celu naukowego pracy. Przez pryzmat tych dwóch rozdziałów, a także rozdziału 8 – *Podsumowanie*, należy ocenić umiejętność omawiania i interpretacji przez Doktoranta wyników prowadzonych prac badawczych, a także wyciągania wniosków.

Zgodnie z przyjętą procedurą metodyki badawczej, Autor dokonał próby wdrożenia opracowanego modelu WiMPAR dla SZW Jaworzna, która miała na celu wyznaczenie ryzyka oraz sporządzenie przestrzennego rozkładu wyznaczonych kategorii ryzyka, który umożliwił identyfikację obszarów wrażliwych na utratę bezpieczeństwa zdrowotnego wody. Podczas kolejnych kroków implementacji modelu, Doktorant wykazał się umiejętnością logicznego i poprawnego pod względem merytorycznym wnioskowania. Przeprowadzona dyskusja otrzymanych wyników, świadczy o umiejętności Doktoranta analizowania i krytycznego oceniania wyników badań naukowych. Szkoda, że Autor nie zdecydował się na odniesienie swoich wyników do badań innych autorów zajmujących się analizowaną tematyką. W prowadzonych badaniach, Doktorant wykazał się pogłębioną wiedzą nie tylko w zakresie eksploatacji systemów wodociągowych, ale także legislacji, systemów GIS-owych i analiz statystycznych.

Uzyskane rezultaty badań w postaci opracowanego i zweryfikowanego na konkretnym przykładzie SZW modelu WiMPAR, upoważniły Doktoranta do sformułowania wniosku, że przedstawione w modelu rozwiązania stanowią rozszerzenie i uzupełnienie procedur i algorytmów zarządzania ryzykiem dedykowanych systemom zaopatrzenia w wodę, a sam model umożliwia kompleksową ocenę funkcjonowania danego systemu zaopatrzenia w wodę, zarówno pod kątem spełnienia obowiązków eksploatatora SZW jak i organu z zakresu zdrowia publicznego.

Na podkreślenie zasługuje wskazanie przez Doktoranta kilku potencjalnych kierunków dalszych badań naukowych związanych z podjętą tematyką. Jednym z nich jest rozwój modelu poprzez uwzględnienie szerszej charakterystyki parametrów oraz implementowanie do modelu innych parametrów. Innym kierunkiem możliwych badań wskazanym przez Doktoranta jest zastosowanie proponowanego algorytmu WiMPAR w budowanych systemach zarządzania ryzykiem dostaw wody w całym łańcuchu dostaw wody, również jako narzędzia wspomagającego zarządców SZW w podejmowaniu decyzji, np. o modernizacji czy przebudowie wskazanego elementu SZW. Kolejnym kierunkiem badań jest możliwość testowania scenariuszy dla predefiniowanych

warunków (parametrów). Takie zastosowanie umożliwi testowanie przygotowania dostawców wody oraz organów odpowiedzialnych za zarządzanie kryzysowe na zdarzenia potencjalnie kryzysowe, które mogą zakłócić dostawy wody. Proponowany model WiMPAR może stanowić również podstawy do budowy systemów predykcyjnych niezawodnych dostaw bezpiecznej wody korzystając z funkcjonalności, np.: sieci neuronowych czy sztucznej inteligencji.

Podsumowując merytoryczną ocenę rozprawy pragnę wskazać, iż w mojej opinii opracowany przez Pana mgr Jarosława Pacieja wieloparametryczny model przestrzennej analizy ryzyka (WiMPAR) bezpieczeństwa dostaw wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Tematyka badawcza rozprawy wpisuje się w szeroki obszar badań związanych z analizą niezawodności oraz bezpieczeństwa funkcjonowania SZW. Ponadto, rezultaty zadania badawczego, którego realizacji podjął się Doktorant mają potencjał aplikacyjny, bowiem zaproponowany model badawczy WiMPAR może stanowić narzędzie wspierające eksploatatora SZW w procedurach zarządzania ryzykiem oraz w procesie decyzyjnym, zarówno w czasie rzeczywistym jak i w czasie podejmowania decyzji operacyjnych.

4. Ważniejsze uwagi dyskusyjne i redakcyjne

W mojej ocenie przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska jest obszerna pod względem zdefiniowanego zakresu prac badawczych. Uzyskane wyniki badań pozwoliły Doktorantowi w pełni na osiągnięcie założonego celu naukowego i potwierdziły postawioną tezę badawczą. W pracy pojawiły się pewne „potknięcia” rodzące wątpliwości lub/i pytania, niemające jednak istotnego wpływu na końcową ocenę rozprawy doktorskiej. Ważniejsze z nich, o charakterze dyskusyjnym przedstawiam poniżej:

1. Mówiąc o założeniach opracowanego modelu badawczego (str. 53) Autor stosuje podział systemów zaopatrzenia w wodę na podstawie wydajności (Q) na dwie grupy, tj. $Q < 1000 \text{ m}^3/\text{d}$ i $Q > 1000 \text{ m}^3/\text{d}$ pomimo, iż zapisy Rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi uwzględniają podział SZW na 5 klas (tab. 4.1.). Proszę o wyjaśnienie tych rozbieżności.
2. Na str. 68 Autor podaje, że: „Zgodnie z zapisami kolejnych Rozporządzeń Ministra Zdrowia miejsca pobierania próbek wody do badań, równomiernie rozmieszczone na całym obszarze zaopatrzenia w wodę, są zlokalizowane m. in. w miejscach, w których woda jest wprowadzana do sieci, a także w sieci wodociągowej”. Proszę wyjaśnić, czy Autor uwzględnił w „Parametrze intensywności kontroli PIK” oba te miejsca.
3. Na str. 69 Autor pisze: „W opracowanym modelu badawczym zaproponowano budowę parametru intensywności kontroli (PIK) w każdym z N wydzielanych jednostkowych obszarów badawczych, który jest wyznaczany dla pb-tych punktów planowej urzędowej kontroli jakości wody dla j-tego okresu badawczego w obszarze funkcjonowania SZW”. Proszę wyjaśnić, dlaczego definiując założenia „Parametru intensywności kontroli PIK” Doktorant zastosował wyłącznie punkty urzędowej kontroli jakości wody bez uwzględnienia kontroli wewnętrznej jakości wody realizowanej przez przedsiębiorstwo wodociągowe?
4. Dlaczego w tabeli 4.21. (str. 87) Doktorant zaproponował wartość pierwszego progu klasyfikacji czasu trwania niezgodności jakości wody z normatywem prawnym (RMZ) na poziomie aż 7 dni, skoro zanieczyszczenie mikrobiologiczne może być przyczyną zatrucia ostrego?

5. Jak ocenia Pan realne szanse na opracowywanie analiz ryzyka dostaw wody w małych SZW (poniżej 1000 m³/d)?

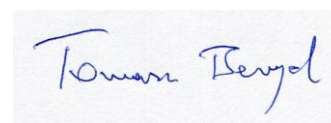
Oceniając stronę redakcyjną rozprawy, chcę podkreślić dużą staranność Doktoranta w przekazaniu w sposób zrozumiały dla czytelnika poruszonej problematyki. Pomimo bardzo szerokiego zakresu tematycznego i wielowątkowości pracy, została ona napisana starannym i poprawnym językiem, który znacznie ułatwia lekturę treści dysertacji. Ten dobry odbiór językowy rozprawy, zaburza nieco bardzo duża liczba tzw. „literówek” oraz błędów interpunkcyjnych, a także brak podawania źródła zamieszczonych w tekście rozprawy rysunków. Zauważone błędy i niedociągnięcia nie wpływają jednak na pozytywną ocenę pracy pod względem redakcyjnym.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując recenzję rozprawy doktorskiej Pana mgr Jarosława Pacieja oceniam pozytywnie zarówno przeprowadzony przegląd aktualnego stanu wiedzy w zakresie poruszanej w doktoracie tematyki, jak i jej część analityczną. Mogę stwierdzić, że Autor przedmiotowej rozprawy doktorskiej doskonale poradził sobie z problemem badawczym oraz wykazał się nowoczesnym warsztatem analitycznym, w efekcie czego opracował autorski wieloparametryczny model przestrzennej analizy ryzyka bezpieczeństwa dostaw wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, osiągając przy tym rezultaty o walorach aplikacyjnych.

W moim przekonaniu, przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr Jarosława Pacieja pt. *„Wykorzystanie narzędzi informatycznych DSS do budowy elementów systemu bezpieczeństwa zdrowotnego wody”* wykonana pod opieką naukową Pani promotor – prof. dr hab. inż. Izabeli Zimoch spełnia warunki określone w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789). Stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego o potencjale aplikacyjnym. Treść rozprawy świadczy o dojrzałości naukowej Doktoranta, a tym samym o Jego umiejętności do samodzielnego prowadzenia prac naukowych. Wnioskuje zatem do Rady Dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Politechniki Śląskiej o dopuszczenie mgr Jarosława Pacieja do dalszego postępowania kwalifikacyjnego przewidzianego w procedurze uzyskania stopnia doktora nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Biorąc pod uwagę bardzo ambitny cel naukowy rozprawy o możliwościach aplikacyjnych, poprzedzony szeroko zakrojonymi studiami literatury światowej i krajowej, a zrealizowany przez Doktoranta dzięki Jego dużej wiedzy z zakresu eksploatacji systemów wodociagowych, legislacji, systemów gis`owych i analiz statystycznych, wnioskuje o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.



Kraków, 7 września 2023 r.