

Dr hab. inż. Izabela Zimoch, prof. nzw. w Pol. Śl.

Politechnika Śląska w Gliwicach
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Instytut Inżynierii Wody i Ścieków
ul. Konarskiego 18, 44-100 Gliwice
Tel. +48 32 2372884, Faks: +48 32 2371047
e:mail izabela.zimoch@polsl.pl

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Izabeli Piegoń
pt. „Metoda analizy i oceny bezpieczeństwa dostawy wody
z wykorzystaniem map ryzyka ”
Promotor: dr hab. inż. Barbara Tchórzewska-Cieślak, prof. PRz

1. Podstawa opracowania recenzji rozprawy

Podstawę formalną przygotowania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Izabeli Piegoń pt.: „*Metoda analizy i oceny bezpieczeństwa dostawy wody z wykorzystaniem map ryzyka*” stanowi uchwała Rady Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, Politechniki Rzeszowskiej z dnia 14 listopada 2018 r. oraz pismo Dziekana Wydziału dr hab. inż. Piotra Koszelnika, prof. PRz z dnia 27 listopada 2018 r.

2. Celowość podjęcia tematu

Proces legislacyjny związany z rewizją dyrektywy 98/83/WE w sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi (DWD) dobiega końca. Po 20 latach dyrektywa doczeka się istotnych zmian związanych z koniecznością dostosowania jej do najnowszej wiedzy naukowej, związanej z zagrożeniami zdrowotnymi przenoszonymi drogą wodną, w tym m.in. do wartości parametrycznych przedstawionych przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) w *Wytycznych dotyczących jakości wody do picia*. Dyrektywa po raz pierwszy wychodzi poza regulacje dotyczące samej jakości wody, odnosząc się także do prawa i dostępu do wody oraz sposobu informowania konsumentów. Wynika to z przyjętej przez parlament Europejski (PE) rezolucji, będącej odpowiedzią na pierwszą europejską inicjatywę obywatelską „*Woda jest prawem człowieka*”(R2W). Bezpieczna woda do celów konsumpcyjnych jest jednym z podstawowych elementów zapewnienia zdrowia publicznego mieszkańcom miast i wsi. Postęp techniczny oraz rozwój cywilizacyjny, sprawiają że rosną wymagania stawiane systemom zaopatrzenia w wodę (SZW), co do ich niezawodnej i bezpiecznej realizacji powierzonych im zadań. Uwarunkowania wewnętrzne jak i zewnętrzne eksploatacji SZW powodują, iż skutki licznych niepożądanych zdarzeń losowych determinują zakłócenia w ich prawidłowym funkcjonowaniu, co przekłada się na ciągłość dostawy wody lub jej brak, jak również na zagrożenia pogorszenia jakości wody dostarczanej konsumentom. Zatem w dynamicznie zmieniającym się środowisku pracy SZW wszelkie zagrożenia nierozłącznie związane są z ryzykiem funkcjonowania tych systemów. Powyższe uwarunkowania jednoznacznie uzasadniają konieczność wdrożenia procedur zarządzania ryzykiem dostaw

wody do konsumenta, opartych na systemie identyfikacji zagrożeń we wszystkich układach systemu od ujęcia do kranu u konsumenta oraz opartych na analizie i ocenie ryzyka jego funkcjonowania w codziennych uwarunkowaniach funkcjonowania jak i w sytuacjach kryzysu. Zatem, jedynie rzetelne rozpoznanie zagrożeń wraz z oceną ryzyka, pozwala na opracowanie skutecznych środków prewencyjnych, zapewniających zwiększenie poziomu bezpieczeństwa ciągłości dostaw wody.

Wprowadzona w 2015 roku, rewizją DWD Dyrektywa Komisji (UE) 2015/1787 zmieniającą załączniki II oraz III do dyrektywy Rady 98/83/WE w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. UE – L260/6 z 7.10.2015 r.) zakładała w preambule m.in., że „...Od 2004 r. Światowa Organizacja Zdrowia wdraża podejście polegające na opracowaniu planu bezpieczeństwa dostaw wody opartego na zasadach oceny ryzyka i zarządzania ryzykiem, określonych w ‘Wytycznych na temat jakości wody pitnej’. Te wytyczne, wraz z normą PN-EN 15975-2:2013-12 dotyczącą bezpieczeństwa dostaw wody pitnej (zarządzanie ryzykiem), stanowią uznane na poziomie międzynarodowym zasady, na których opierają się produkcja, dystrybucja, monitorowanie i analiza parametrów wody pitnej”. Obecny kierunek prac nad nową DWD zakłada już obowiązkowe zarządzanie ryzykiem dostaw wody zgodnie z normą PN-EN 15975-2.

Wraz z rozwojem metod analitycznych oraz myśli technicznej, istotne znaczenie zarówno z naukowego oraz praktycznego punktu widzenia, stanowi opracowanie procedur eksploatacji opartych na implementacji podstaw teorii niezawodności i ryzyka w budowie modelu analitycznego będącego elementem DSS (Decision Support System) w zarządzaniu systemami wodociągowymi. Opracowanie uniwersalnego modelu badawczego w prewencyjnych systemach bezpieczeństwa dostaw wody (opartych między innymi na procedurach Water Safety Plans – WSP, czy – *Hazard Analysis and Critical Control Points-HACCP*), wraz z algorytmami analitycznymi, stanowi podstawę zdefiniowania kluczowych zasad eksploatacyjnych SZW, których istotą jest dobór właściwej strategii zarządzania ryzykiem, zwiększającej skuteczność podejmowanych działań zapobiegawczych. Racjonalne działania zapobiegawcze ograniczają negatywne skutki losowych zdarzeń niepożądanych, a co za tym idzie umożliwiają pełną kontrolę nad zapewnieniem ciągłości dostaw wody do konsumenta. Wykonywanie tego typu badań związane jest z koniecznością ich prowadzenia w rzeczywistych systemach zaopatrzenia w wodę- SZW mieszkańców Rzeszowa, co znacznie utrudnia organizację warsztatu badawczego. Powyższe okoliczności podkreślają wysiłek i czasochłonność podjętych przez Doktorantkę prac badawczych. Również podkreślenia wymaga fakt, iż przedmiotowa rozprawa doktorska realizowana była jako element projektu „TRANSFERENCIA - wzrost kompetencji pracowników naukowych w zakresie transferu wiedzy z sektora wodociągowego do przedsiębiorstw”, który był realizowany w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Izabeli Piegdoń, której głównym celem jest opracowanie naukowych metodologii analizy i oceny bezpieczeństwa dostaw wody do konsumentów z wykorzystaniem map ryzyka awarii sieci wodociągowych, trafnie wpisuje się we współczesny nurt złożonych badań eksploatacyjnych SZW. Ponadto odpowiada aktualnej tematyce naukowo-badawczej z zakresu rozwijania nowoczesnych technik i modeli badawczych wywodzących się z podstaw teorii niezawodności i ryzyka, które pozwalają identyfikować oraz klasyfikować zagrożenia wewnętrzne i zewnętrzne funkcjonowania

systemów wodociągowych wraz z określeniem skutecznych działań zapobiegawczych i naprawczych, jak i działań w sytuacjach kryzysowych.

3. Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Izabeli Piegdoń liczy 301 stron oraz 12 załączników w wersji elektronicznej. Część przeglądowa pracy to około 17%, a część badawcza wraz z dyskusją otrzymanych wyników obejmuje 61%, pozostałą część rozprawy stanowią podsumowanie, wnioski, perspektywy dalszych badań oraz bibliografia, spis rysunków, tabel i załączników. Integralnym elementem rozprawy są streszczenia w języku polskim i angielskim. Praca zawiera elementy graficzne w postaci 79 rysunków oraz 70 tabel, które powiązane są z prezentowanymi treściami. Bibliografia przedmiotowej dysertacji obejmującej 377 pozycji w tym 342 opracowania naukowe w postaci artykułów i monografii (91%), pozostałe 35 elementów bibliografii stanowią dyrektywy, ustawy, rozporządzenia, normy i strony internetowe. Opracowania anglojęzyczne to 128 pozycji (37%), natomiast około 31% przytoczonej literatury to opracowania z ostatnich 10 lat.

Praca posiada tradycyjny układ, obejmujący 11 podstawowych rozdziałów, który można podzielić na trzy zasadnicze części. Część pierwszą mającą charakter rozważań teoretycznych obejmującą strony od 9 do 68 stanowią 4 rozdziały: rozdział 1 – *Wstęp*, rozdział 2 – *Cel, zakres i tezy pracy*, rozdział 3 mieszczący *Stan wiedzy* oraz rozdział 4 *Bazy danych na potrzeby analizy i oceny ryzyka*. Część drugą - analityczną, zawierającą strony od 69 do 250, stanowi treść rozdziału 5 pt. *Metodyka wyznaczania map ryzyka*, rozdziału 6 pt. *Wizualizacja danych przestrzennych z zastosowaniem aplikacji GIS*, rozdział 7 *Wykorzystanie teorii zbiorów rozmytych w procesie hierarchizacji typów awarii sieci wodociągowej*, rozdział 8 *Modele analizy remontowo-kosztowej zarządzania bezpieczeństwem dostaw wody*, rozdział 9 *Metodyka badań, obliczeń i analiz* oraz rozdział 10 pt. *Wyniki badań – studium przypadku na podstawie danych eksploatacyjnych miasta Rzeszowa*. Część ta poświęcona jest między innymi prezentacji metodyki badawczej wraz z interpretacją uzyskanych wyników przeprowadzonych eksperymentów i analiz. Część trzecia rozprawy to *Podsumowanie, wnioski końcowe oraz perspektywy dalszych badań* – rozdział 11. Integralnymi elementami rozprawy są: rozdział 12. *Spis literatury* oraz 13 *Spis rysunków*, 14 *Spis tabel* i 15 *Załączniki – ich wykaz oraz wersję w formie plików elektronicznych*. Kończącą część dysertacji stanowi zwarte *Streszczenie* opracowane w języku polskim i angielskim.

4. Zakres i ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

4.1 Treść rozprawy

Uważam, że problemy prezentowane w ocenianej pracy są istotne i aktualne. Praca została podzielona na rozdziały wzajemnie ze sobą korespondujące.

Na wstępie (rozdział 1), w odniesieniu do interpretacji pojęcia bezpieczeństwa dostaw wody Doktorantka wskazała współczesne stan w światowych dążeniach WHO do zapewnienia bezpieczeństwa dostaw wody umocowanych z przyjętych w 1999 r. ram sztokholmskich oraz konsekwentnie wynikających z przyjętej w 2009 r. przez ONZ rezolucji nr 64/299 wskazującej, iż *...prawo do dostępu do bezpiecznej wody do spożycia i infrastruktury sanitarnej jest prawem człowieka niezbędnym do pełnego cieszenia się życiem i korzystania ze wszystkich praw człowieka...* Podkreśliła fakt, iż funkcjonowanie SZW, będącego

infrastrukturą krytyczną kraju, oparte na zarządzaniu ryzykiem jest jedynym narzędziem pozwalającym na identyfikację krytycznych punktów systemu oraz podejmowanie skutecznych działań prewencyjnych, co w konsekwencji przekłada się na wzmocnienie stanu zdrowia publicznego. Ponadto w tej części rozprawy Doktorantka zamieściła syntetyczny opis poszczególnych rozdziałów dysertacji.

Obszar rozważań przedstawiony w rozdziale 1 pozwolił Doktorantce podkreślić istotę podjętego problemu badawczego, którego cel naukowy oraz użyteczny i praktyczny jak i dwie tezy sformułowała w rozdziale drugim.

W rozdziale 3 pt. *Stan wiedzy obejmującym 3 części (podrozdziały: 3.1 Przedmiot międzynarodowej i krajowej literatury przedmiotu, 3.2 System wodociągowy jako element infrastruktury krytycznej oraz 3.3 Bezpieczeństwo funkcjonowania podsystemu dystrybucji wody)* Doktorantka przeprowadziła dogłębną analizę stanu wiedzy prezentowanej w światowej i krajowej literaturze w zakresie szeroko pojętej niezawodności i bezpieczeństwa SZW, a w szczególności obszarze zagadnień badawczych dotyczących przyczyn zmian jakości wody podczas jej transportu do konsumenta, ryzyka, aplikacji GIS, zarządzania bezpieczeństwem w sytuacjach kryzysowych i zasad opracowywania i wdrażania Planów Bezpieczeństwa Wody w struktury organizacyjne przedsiębiorstw wodociągowych. Rozdział ten jest bardzo obszerny, i w mojej opinii posiada zbyt rozbudowaną część dotyczącą ogólnych informacji prezentujących kierunki rozwoju teorii niezawodności, bezpieczeństwa i ryzyka, w efekcie czego Doktorantka mniej szczegółowo przedstawił konkretne osiągnięcia naukowe w tych obszarach, które znalazły się natomiast w dalszej części Dysertacji.

Uzupełnieniem dokonanego przeglądu stanu wiedzy jest rozdział 4, w którym zaprezentowana została struktura i znaczenie baz danych, nie tylko archiwizujących informacje na temat zaistniałych zdarzeń niepożądanych, ale również zawierających dane obejmujące dokumentację techniczną obiektów infrastruktury wodociągowej jak i dokumentację operacyjną. W tym miejscu Doktorantka słusznie podkreśliła znaczenie jakości tych danych w analizach i ocenie ryzyka, ja również zaproponowała opracowaną w oparciu o dane literaturowe *Kartę uszkodzenia elementu liniowego sieci wodociągowej*.

Treści rozdziałów części analitycznej wprowadzają czytelnika w problematykę, która stanowi zasadniczy przedmiot badań Doktorantki, prezentowany w piątym rozdziale dysertacji. Rozdział 5 obejmujący 7 części (podrozdziały: 5.1 *Pojęcie map ryzyka*, 5.2 *Procedury identyfikacji zdarzeń niepożądanych na potrzeby tworzenia map ryzyka na analizowanym obszarze zasilania (AOZ)*, 5.3 *Metodyka wyznaczania map ryzyka dla PsDyW – etap I*, 5.4 *Metoda szacowania ryzyka wtórnego zanieczyszczenia wody wodociągowej*, 5.5 *Metodyka wyznaczania map ryzyka dla podsystemu dystrybucji wody- etap II* 5.6 *Metodyka wyznaczania map ryzyka w sytuacji kryzysowej*, 5.7 *Przewidywani użytkownicy map ryzyka*) stanowi opis przyjętej metodyki badań. Pani mgr inż. Izabela Piegdoń przedstawia tu autorską koncepcję tworzenia map ryzyka braku lub ograniczenia dostaw wody. Ponadto, na potrzeby tworzenia przedmiotowych mapy Doktorantka opracowała własną definicję ryzyka bezpośredniego braku dostaw wody r_{BBW} , jako funkcję dwóch parametrów tj. ryzyka pośredniego braku dostaw wody r_{PBW} oraz świadomości konsumenta CA, wraz z zaproponowanymi pięciostopniowymi kategoriami klasyfikacji ryzyka. W ramach prac badawczych została również opracowana *Ankieta sondażowa opinii konsumentów wody na temat poczucia bezpieczeństwa i świadomości korzystania z wodociągu*, zawierająca 32 punkty.

W oparciu o dokonany przegląd literatury Doktorantka dokonała modyfikacji wzoru wyznaczania ryzyka w funkcji 4 parametrów uwzględniających wagi punktowe dla prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia niepożądanego ZN, konsekwencji, kategorii przewodu wodociągowego oraz ochroną systemu przed pojawieniem się ZN. Ważnym elementem prowadzonych badań były prace nad opracowaniem metodyki wyznaczania map sparametryzowanego pięciostopniowego ryzyka (akceptowane, tolerowane, kontrolowane, nietolerowane oraz nieakceptowalne) w sytuacji kryzysowej opartej na dwuparametrycznej macierzy ryzyka, kształtowanego prawdopodobieństwem wystąpienia ZN oraz wielkością niedoboru wody

Integralnym uzupełnieniem metodyki analitycznej opisanej w rozdziale 5 jest rozdział 6, stanowiący istotny element części analitycznej, który Doktorantka poświęciła analizie sposobu wizualizacji danych przestrzennych w aplikacji GIS. W tej części dysertacji Autorka podkreśliła również znaczenie systemów GIS w analizach i ocenie ryzyka.

W kolejnym rozdziale siódmym została zaprezentowane możliwości wykorzystania teorii zbiorów rozmytych w procedurach hierarchizacji typów awarii. W tej części dysertacji, Pani mgr inż. Izabela Piegdoń zaprezentował strukturę klasyfikacji awarii w pięciu obszarach ZN uwzględniających zróżnicowane przyczyny niesprawności liniowej infrastruktury wodociągowej (rozszczelnienie, złamanie, korozja, pęknięcie i uszkodzenie mechaniczne) oraz związane z nimi generowane zagrożenia w standardach jakości dostaw wody do konsumenta wraz ze zdefiniowanymi stanami utraty bezpieczeństwa.

W rozdziale 8 Autorka przedstawiła ideę aplikacji systemu masowej obsługi (SMO) w optymalizacji prac brygad remontowych. Wykorzystując teorię kolejek oraz obsługę zgłoszeń z priorytetem i bez priorytetu Doktorantka przedstawiła model pracy brygad remontowych. Ponadto opracowała kryteria nadawania zgłoszeniom awarii priorytetów bezwzględności i względności, które w istotny sposób kształtują procedury zarządzania bezpieczeństwem dostaw wody zarówno w normalnych warunkach eksploatacji sieci wodociągowej jak i kryzysowych warunkach. W końcowej części dysertacji Doktorantka w zwięzły sposób przedstawiła czynniki kosztotwórcza kosztu napraw sieci wodociągowej.

Autorka w rozdziale 9 zawarła informacje ogólne na temat metodyki wykonywanych badań i analiz. Doktorantka przedstawiła tu w bardzo ogólny sposób poszczególne etapy badań awaryjności sieci wodociągowej uwzględniające m. in. sezonowość dynamiki zmian wskaźnika intensywności uszkodzeń, analizę czasu pracy bezuszkodzeniowej i czasu odnowy, analizę statystyczną wpływu różnych czynników na awaryjność sieci wodociągowej (korelacja liniowa Pearsona i korelację rang Spermana), przestrzenna wizualizacje awaryjności sieci wodociągowej i ryzyka braku dostaw wody w postaci map ryzyka, hierarchizację typów awarii z wykorzystaniem zbiorów rozmytych oraz analizę pracy brygad remontowych oraz jako ostatni etap badań analizę bezpieczeństwa dostaw wody w sytuacji kryzysowej.

Rozdział 10 to kluczowy rozdział pracy, w którym Doktorantka prezentuje uzyskane wyniki prowadzonych badań na rzeczywistym podsystemie dystrybucji wody Rzeszowa. Przedstawiono tu szczegółowy opis przedmiotu badań, znacznie wykraczający poza charakterystykę sieci wodociągowej Rzeszowa. Komplementarną częścią rozdziału jest przedstawienie uzyskanych rezultatów badań awaryjności sieci wodociągowej Rzeszowa przeprowadzonych dla zgromadzonych i zweryfikowanych danych o uszkodzeniach z okresu

od 2015-2017. Zaprezentowana została charakterystyka liczby awarii uwzględniająca średnicę przewodów, materiał (stal, stal ocynkowana, żeliwo, PE, PCV, AC), przyczynę uszkodzenia (rozszerzenie, złamanie, korozja, pęknięcie, uszkodzenie mechaniczne). Istotnym elementem prac jest identyfikacja zależności czynników wywołujących awarie, z uwzględnieniem sezonowości intensywności uszkodzeń. Ponadto analiza obejmowała weryfikację hipotez statystycznych o wykładniczym rozkładzie czasu pracy między awariami. Prezentowany rezultat badań obejmował także przestrzenną wizualizację liczby awarii stanowiącą podstawę budowy map ryzyka pośredniego braku dostaw wody. Elementem prezentowanych treści była również analiza pracy brygad remontowych oraz ocena ryzyka braku dostaw wody w sytuacji kryzysowej. W analizie zdarzeń kryzysowych Doktorantka przedstawiła harmonogram podejmowanych czynności podczas awaryjnego zaopatrzenia w wodę. Przeprowadziła szczegółowy bilans zapotrzebowania na wodę w sytuacji kryzysowej dla 5 scenariuszy badań uwzględniających zróżnicowanie jednostkowego zapotrzebowania na wodę (2,5 m³/Md, 7,5 m³/Md, 15 m³/Md, 30 m³/Md, i 50 m³/Md) w wydzielonych 30 dzielnicach miasta. Analiza została uzupełniona o bilans wydajności alternatywnych źródeł zasilania (studnie publiczne), co w konsekwencji pozwoliło na wyznaczenie map ryzyka braku dostaw wody w sytuacji kryzysowej.

W trzeciej części rozprawy - rozdział 11 zatytułowany *Podsumowanie, wnioski końcowe oraz perspektywy dalszych badań*, Pani mgr inż. Izabela Piegdoń zawarł obszerne zestawienie uzyskanych rezultatów przeprowadzonych prac badawczych, równocześnie podkreślając najważniejsze i zarazem oryginalne osiągnięcia. W tej części dysertacji w odniesieniu do uzyskanych efektów przeprowadzonych badań Doktorantka właściwie scharakteryzowała perspektywy dalszych badań uwzględniającej poza analizą awaryjności również aspekt wtórnego zanieczyszczenia wody w sieci wodociągowej.

Podsumowując merytoryczną ocenę rozprawy pragnę podkreślić, iż w mojej opinii Pani mgr inż. Izabela Piegdoń podjął się trudnego zadania badawczego obejmującego między innymi:

- opracowanie koncepcji wizualizacji wyników analizy i oceny ryzyka, stanowiącej tzw. mapy ryzyka,
- propozycję pięcioparametrycznej matrycy ryzyk, uwzględniającej pięciostopniową skalę opisowo-punktową jego parametrów wraz z propozycją ankietyzacji konsumentów wody
- opracowanie metodyki tworzenia map ryzyka braku dostaw wody uwzględniającej zapotrzebowanie na wodę w warunkach kryzysowych
- rozmyty model hierarchizacji typów uszkodzeń odnotowanych na sieci wodociągowej,
- model SMO zgłoszeń z priorytetem bezwzględnym i względnym wraz z propozycją kryteriów nadawania priorytetu.

4.3. Ważniejsze uwagi dyskusyjne

Zakres merytoryczny wynikający z prezentowanych w rozprawie prac badawczych i dyskusji uzyskanych wyników, został podzielony na rozdziały wzajemnie uzupełniające się. W mojej ocenie przedstawiona do recenzji rozprawa jest zbyt obszerna po względem

zdefiniowanego zakresu prac badawczych, co w konsekwencji przyczyniło się iż niektóre zagadnienia zostały jedynie zasygnalizowane i wstępnie przeanalizowane. Pomimo tego uzyskane wyniki badań i przeprowadzona dyskusja, pozwoliła Doktorantce w pełni na osiągnięcie założonego celu badawczego. W pracy pojawiły się drobne „potknięcia” niemające istotnego wpływu na końcową ocenę rozprawy doktorskiej. Ważniejsze z nich, o charakterze dyskusyjnym, przedstawiam poniżej.

1. Doktorantka w rozdziale 2 (*Cel, zakres i tezy pracy*) na str. 15 pisze, że ...*ryzyko braku dostaw wody może nastąpić przykładowo w wyniku awarii sieci, pompowni, armatury lub na skutek wtórnego zanieczyszczenia wody w sieci...* w dalszej części wymieniła główne zadania stanowiące obszerny warsztat badawczy prowadzonych analiz ryzyka obejmujące m. in. przegląd regulacji prawnych oraz głównych przyczyn zmian jakości wody, i dalej propozycje opracowania metodyki szacowania ryzyka wtórnego zanieczyszczenia wody metoda matrycową. W mojej opinii kwestia jakości wody te nie zostały uwypuklone w postawionych тезach. Proszę również o wyjaśnienie na czym polega zintegrowane podejście w opracowanej autorskiej metodyce tworzenia map ryzyka. W mojej opinii przy zastosowaniu tak obszernego warsztatu badawczego uzasadnionym byłoby przedstawienie graficzne algorytmu powiązań licznych zastosowanych metod badawczych (m. in. analiza awaryjności, analiza sytuacji kryzysowych, model SMO w optymalizacji prac brygad remontowych itp.).
2. Na stronie 35 1 wiersz od dołu Autorka pisze ... *uzyska się wówczas narzędzie mające na celu zwiększenie bezpieczeństwa dostaw wody...* Nasuwa się pytanie: czy mapy ryzyka zwiększają bezpieczeństwo dostaw wody? Jaka jest rola map ryzyka w podnoszeniu bezpieczeństwa dostaw wody?
3. Na stronie 44, 1 akapit, 5 wiersz od dołu Autorka używa pojęcia wartości parametryczne i dalej... *proponowane podejście parametryczne...* Wartości parametryczne jakości wody zawsze były określane w dyrektywie, zatem proszę o wyjaśnienie co to są wartości parametryczne?
4. Na stronie 46 Doktorantka prezentuje liczne przyczyny zanieczyszczenia wody w czasie jej transportu do konsumenta, wśród których wymienia brak stabilności chemicznej, biologicznej, biofilm i korozję. W mojej opinii uzasadnionym było by w tej części pokazanie mechanizmu tworzenia biofilmu w kontekście generowania zagrożeń dla jakości transportowanej wody, jak również wyjaśnienie mechanizmu korozji biologicznej.
5. Bezpieczeństwo to stan (str. 9) dający poczucie pewności i gwarancji jego zachowania oraz szanse na jego doskonalenie. Ryzyk natomiast, to miara prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia niepożądanego i jego skutków. Zatem ryzyko jest pośrednią miarą bezpieczeństwa. W dysertacji Autorka na str. 48-49 przedstawiła dwa pojęcia *bezpieczeństwo* i *bezpieczeństwo konsumenta wody*. Skoro SZZW i jego funkcje są zdefiniowane w uozzw (str. 36) to podana definicja odnosi się do jakości wody. Zatem jaka jest różnica pomiędzy *bezpieczeństwem* i *bezpieczeństwem konsumenta wody*?
6. Na stronach 48-49 Autorka podaje ważniejsze pojęcia wykorzystywane w dysertacji wśród których znajduje się definicja awarii odwołując się do zagrożenia

niepożądanego wywołującego określone skutki odczuwalne przez społeczeństwo. Zatem uwzględniając przedstawioną definicję jak interpretować, oczywiście w kontekście oczywiście głównej tematyki dysertacji, uszkodzenia sieci wodociągowej usuwane pod obniżonym ciśnieniem.

7. Doktorantka na stronie 54 pisze że zarządzanie bezpieczeństwem jest tożsame z zarządzaniem ryzykiem, natomiast na stronach 48-49 podaje definicje ryzyka. I bezpieczeństwa. Dalej w swoich wywodach za Profesorem J. Rakiem podaje etapy procesu zarządzania ryzykiem. Zatem jaka jest różnica pomiędzy zarządzaniem ryzykiem i bezpieczeństwem, czy możemy zarządzać bezpieczeństwem skoro jest to stan?
8. W rozdziale 5.2 Doktorantka przedstawiła 6 etapów identyfikacji ZN na analizowanym obszarze zagrożenia. Nasuwa się pytanie czy w budowie map ryzyka na etapie 6 nie są uwzględniane wszystkie ZN i zagrożenia? Według Autorki ZN zależy od: średnicy, typu przewodu, intensywności uszkodzeń, wielkości kryterialnych, czy trasy – proszę zatem wyjaśnić wg jakiej procedury z uwzględnieniem tych czynników jest wybierane ZN.
9. W ramach przeprowadzonych badań (str. 77-78) Doktorantka opracowała autorską metodę wyznaczania ryzyka bezpośredniego utraty dostaw wody r_{BBW} (wzór 5.8) oraz ryzyka pośredniego dostaw wody r_{PBW} (wzór 5.9). W wzorze 5.9 występują zmienne E_i – jako efektywność obsługi usuwającej skutki ZN, oraz CA – świadomość konsumenta. W wyjaśnieniach użytych zmiennych powinna to być waga punktowa tych parametrów, w przeciwnym razie wzór 5.10 traci sens. W jaki sposób wyznaczany jest parametr CA ? Jaka jest interpretacja r_{BBW} i r_{PBW} ? Autorka zaproponowała kategorie ryzyka dla r_{PBW} w tabeli 5.11, natomiast jakie są kategorie dla R_{BBW} ?
10. Na stronie 92 Doktorantka przedstawia metodę oceny skutków zdrowotnych spożywania wody o złej jakości uwzględniające jedynie dwie drogi narażenia. Natomiast w przypadku niektórych substancji trzecia droga – inhalacja, stanowi największe źródło zagrożenia zdrowotnego konsumenta wody. Dlaczego więc pominięta została inhalacja jako jedna z dróg narażenia konsumenta? Ponadto proszę o wyjaśnienie w proponowanej analizie ryzyka związku z przytaczaną wielkością dawki narażenia z incydentalnym wtórnym skażeniem wody. Czym we wzorze na DW (wzór 5.12) różnią się C_w oraz IR ?
11. Na podstawie jakiej analizy (str. 113, tab. 7.1) została przyjęta identyfikacja SUB (stany utraty bezpieczeństwa).
12. W rozdziale 10.6 Doktorantka na stronie 185 wyznaczyła czas odnowy jako 554 min. Nasuwa się pytanie w jaki sposób uzyskała ta wartość?
13. W rozdziale 10.10 Doktorantka przedstawiła analizę prac brygad remontowych z wykorzystaniem SMO dla 4 różnych wariantów. W rozdziale 10.6 zostały wyznaczone wartości średniego czasu pracy sieci wodociągowej na podstawie danych z 2017 r, które wynoszą odpowiednio 2,17 d – dla całej sieci wraz z przyłączami, oraz 4,76 d tylko dla sieci rozdzielczej i magistral. Proszę o wyjaśnienie dlaczego dla wariantu III przyjęto czas 4,56 d dla obsługi z priorytetem bezwzględny oraz 40,56 d dla obsługi zgłoszeń z priorytetem względnym. Dlaczego w analizie przyjęto czas średni czas

odnowy 5h (str. 221), podczas gdy na stronie 185 Doktorantka wyznaczyła czas średni czas odnowy na poziomie 9,23 h.

14. W tabeli 10.31 prezentuj koszty związane z naprawa sieci – w jaki sposób zostały wyznaczone poszczególne wartości kosztów?

4.4. Uwagi szczegółowe i redakcyjne

Na podstawie lektury i analizy recenzowanej rozprawy można sformułować kilka zastrzeżeń natury redakcyjnej, znacznie utrudniających odbiór prezentowanych treści rozprawy, które przedstawiam poniżej.

1. Zastosowana forma prezentacji danych rys. 10.10, 10.13, 10.15, 10.17, 10.19 jest niestarannie dobrana do prezentowanych treści, w konsekwencji czyniąc zamieszczone opracowania graficzne zupełnie nieczytelne.
2. Rysunek 10.21 (str.161) Autorka zatytułowała ... *Średnia liczba awarii....* Podczas gdy prezentuje procentowy udział przyczyn awarii dla danej średnicy.
3. Str. 167 wyjaśnienie parametrów występujących we wzorze 10.1 jest niepoprawne: $\Sigma_n(T, t+\Delta t)$ nie występuje we wzorze.
4. W tabeli 10.36 (str. 234) Doktorantka użyła błędnych jednostek jak również określenia kursów – czy rzeczywiście w tabeli prezentuje liczbę kursów?
5. Doktorantka stosuje bardzo długie zdania w efekcie czego trudno jednoznacznie dnieść się do prezentowanych treści np. str. 44. ...*Jest to propozycja unowocześnienia 20-letniej dyrektywy w sprawie jakości wody pitnej (98/83/WE), uwzględnienia wyniku oceny Programu Sprawności i Wydajności Regulacji (ang. Regulatory Fitness and Performance – REFIT), realizacji odpowiedzi na europejską inicjatywę obywatelską „Right2Water” oraz władz ONZ w osiągnięciu celów zrównoważonego rozwoju (Rio+20)...*
6. Autorka w swojej dysertacji nie ustrzegł się pewnych błędów logicznych, literowych, interpunkcyjnych, czy stylistycznych przykładowo:

str. 77 ... *ryzyko przyjmuje określa wzór...*

np. str. 15, 44, 57... *plany bezpieczeństwa wodnego,...* powinno być plany bezpieczeństwa wody

4.5. Szczegółowe uzasadnienie spełnienia warunków § 6.4 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19.10.2018 r. (Dz. U. 2018, poz. 261) uwzględnionych w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytułach naukowych oraz stopniach i tytułach w zakresie sztuki (t.j. Dz. U. z 2017 r. poz. 1789)

4.5.1. Oryginalność rozwiązania problemu naukowego

Kandydatka w swojej dysertacji doktorskiej poprzez opracowanie probabilistycznych i posybilistycznych, metod analizy oceny ryzyka w procedurach budowy map ryzyka, wskazała potencjalne możliwości wykorzystania systemów GIS jako jednego z wiodących nurtów rozwoju metod zarządzania ryzykiem SZW. Ponadto wykorzystując teorię kolejek oraz obsługę zgłoszeń z priorytetem i bez priorytetu opracowała model pracy brygad remontowych. Tak zaplanowany warsztat badawczy pozwolił Doktorantce osiągnąć zarówno

postawiony cel naukowy jak i użyteczny i praktyczny w efekcie opracowania metodyki i standardów wykonywania map ryzyka braku dostaw wody w skutek awarii sieci wodociągowej.

Stwierdzam, że omówione rozwiązanie jest oryginalne i spełnia wymogi badań naukowych, stosowanych zdefiniowanych w art. 2. pkt 3 lit. b. Ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. *o zasadach finansowania nauki* (t.j. Dz. U. z 2018 r. poz. 87).

4.5.2. Wykazanie ogólnej wiedzy Kandydatki

Rozdziały 5, 6, 7, 8 i 9 zawierają omówienie zastosowanych metod badawczych, a w dalszej analitycznej części pracy (rozdział 10) Doktorantka przedstawił dyskusję uzyskanych wyników, co pozwoliło Jej na sformułowanie końcowych wniosków oraz zdefiniowanie dalszych perspektyw rozwoju metodyki badawczej przestrzennej analizy ryzyka. Z przywołanych 377 pozycji, 105 (31%) pochodzi z ostatnich 10 lat, co świadczy, że kandydatka śledzi osiągnięcia w tej dziedzinie.

Stwierdzam, że Kandydatka wykazała się ogólną wiedzą na temat przyczyn wtórnego, mikrobiologicznego zanieczyszczenia wody, co stanowi istotne zagadnienie badawcze nie tylko w dziedzinie nauk chemicznych, ale również nauk technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska (Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 8 sierpnia 2011 r. w sprawie obszarów wiedzy, dziedzin nauki i sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych, Dz. U. 2011, nr 179, poz. 1065).

4.5.3. Wykazanie umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Kandydatkę

Pani mgr inż. Izabela Piegoń wykazała, że posiada umiejętność wyszukiwania właściwej literatury naukowej wspierającej jej warsztat badawczy i analityczny, zbierania i analizowania danych mogących mieć także zastosowanie w działaniach operacyjnych.

Uważam, że Kandydatka swoją rozprawą dowiodła umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując recenzję rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Izabeli Piegoń, oceniam pozytywnie zarówno przeprowadzony przegląd aktualnego stanu wiedzy w zakresie poruszanej w doktoracie tematyki, jak i część analityczną odniesioną do szerokiego zakresu analiz i ocen ryzyka eksploatacji sieci wodociągowej. W moim przekonaniu, przedłożona do recenzji rozprawa doktorska pt.: *Metoda analizy i oceny bezpieczeństwa dostawy wody z wykorzystaniem map ryzyka*, wykonana pod opieką naukową promotora – dr hab. inż. Barbary Tchórzewskiej-Cieślak, spełnia ustawowe wymagania dotyczące rozpraw doktorskich zawarte w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. *o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki* (tj. Dz. U. z 2014 r. poz. 1852; zm. Dz. U. z 2015 r. poz. 249) w korespondencji z Ustawą z dnia 27 lipca 2005 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym* (Dz. U. nr 164, poz. 1365 z późniejszymi zmianami). Stanowi ona rozwiązanie sprecyzowanego problemu naukowego, wykazuje ogólną wiedzę Doktorantki, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. W związku z powyższym wnioskuję o przyjęcie recenzowanej rozprawy przez Komisję Rady Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, Politechniki Rzeszowskiej oraz dopuszczenie jej Autora do publicznej obrony.



Gliwice, 12 grudnia 2018 r.