

Dr hab. inż. Stanisław M. Rybicki
Wydział Inżynierii Środowiska
Katedra Technologii Środowiskowych
Politechnika Krakowska
Ul. Warszawska 24
31-155 Kraków

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Dawida Szpaka

pt.: „Metoda analizy przyczynowo-skutkowej oceny zdarzeń niepożądanych w systemie zbiorowego zaopatrzenia w wodę”

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi uchwała Rady Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, z dnia 17. Stycznia 2018 roku r. oraz umowa o dzieło: opracowanie recenzji rozprawy doktorskiej Nr OK-N/49/2018 z dnia 24.01.2018 r.

2. Przedmiot recenzji i zawartość rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Dawida Szpaka pt.: „**Metoda analizy przyczynowo-skutkowej oceny zdarzeń niepożądanych w systemie zbiorowego zaopatrzenia w wodę**”. Promotorem pracy jest dr hab. inż. Barbara Tchórzewska-Cieślak a promotorem pomocniczym dr inż. Karolina Pietrucha-Urbanik. Praca ma charakter teoretyczno-badawczy. Składa się z 14 zasadniczych rozdziałów, ponadto zawiera: Spis pozycji literaturowych, spis rysunków, spis tabel a także streszczenie pracy w języku polskim oraz jego angielskojęzyczny odpowiednik (Abstract). Bibliografia obejmuje 169 pozycji z czego 142 to publikacje (książki i artykuły), 15 to akty prawne, 10 pozycja stanowią strony internetowe oraz jedną pozycją jest słownik. Spośród zacytowanych publikacji blisko jedną trzecią stanowią pozycje w języku angielskim, bibliografia oparta jest, co zasługuje na podkreślenie, na publikacjach aktualnych, jedynie jedna piąta pozycji pochodzi sprzed roku 2000. Praca zawiera 30 rysunków oraz 29 tabel. Doktorant jest współautorem siedmiu artykułów cytowanych w pracy.

Rozdział 1 – „Wprowadzenie”, w sposób ogólny lecz zwięzły i przejrzysty omawia problematykę ryzyka związanego z niedoborem lub brakiem wody o odpowiedniej jakości zarówno w skali świata jak i w skali krajowej. W tej części pracy Doktorant przedstawia też formalne podstawy, nakładające na przedsiębiorstwa wodociągowe obowiązek zapewnienia

ciągłych i niezawodnych dostaw wody do odbiorców oraz identyfikuje ograniczenia obecnie stosowanych sposobów prowadzenia analizy i oceny ryzyka.

Rozdział 2 - "Sformułowanie problemu" jest ściśle związany z rozdziałem pierwszym, Doktorant bowiem definiuje bezpieczeństwo odbiorców wody (Doktorant używa w tym rozdziale terminu „konsumentów”, który w rozprawie traktuje zamiennie z terminem „odbiorcy”), wywodząc je z omawianego poprzednio prawa/postulatu zapewnienia konsumentom wody o odpowiedniej jakości. W rozdziale tym trafnie powiązано tematykę badań z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia, szczególnie z tworzeniem planów bezpieczeństwa wodnego, przy czym Doktorant wyraźnie wskazał obecne ograniczenia skuteczności metod zalecanych przez Światową Organizację Zdrowia. Z krytycznej analizy metod wykonywania planów bezpieczeństwa wodnego wynika uzasadnienie wykonania prac naukowych stanowiących podstawę wykonania recenzowanej rozprawy.

W rozdziale 3 „Cel, zakres, tezy pracy” - przedstawiono cel pracy oraz jej zakres. Istotnym zastrzeżeniem Doktoranta jest traktowanie zakładu uzdatniania wody jako jednolitego podsystemu, bez wnikania w szczegóły procesów technologicznych. Autor postawił dwie tezy, a mianowicie

- I. Analizę przyczynowo - skutkową i ocenę zdarzeń niepożądanych w SZZW można wykonać, opierając się na konwencjonalnych i niekonwencjonalnych metodach analizy i oceny ryzyka,
- II. Zaproponowane metody powinny być wykorzystywane na potrzeby opracowywania WSP;

Rozdział ten zawiera także ogólną charakterystyką proponowanych rozwiązań, wraz ze wskazaniem elementu nowości rozprawy, którą według Doktoranta stanowi opracowanie jednolitej metodologii analizy przyczynowo-skutkowej oraz oceny zdarzeń niepożądanych w systemie zaopatrzenia w wodę, w szczególności gdy analiza prowadzona jest pod kątem zapewnienia wymaganego poziomu bezpieczeństwa wybranego systemu.

Rozdział 4 – „Podstawowe definicje” – zawiera definicje dziesięciu podstawowych pojęć związanych ogólnie z niezawodnością i bezpieczeństwem dostaw wody oraz cztery definicje zdarzeń niepożądanych.

Rozdział 5 - „Przegląd stanu wiedzy na temat metod analizy niezawodności i bezpieczeństwa w SZZW” stanowi bardzo staranny przegląd literatury, pokazujący ewolucję w świecie i Polsce problematyki niezawodności i bezpieczeństwa dostaw wody. Autor w tym rozdziale powiązał zagadnienia bezpieczeństwa z historią wykorzystania sieci Bayesa do rozwiązywania problemów związanych z zagadnieniami bezpieczeństwa dostaw wody.

Rozdział 6 – „Analiza zdarzeń niepożądanych w SZZW” zawiera podrozdziały, dotyczących kolejno: systematykę zdarzeń niepożądanych, przykłady sytuacji kryzysowych w SZZW, zagrożenia dla ujęć wody, zagrożenia na etapie uzdatniania, zagrożenia na etapie magazynowania i dystrybucji wody. Kolejnym (szóstym) z podrozdziałów jest propozycja sposobu gromadzenia danych na temat zdarzeń niepożądanych w SZZW. Autor słusznie zwraca uwagę iż Europa, w odróżnieniu od Stanów Zjednoczonych, nie posiada jednolitych zasad pozyskiwania, archiwizowania i wykorzystania takich danych, opierając się na zapisach

wynikających z praktyki przedsiębiorstwa oraz wykorzystując pamięć pracowników. Utrudnia to globalną analizę zdarzeń i prowadzenie szerszych analiz prowadzących do wypracowania jednolitych procedur działania. Następnie przedstawiono charakterystykę zabezpieczenia konsumentów przez spożyciem wody nieodpowiedniej jakości z wykorzystaniem systemu „multibariera”.

Rozdział 7 „Przegląd metod stosowanych w analizie i ocenie ryzyka w SZZW” obejmuje systematykę tych metod z podziałem na metody konwencjonalne (doktorant zalicza do nich metody: matrycowe, symulacyjne oparte na komputerowych modelach hydraulicznych a także metody drzew logicznych) oraz metody niekonwencjonalne (metody wykorzystujące komputerowe bazy danych i metody posybilistyczne analizy ryzyka).

W rozdziale 8 „Metodyka badań” Doktorant omówił wybór obiektu badań, przyjmując zgodnie z obecnym obyczajem akademickim anonimizację miejsca pisząc cyt.: *„miasto powiatowe zlokalizowane w południowo-wschodniej Polsce, liczące około 37 tys. mieszkańców”*. W rozdziale tym przedstawiono także metodykę prowadzenia obliczeń.

Rozdział 9 to „Analiza rodzajów błędów oraz ich skutków FMEA” tytuł rozdziału idealnie odpowiada treści w nim zawartej.

Podobnie jest w rozdziale 10 „Teoria zbiorów rozmytych”, stanowiącym kompendium wiedzy o wykorzystaniu tej teorii w rozwiązywaniu problemów bezpieczeństwa zaopatrzenia w wodę.

Rozdział 11 „Teoria szarych systemów” obejmuje opis podstaw teoretycznych oraz zastosowanie teorii szarych systemów w analizie FMEA.

Rdzeniem pracy jest rozdział 12 - „Opracowanie planu bezpieczeństwa wodnego dla wybranego miasta”, rozdział ten objętościowo stanowi jedną czwartą rozprawy i jest dobrze usystematyzowaną ilustracją metodyki zaproponowanej przez Doktoranta a sprawdzonej w warunkach rzeczywistego Zakładu Uzdatniania Wody. Rozdział zawiera opis systemu zaopatrzenia w wodę wraz z logistyką zaopatrzenia w sytuacjach kryzysowych, po czym Autor w oparciu o rzeczywiste dane dokonuje analizy ryzyka.

Rozdział 13 „Wykorzystanie wnioskowania bayesowskiego na potrzeby analizy ryzyka” zawiera wyjaśnienie twierdzenia Bayesa w aspekcie korygowania wiedzy w świetle uzyskiwanych dowodów „a posteriori” oraz przykład zastosowania tej metodyki dla oceny zagrożenia tego samego systemu zaopatrzenia w wodę, który poddawano analizie w rozdziale 12. Analizę prowadzono oddzielnie dla kwestii jakości wody uzdatnionej (13.2) oraz oddzielnie dla analizy prawdopodobieństwa uszkodzenia sieci wodociągowej (13.3). Zwieńczeniem rozdziału jest analiza przyczynowo - skutkowa zdarzeń niepożądanych z zastosowaniem sieci Bayesa

W Rozdziale 14 na blisko sześciu stronach przedstawiono podsumowanie, wnioski oraz proponowane kierunki dalszych badań.

Pracę zamykają spisy: literatury, rysunków oraz tabel a także streszczenie w języku polskim i jego angielskojęzyczne tłumaczenie.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Ocena doboru tematu i postawionych celów rozprawy

Praca jest podzielona na stosunkowo dużą, jak na rozprawę doktorską, liczbę rozdziałów, bo aż czternaście (bez literatury !!), z czego pierwsze pięć stanowi właściwie wprowadzenie, wykonane bardzo starannie i w oparciu o bardzo dobrze dobrane pozycje literaturowe. Powoduje to jednak swoiste „rozdrobienie” rozdziałów w wyniku czego najważniejsze rozdziały, opisujące autorskie dokonania Doktoranta noszą numery dopiero 12 i 13. Wydaje się że pogrupowanie rozdziałów 6 i 7 oraz przeniesienie rozdziału 8 (metodyka badań) bliżej rozdziału 12 (bezpośrednio przed obecnym rozdziałem 12) zwiększyłyby czytelność całej rozprawy.

W krótkim wprowadzeniu nakreślone zostały zagadnienia związane z problemem zapewnienia ciągłych i niezawodnych dostaw wody do odbiorców przez przedsiębiorstwa wodociągowe (i inne podmioty odpowiedzialne za dostawę wody). W kolejnym rozdziale, nawiązując do obowiązujących przepisów prawnych, Doktorant wykazał, że zapewnienie bezpieczeństwa dostaw wody jest problemem ogólnoswiatowym gdyż marginalizowanie tego problemu stwarza znaczące zagrożenie dla zdrowia człowieka, a brak odpowiednich procedur zapewniania bezpieczeństwa dostaw (wody) jest dla eksploatorów systemów zaopatrzenia w wodę jest trudnym do rozwiązania zagadnieniem organizacyjnym. Na szczególną uwagę zasługuje bardzo dobre przedstawienie ograniczeń z jakimi spotykają się naukowcy i praktycy zajmujący się tą tematyką. Kolejne dwa rozdziały mają też charakter teoretyczny, obejmują przykłady zdarzeń niepożądanych opisane w literaturze światowej i krajowej oraz obejmują syntetyczną prezentację metod wykorzystywanych w analizie i ocenie ryzyka w SZZW.

W tej części rozprawy, Autor w sposób rozbudowany, choć czytelny, przedstawił uwarunkowania wyboru właściwej metody oceny ryzyka wystąpienia zjawisk niepożądanych w systemach zaopatrzenia w wodę. W bardzo klarowny sposób ukazana została geneza zagadnienia, którego dotyczy rozprawa doktorska: Doktorant jednoznacznie wykazał, że wciąż istnieje nierozwiązany problem o znaczeniu globalnym, który można zawrzeć w pytaniu: które z metod analizy i oceny ryzyka zapewniają wybór najlepszej strategii eksploatacji SZWW. Autor czytelnie sformułował zagadnienie, którego dotyczy rozprawa czyli wykazanie, że wdrożenie właściwych planów bezpieczeństwa (zaopatrzenia w wodę o odpowiedniej jakości) wymaga jednoczesnego stosowania odpowiednich konwencjonalnych i niekonwencjonalnych metod analizy i oceny ryzyka. Wybór, zakres oraz analiza danych literaturowych pozwoliła Autorowi właściwie sprecyzować obszar zainteresowań, postawić cel i tezę własnych rozważań naukowych. Wskazuje to jednoznacznie na bardzo dobre, staranne rozpoznanie problematyki przez Doktoranta.

Wybór tematu pracy należy uznać za właściwy zarówno ze względów naukowo-poznawczych jak i aplikacyjnych.

3.2. Teza rozprawy

W sformułowanych tezach pracy Doktorant postuluje że cyt.:

- I. *Analizę przyczynowo - skutkową i ocenę zdarzeń niepożądanych w SZZW można wykonać, opierając się na konwencjonalnych i niekonwencjonalnych metodach analizy i oceny ryzyka, w szczególności metodzie FMEA, teorii zbiorów rozmytych, teorii zbiorów szarych oraz twierdzeniu Bayesa, co pozwoli na uzupełnienie i rozszerzenie zalecanej dla WSP metody matrycowej analizy ryzyka.*
- II. *Zaproponowane metody powinny być wykorzystywane na potrzeby opracowywania WSP oraz stanowić podstawę podejmowania decyzji eksploatacyjnych przez przedsiębiorstwa wodociągowe w celu zapewnienia wymaganego poziomu bezpieczeństwa konsumentów wody*

Tezy pracy sformułowane zostały w sposób wystarczająco szczegółowy, Doktorant wyraźnie zadeklarował w jakim kierunku podążają Jego prace badawcze oraz jaki będzie możliwy do uzyskania zakres wdrożenia rezultatów tych prac.

3.3. Realizacja celu i udowodnienie tez

Realizację przedstawionego celu, którym było dążenie do udowodnienia postawionych tez, przeprowadzono zasadniczo w dwóch rozdziałach: dwunastym i trzynastym. Opierając się na trzech przedstawionych metodach, Autor opracował metodę analizy przyczynowo-skutkowej oraz oceny zdarzeń niepożądanych w SZZW pod kątem zapewnienia wymaganego poziomu bezpieczeństwa konsumentów wody. Zasadność zastosowania tej metody Autor udowodnił w oparciu o dane rzeczywiste pochodzące z eksploatacji system zaopatrzenia w wodę miasta liczącego wg autora ok. 37 tysięcy mieszkańców. Wybór miasta tej wielkości jest o tyle zasadny, że pozwala na rozszerzenie uzyskanych wyników na większość miast średnich i dużych zarówno w Polsce, jak i w Europie. Do udowodnienia prawdziwości tez wykorzystano metody autorskie (Doktoranta) oraz adaptowane metody innych autorów służące do analizy i oceny ryzyka. Działania te pozwoliły Autorowi na dokonanie priorytetyzacji ryzyka oraz wskazanie działań korygujących lub naprawczych, jakie należy podjąć w celu podniesienia poziomu bezpieczeństwa odbiorców wody. Zaproponowana przez Autora analiza ryzyka wykonana w oparciu o wykorzystanie twierdzenie Bayesa, umożliwiła odpowiednie odzwierciedlenie zależności przyczynowo - skutkowych pomiędzy poszczególnymi zdarzeniami. Szczegółowo pokazane zostało w jaki sposób wyznaczenia prawdopodobieństwo „a posteriori” pozwala na określenie ryzyka, np. wystąpienia mętności o określonej wartości. Zwieńczeniem pracy jest opracowanie modelu sieci Bayesa, umożliwiającego wyznaczenie prawdopodobieństwa spożycia wody o nieodpowiedniej jakości z zastosowaniem programu komputerowego JavaBayes.

Osiągnięcie realizacji celów i udowodnienie postawionych tez było możliwe dzięki bardzo starannej i dojrzałej analizie dostępnej literatury krajowej i zagranicznej. Ważnymi czynnikami umożliwiającymi osiągnięcie zamierzonego celu były też: bardzo dobry wybór obiektu do prac badawczych w postaci systemu zaopatrzenia w wodę oraz udana współpraca z eksploatującym je Przedsiębiorstwem Gospodarki Komunalnej, które udostępniło bardzo

szeroki i liczny materiał wyjściowy do obliczeń, w postaci wyników eksploatacyjnych, zarówno w zakresie jakości wody jak i w zakresie przyczyn, zakresu i skutków awarii sieci wodociągowej. Ten aspekt pracy doktorskiej stanowić może model współpracy jednostki naukowej z otoczeniem gospodarczym, w zakresie wdrażania nowoczesnych metod w praktykę działania, w bardzo trudnym obszarze bezpieczeństwa działania infrastruktury komunalnej. Zaznaczyć tu należy, że Autor zastosował z powodzeniem na danych rzeczywistych własne metody oceny i udowodnił zasadność ich użycia. Należy stwierdzić, iż wybór metod badawczych i obliczeniowych został dokonany w sposób właściwy i gwarantujący realizację postawionych zadań. Koncepcja rozwiązania problemu zawarta w pracy stanowi osiągnięcie własne Autora, a przyjęty plan badań i metodyka jego realizacji znajdują uzasadnienie w aktualnym stanie wiedzy, który obejmuje zagadnienia z zakresu zarówno badań podstawowych (teoria niezawodności) jak i wskazania zaleceń praktycznych do wdrożenia w przedsiębiorstwach eksploatacyjnych. Niezwykle obszerny zakres pracy pozwolił Doktorantowi osiągnąć założony cel i udowodnić postawione tezy.

Uzyskanie wyniki doprowadziły do sformułowania wniosków końcowych, z których za najważniejsze należy uznać te o charakterze aplikacyjnym, a mianowicie następujące stwierdzenia:

- i. Największe zagrożenie dla bezpieczeństwa konsumentów wody korzystających z SZZW objętego analizą stanowią:
 - zdarzenia niepożądane związane z nieuruchomieniem alternatywnych sposobów zaopatrzenia w wodę w przypadku zanieczyszczenia wody w podsystemie dystrybucji wody (PsDyW),
 - brak skutecznego sposobu wykrywania oraz informowania konsumentów o zagrożeniu w przypadku zanieczyszczenia wody w PsDyW,
 - zdarzenia niepożądane zachodzące w PsDyW, m.in. wtórne zanieczyszczenie wody w sieci wodociągowej.
- ii. Na podstawie analizy przyczynowo - skutkowej oraz oceny zdarzeń niepożądanych w SZZW przeprowadzonej z zastosowaniem przedstawionych metod otrzymano zbieżne wyniki, co świadczy o tym, że ich wspólne wykorzystanie znacznie ogranicza subiektywność analizy związaną z wykorzystaniem wiedzy oraz doświadczenia pracowników przedsiębiorstwa wodociągowego oraz ekspertów zewnętrznych.
- iii. Wykorzystując opracowaną przez Autora sieć Bayesa stwierdzono, że SZZW poddany analizie właściwie spełnia swoje zadanie w zakresie dostawy wody zdanej do spożycia, o czym świadczy bardzo wysoka wartość prawdopodobieństwa spożycia wody o jakości zgodnej.

3.4. Ocena naukowej wartości rozprawy

W swojej pracy Doktorant:

1. Podjął ambitny i trudny temat o wyjątkowo dużym znaczeniu dla nowoczesnej eksploatacji infrastruktury wodociągowej miast.
2. Krytycznie i czytelnie przedstawił swoje zdanie na temat znaczącej ilości pozycji literatury naukowo-badawczej krajowej i zagranicznej, na podstawie której: uzasadnił konieczność podjęcia tematyki, sprecyzował obszar własnego problemu badawczego, celu i tezy rozprawy oraz opracował zakres pracy pozwalający na realizację tego przedsięwzięcia.
3. Samodzielnie przeanalizował różne możliwe działania, opisane w literaturze, mogące prowadzić do wyboru właściwej metody analizy zjawiska i trafnie wybrał te z nich, które doprowadziły do udowodnienia postawionych tez, jednocześnie tworząc czytelny przykład aplikacyjny.
4. Nawiązał współpracę z przedsiębiorstwem wodociągowym, poznał dokładnie strukturę jego organizacji oraz zasady działania, a także bardzo dokładnie przeanalizował uzyskane dane i informacje eksploatacyjne. Stworzył i dokładnie opisał metodę gromadzenia danych i przygotowywania ich do wykonania obliczeń określających parametry ryzyka, związanego z niedostarczaniem wody o odpowiedniej jakości.
5. Przeprowadził obliczenia w oparciu o zgromadzone dane, na ich podstawie wykazał poprawność zastosowanego postępowania; następnie zaproponował i udowodnił, że przedstawione przez Autora metody działania, realizowane w odniesieniu do tego samego systemu zaopatrzenia w wodę, pozwalają na wieloaspektową analizę przyczynowo – skutkową oraz ocenę zdarzeń niepożądanych w SZZW tak, że osiągnięty zostanie wymagany poziom bezpieczeństwa konsumentów wody w różnych warunkach eksploatacyjnych.
6. Wykorzystał twierdzenia Bayesa do odzwierciedlenia zależności przyczynowo - skutkowych pomiędzy poszczególnymi zdarzeniami, zachodzącymi w analizowanym SZZW. Dla systemu, w oparciu o który Doktorant testował w praktyce swoje metody, wyznaczył (wykorzystując to twierdzenie), prawdopodobieństwo „a posteriori” obniżenia jakości wody (mierzone tu osiągnięciem mętności o określonej wartości) oraz obliczył prawdopodobieństwo warunkowe, że zostanie uszkodzony dany typ przewodu. Jednocześnie wyznaczył prawdopodobieństwo, że określona przerwa w dostawie wody do odbiorców zostanie spowodowana przez dany typ awarii.
7. Na przykładzie wybranego SZZW pokazał, które elementy składowe systemu stwarzają najwyższe ryzyko wystąpienia działań niepożądanych.
8. Usystematyzował możliwości stosowania poszczególnych metod wskazując, że:
 - a. Metoda FMEA powinna być wykorzystywana do analizy funkcjonowania całego procesu dostawy i dystrybucji wody;

- b. Jeśli nie dysponuje się odpowiednią bazą danych na temat zdarzeń niepożądanych należy wykorzystać teorię zbiorów rozmytych lub teorię szarych systemów;
 - c. Metoda wyznaczania prawdopodobieństwa stanów niepożądanych (zarówno w aspekcie jakości jak i ciągłości dostaw wody) z zastosowaniem twierdzenia Bayesa może z powodzeniem znaleźć zastosowanie w analizie bezpieczeństwa funkcjonowania przedsiębiorstw wodociągowych;
 - d. Do analizy bezpieczeństwa całego SZZW powinien być wykorzystany model sieci Bayesa (umożliwiający wyznaczenie prawdopodobieństwa spożycia wody o nieodpowiedniej jakości).
9. Przeanalizował oraz zinterpretował obszerny materiał badawczy, według metodyki, która stanowi własny dorobek Doktoranta. Tak duży zakres i szczegółowość obserwacji materiału badawczego dał obraz specyficznych rodzajów zjawisk niepożądanych w różnych składowych systemach zaopatrzenia w wodę oraz pozwolił na pokazanie w jaki sposób metodyka ta może być wykorzystywana w praktyce przedsiębiorstw i jednostek odpowiedzialnych za dostarczanie wody.

4. Uwagi krytyczne

4.1. Uwagi merytoryczne

1. Tezy pracy postawione zostały w bardzo ogólny sposób. Brak np. tez cząstkowych, które zazwyczaj pomagają i przybliżają czytelnikowi rozwiązanie problemu, który w tym przypadku wiąże się z różnymi obszarami działań (np. jakość i zapewnienie ciągłości dostaw). Zarówno sprecyzowanie jak i uszczegółowienie problemu badawczego wpłynęłoby znacznie na przejrzystość i czytelność otrzymanych wyników badań, które zostałyby usystematyzowane według tych głównych założeń.
2. Podział pracy na relatywnie dużą liczbę rozdziałów nie ułatwia czytającemu poruszania się po skomplikowanym obszarze, opisanym w pracy doktorskiej. Różna jest zwłaszcza obszerność tych rozdziałów (od dwóch do ponad czterdziestu stron). Na jednym poziomie ważności postawiono przegląd podstawowych definicji (Rozdział 4) i opracowanie szczegółowego planu bezpieczeństwa dostaw (Rozdział 12). Pracę dobrze się czyta, lecz dążenie Autora do szerokiego omawiania wszystkich poruszanych zagadnień powoduje, że najważniejsza część pracy rozpoczyna się dopiero na stronie 75. Należy tu jednak podkreślić, że właściwe stosowanie tabel i wykresów ilustrujących uzyskane rezultaty, ułatwia czytającemu zrozumienie toku myśli Autora i trochę jednak zmniejsza objętość tekstu.
3. Najwięcej uwag budzi rozdział 14 – „Podsumowanie, wnioski oraz proponowane kierunki dalszych badań”. Trudno jest tu znaleźć rozgraniczenie pomiędzy tymi trzema komponentami, zwłaszcza podsumowanie i wnioski za bardzo przenikają się ze sobą. Brak czytelnego, jednoznacznego zwięźczenia pracy, której treść jednoznacznie przecież doprowadziła do udowodnienia postawionych tez budzi pewien niedosyt

u recenzenta. Autor powtarza zapis z tezy II cyt.: „*Zaproponowane metody powinny być wykorzystywane (...)*”. W pracy wykazano przecież, że te metody są skuteczne, sprawdzone na przykładzie w pełni praktycznym i dlatego sformułowanie to mogłoby być silniejsze np. że metody te mogą i powinny być z powodzeniem stosowane.

4.2. Uwagi o charakterze dyskusyjnym

1. Autor stosuje zamiennie terminy : „konsument” i „odbiorca” jako synonimy. W rzeczywistości odbiorca to pojęcie szersze niż konsument. Czy Autor mógłby to skomentować?
2. Autor dla planów bezpieczeństwa wodnego używa oznaczenia WSP będącego skrótem od terminu angielskojęzycznego, czyniąc to konsekwentnie w całej pracy. Czy nie należałoby stosować skrótu PBW, który powoli, ale stale zdobywa sobie miejsce w terminologii fachowej w Polsce (choćby w dokumentach formalnych SZZW Słupska na które powołuje się Autor)?
3. Autor wybrał jako system zbiorowego zaopatrzenia w wodę do prowadzenia obliczeń badawczych cyt.:” *„miasto powiatowe zlokalizowane w południowo-wschodniej Polsce, liczące około 37 tys. mieszkańców”*. Takie sformułowanie jest zbieżne z obecną tendencją do anonimizowania obszarów prowadzenia badań. Jaki był cel takiej anonimizacji, skoro zamieszczono wycinek mapy z znaczącym Jasłem? Nawet gdyby tej mapy nie było, prosta znajomość technologii uzdatniania wody w Polsce południowej pozwalałaby i tak czytelnikowi wyeliminować „konkurencję” o zbliżonej liczbie mieszkańców tzn. miasta: Sanok i Jarosław (gdyż żadna ze stacji uzdatniania wody w tych miastach nie stosuje technologii Actiflo).
4. Autor, znając zakres modernizacji SUW w Jasle, przyjął do zastosowania metody „a posteriori” dane za okresu 2010-2015, a więc po modernizacji. Jakie były przesłanki wyłączenia okresu poprzedniego? Pytanie jest o tyle zasadne że MPGK w Jasle posiada bardzo dokładnie prowadzoną archiwizację danych eksploatacyjnych, zarówno w zakresie jakości wody dostarczanej jak i w zakresie ciągłości jej dostaw (a tym samym w zakresie awarii i czasu ich trwania). Jest to pytanie o tyle ważne, że w okresie od lat 60 XX wieku do czasu modernizacji w Jasle dochodziło do mętności wody ujmowanej wyższych niż po roku 2010.
5. W trakcie modernizacji zakład uzdatniania wody w Jasle, wybudowano (między innymi) zbiornik o - nietypowo jak dla warunków polskich dużej - pojemności, odpowiadającej ok trzydziestogodzinnemu zużyciu średniemu (dla całego obszaru obsługiwanego). Podstawą decyzji o wykonaniu takiego zbiornika była wykonana około dekady temu analiza niezawodnościowa SZZW Jasła, wykonywana bardzo uproszczonymi metodami. Czy Autor sprawdzał, lub zamierza w dalszej swojej działalności naukowej sprawdzić właśnie metodą „a posteriori” czy decyzja ta była właściwa?
6. W tabeli 13.27 przedstawiono propozycję sposobu oceny bezpieczeństwa SZZW na podstawie otrzymanej wartości prawdopodobieństwa, w zależności od wielkości SZZW, przyjmując graniczne wartości prawdopodobieństwa dla poszczególnych

kategorii SZZW na podstawie fundamentalnej pracy Śp. Prof. A. Wieczystego, pochodzącej z 2001 roku. Jakie jest zdanie Doktoranta na temat aktualności tych granicznych wartości prawdopodobieństwa?

4.3. Uwagi dotyczące redakcji tekstu

1. W ocenie pracy w zakresie edytorskim należy stwierdzić, że:
 - a. Recenzowana rozprawa doktorska została napisana według ogólnie przyjętego, klasycznego układu powiązanych ze sobą części i rozdziałów, choć recenzent nieco krytycznie odnosi się do proporcji między rozdziałami;
 - b. Układ pracy jest w sumie czytelny, a poszczególne rozdziały tworzą układ wynikowy, co jest szczególnie cenne wobec silnego aspektu praktycznego pracy;
 - c. Rysunki i tabele są czytelne, choć zawierają bardzo obszerną dawkę danych;
 - d. Spis tabel, rysunków oraz ważniejszych skrótów i symboli znacznie ułatwia poruszanie się w tekście rozprawy.
2. Recenzent zgłasza pewne uwagi, które nie obniżają wartości całej pracy, jednak mogą być przydatne przy tworzeniu przez Autora publikacji wynikających z tej rozprawy. Poniżej przedstawiono najważniejsze z nich:
 - a. Rozdział 2, str.11: Międzynarodowe standardy dla wody przeznaczonej do spożycia” (ang. International Standards for Drinking-Water) były wydawane przez WHO od lat pięćdziesiątych (dokładnie od 1958 r), nie zaś od lat sześćdziesiątych XX w., jak podaje Autor.
 - b. Rozdział 4 – „Definicje” wstawiony pomiędzy cel i zakres pracy a przegląd stanu wiedzy jako oddzielny rozdział zyskuje nienależny status, może celowe byłoby włączenie definicji do rozdziału 5?
 - c. W rozdziale 5 Autor, pokazując drogę rozwoju badań w omawianym obszarze, dość szeroko podaje w tekście personalia autorów opracowań naukowych w zakresie analizy niezawodności i bezpieczeństwa w SZZW. Jest to bardzo miłe dla czytających, zwłaszcza jeśli byli związani z wymienionymi osobami, ale trochę zaciemnia wywód dotyczący meandrów rozwoju opisywanego obszaru wiedzy.
 - d. Rozdział 6, str. 28.: Harbin przywołany w związku ze znanym wyciekiem nitrobenzenu do rzeki Songhua jest miastem dużym jak na warunki europejskie, ale w Chinach pod względem liczby mieszkańców lokuje się na 15-16 miejscu.
 - e. Rozdział 6, w punkcie 6.3.3. Autor dość szeroko omawia możliwe zakłócenia pracy SZZW wywołane aktami wandalizmu, terroryzmu czy też działaniami wojennymi, jednak w dalszej części pracy kwestie te nie są poruszane; jest zrozumiałe że te kwestie wykraczają poza zakres pracy doktorskiej, ale jaki był cel ich poruszania (łącznie z cytatami z Koranu)?

3. Tekst został starannie sprawdzony, wątpliwości recenzenta budzi poprawność dwóch terminów:

- a. Autor używa słowa „priorytyzacja” zamiast „priorytetyzacja” co jest zapewne zapożyczeniem z języka angielskiego;
- b. Podobnie wątpliwości recenzenta dotyczą użycia „dezynfekant” zamiast „dezynfektant”, choć w tym przypadku nie da się powiązać zastosowanej formy wyrazu z językiem angielskim.

Uwagi te nie obniżają poziomu merytorycznego i ogólnej, bardzo wysokiej oceny rozprawy, której siłą jest duży zestaw dobrze udokumentowanych wyników obliczeń prowadzonych przez Doktoranta.

5. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Dawida Szpaka pt.: „Metoda analizy przyczynowo-skutkowej oceny zdarzeń niepożądanych w systemie zbiorowego zaopatrzenia w wodę” została wykonana na wysokim poziomie naukowym i zawiera oryginalne obliczenia. Autor wykazał w pracy doktorskiej bardzo dużą wiedzę i udowodnił, że posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia badań. Zastosowane w pracy metody badań i ich interpretacja są właściwe, wyniki badań zasługują na szerokie rozpropagowanie, natomiast sama metoda opracowana przez Doktoranta, której celowość zastosowania wykazał na przykładzie rzeczywistym, powinna być stosowana w szerokim zakresie przez przedsiębiorstwa wodociągowe.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr inż. Dawida Szpaka pt.: „Metoda analizy przyczynowo - skutkowej oceny zdarzeń niepożądanych w systemie zbiorowego zaopatrzenia w wodę” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w *Ustawie z dnia 14.03.2003 roku „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki”* i dlatego wnioskuję o przyjęcie rozprawy przez Rady Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza oraz dopuszczenie do publicznej obrony.

Jeśli zasady obowiązujące na Politechnice Rzeszowskiej wymagają, aby wniosek o wyróżnienie pracy zawarty był w recenzji, proszę traktować konkluzję mojej recenzji jako jednoznaczny wniosek o wyróżnienia pracy doktorskiej p. Dawida Szpaka.

Kraków, 23 marca 2018r.

