

dr hab. inż. Emilia Kuliczowska, prof. PŚk
Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki
Politechnika Świętokrzyska
al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce

Kielce, 8.11.2022 r.

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Jakuba Żywca na temat:
„Metoda oceny niezawodności operatora w systemie zbiorowego zaopatrzenia w wodę”**

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Recenzję opracowano zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka na Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 19 września 2022 na prośbę przewodniczącego tejże Rady prof. dr hab. inż. Daniela Słysia.

2. Charakterystyka rozprawy i jej ocena

Rozprawa dotyczy metodyki badań oraz uzyskanych wyników w zakresie oceny niezawodności operatora w systemie zbiorowego zaopatrzenia w wodę. Przedstawiona praca zawiera oryginalną metodę oceny niezawodności operatora w SZZW oraz metodę oceny niezawodności poszczególnych podsystemów z uwzględnieniem wpływu operatora.

Doktorant sformułował cel, zakres i tezy pracy. Głównym celem rozprawy było zbadanie wpływu wewnętrznego czynnika ludzkiego na niezawodność systemu antropotechnicznego na przykładzie działania operatora w SZZW, na który składają się dwa cele: cel poznawczy i cel praktyczny. Celem poznawczym była analiza wpływu działania operatora na niezawodność SZZW przez wyznaczenie wskaźnika gotowości operatora dla procesów eksploatacyjnych w poszczególnych podsystemach SZZW, zaś celem praktycznym było opracowanie metody oceny niezawodności operatora na potrzeby zwiększenia poziomu niezawodności i bezpieczeństwa funkcjonowania systemu zbiorowego zaopatrzenia w wodę przez uwzględnienie wpływu wewnętrznego czynnika ludzkiego.

Zakres pracy obejmował:

- przegląd stanu wiedzy na temat badań niezawodności operatora w systemach technicznych,

- charakterystykę roli operatora w SZZW, przedstawienie klasyfikacji oraz przyczyn błędów ludzkich,
- przegląd metod stosowanych do oceny niezawodności operatora systemów technicznych,
- przedstawienie metodyki badań,
- opracowanie metody oceny wpływu zdarzeń awaryjnych z udziałem operatora na niezawodność SZZW z wykorzystaniem metody wielokryterialnego wspomaganie decyzji FSAW,
- opracowanie metody oceny niezawodności operatora SZZW opartej na metodzie CREAM, teorii liczb rozmytych oraz sieci Bayesa,
- analizę statystyczną otrzymanych wyników z uwzględnieniem wybranych czynników socjodemograficznych,
- opracowanie metody oceny niezawodności poszczególnych podsystemów SZZW z uwzględnieniem wpływu działania czynnika ludzkiego w postaci operatora systemu,
- opracowanie metody oceny możliwości zwiększenia poziomu niezawodności operatora w SZZW,
- podsumowanie i wnioski,
- proponowane kierunki dalszych badań.

Doktorant postawił dwie tezy.

Teza 1: działanie operatora SZZW ma znaczący wpływ na poziom niezawodności i bezpieczeństwa dostaw wody do konsumenta. Z tego względu analiza niezawodności SZZW powinna obejmować wpływ operatora systemu, a jej wyniki powinny stanowić podstawę dla racjonalnych decyzji eksploatacyjnych podejmowanych przez przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne.

Teza 2: zastosowanie rozmyto-bayesowskiej wersji metody CREAM ze względu na niepewność pozyskanych danych oraz fakt, że SZZW jest systemem antropotechnicznym, może stanowić oryginalne uzupełnienie i poszerzenie klasycznego, technicznego podejścia do analiz niezawodnościowych systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę.

Realizując pracę Doktorant dokonał przeglądu i oceny dotychczasowych badań i analiz niezawodności operatora systemów technicznych w sposób bardzo przejrzysty, w oparciu o liczne pozycje literaturowe. Przeanalizował rolę operatora w funkcjonowaniu systemu zbiorowego zaopatrzenia w wodę podając jego zadania w systemie i poszczególnych podsystemach. Przedstawił rodzaje błędów operatora oraz przyczyny ich powstania.

Następnie dokonał przeglądu metod stosowanych do oceny niezawodności operatora systemów technicznych z podziałem na metody ilościowe, jakościowe i mieszane.

Doktorant, realizując cel praktyczny, jakim było opracowanie metody oceny niezawodności operatora w SZZW, przeprowadził badania w 8 przedsiębiorstwach wodociągowo-kanalizacyjnych ankietując 42 operatorów. Opracował wyniki statystycznie oraz wykorzystał również opinie ekspertów w zakresie bezpieczeństwa dostaw wody i niezawodności SZZW. Zastosował metodę wielokryterialnego wspomaganie decyzji (FSAW), wskazując najbardziej wrażliwy podsystem SZZW, jakim jest podsystem uzdatniania wody oraz metodę (CREAM) modyfikując ją wykorzystaniem sieci Bayesa i teorii zbiorów rozmytych.

O oryginalności pracy Doktoranta stanowią przedstawione autorskie metody: metoda oceny wpływu zdarzeń awaryjnych z udziałem operatora na niezawodność systemu zbiorowego zaopatrzenia w wodę, metoda oceny niezawodności operatora SZZW, metoda oceny niezawodności w systemie zbiorowego zaopatrzenia w wodę, z uwzględnieniem wpływu operatora oraz metoda oceny możliwości zwiększenia niezawodności operatora w systemie zbiorowego zaopatrzenia w wodę. Ta ostatnia obejmowała czynniki z podziałem na trzy grupy: czynniki organizacyjne, czynniki środowiskowe i czynniki związane z procesem pracy. Tezy pracy zostały zatem udowodnione.

Pozytywnie oceniam temat pracy doktorskiej podjętej w problematyce niezawodności systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę, jej cel i zakres. Praca jest poprawnie zredagowana, a forma tekstu jest przejrzysta, styl zrozumiały, terminologia i jednostki miar właściwe. Praca liczy 185 stron maszynopisu łącznie ze spisem rysunków, tabel, załącznikami i streszczeniami. Spis literatury zawiera 147 prawidłowo dobranych pozycji, w tym 4 współautorskie. Literatura obcojęzyczna w wyżej wymienionej liczbie stanowi 89 pozycji. Treść rozprawy została ujęta w 10 rozdziałach:

1. Wprowadzenie
2. Sformułowanie problemu
3. Cel, zakres, tezy pracy
4. Definicje
5. Przegląd stanu wiedzy na temat badań niezawodności operatora systemów technicznych
6. Analiza roli operatora w funkcjonowaniu systemu zbiorowego zaopatrzenia w wodę
7. Przegląd metod stosowanych do oceny niezawodności operatora systemów technicznych

8. Metodyka badań
9. Wyniki badań
10. Podsumowanie, wnioski i kierunki dalszych badań.

W niniejszej rozprawie Doktorant podjął, po raz pierwszy tak kompleksowo, ważki temat wpływu czynnika ludzkiego na niezawodność i bezpieczeństwo funkcjonowania systemu zbiorowego zaopatrzenia w wodę. Podjęcie tego tematu przyczynia się do rozwoju wiedzy w zakresie niezawodnego działania SZZW, a także pozwala na określenie nowych standardów niezawodnościowych dla operatorów tych sieci.

3. Uwagi do pracy

Nie wnoszę uwag, zarówno do metodyki badań, jak i uzyskanych wyników, uznając je za w pełni nowatorskie i poprawne.

Natomiast na str. 30 w obowiązkach operatora centralnego w podsystemie dystrybucji wody brakuje minastępującego zadania: zapobieganie wystąpieniu awarii przewodów wodociągowych, poprzez planowanie ich wykopowej albo bezwykopowej wymiany na nowe w odpowiednim czasie lub zastosowanie ich bezwykopowej rehabilitacji, w zależności od stanu technicznego przewodów, w opcji renowacyjnej, częściowo konstrukcyjnej lub w pełni konstrukcyjnej. Przewody wodociągowe posiadają określoną trwałość wyrażoną w latach i w związku z tym należałoby przy każdej możliwej okazji, związanej z wykonaniem odkrywki rurociągu (np. przy usuwaniu awarii, wymianie zasuw) zbadać jego stan techniczny, ustalić współczynnik bezpieczeństwa konstrukcyjnego i określić prognozowany dalszy okres jego eksploatacji. Zagadnienie to jest zaniedbywane w wielu polskich przedsiębiorstwach wodociągowo-kanalizacyjnych, a jego realizacja zmniejszyłaby znacząco ilość awarii przewodów wodociągowych.

W związku z powyższym mam następujące pytanie do Doktoranta: jakie działania należałoby podjąć, aby piąty podsystem (podsystem dystrybucji wody) poddać analogicznym analizom, jak te, które przeprowadzono na czterech pozostałych podsystemach SZZW?

Na stronie 9⁶ proponuję do zagrożeń dla funkcjonowania SZZW dodać jeszcze „akty terrorystyczne” przed słowem „cyberterroryzm”.

W pracy pojawiła się niewielka liczba drobnych błędów edytorskich nie wpływających istotnie na jakość i ocenę pracy. Są to przykładowo:

- w tezie 2 na stronie 14₃ zamiast „...może stanowić...” lepiej byłoby „...stanowi....”
- s.20₆₋₄ zdanie niezrozumiałe,

- s. 25² zamiast „pogrożenia” powinno być „pogorszenia”,
- s. 25⁷ zamiast „starowanie” powinno być „sterowanie”,
- s. 27₆ słowo „omawiania” niepotrzebne,
- zbyt często używany skrót słowa „według”, po którym nie powinno być kropki.

Uwagi te mogą być wykorzystane przy opracowywaniu publikacji prezentujących uzyskane efekty naukowe pracy.

4. Wniosek końcowy

Przedstawiona rozprawa doktorska mgr inż. Jakuba Żywca na temat: „Metoda oceny niezawodności operatora w systemie zbiorowego zaopatrzenia w wodę” stanowi ważny wkład w rozwój wiedzy na temat niezawodnego działania SZZW i roli człowieka w tym systemie antropotechnicznym. Autor wykazał się dużą znajomością wiedzy i umiejętnością jej wykorzystania. Własne metody opracowane przez Doktoranta mają zastosowanie praktyczne w przedsiębiorstwach wodociągowo-kanalizacyjnych i przy ich wykorzystaniu przyczynią się do bardziej niezawodnej pracy operatora.

Rozprawa spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zawarte w obowiązujących przepisach, a zwłaszcza w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2022.574). Wnoszę więc o dopuszczenie pracy do publicznej obrony.

Biorąc pod uwagę fakt, iż Doktorant udowodnił zarówno swój oryginalny wkład w rozwój nauki, jak i dojrzałość badawczą, wnoszę o wyróżnienie pracy.

Emilio Kulickowski