

Dr hab. inż. Jadwiga KRÓLIKOWSKA, prof. PK
Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki
Katedra Wodociągów, Kanalizacji i Monitoringu Środowiska

R E C E N Z J A

rozprawy doktorskiej **Pana mgr Roberta WRONY** pt. „Optymalizacja systemu kodowania w zarządzaniu eksploatacją sieci kanalizacyjnych”

1. Podstawa formalna recenzji

Recenzję opracowano w związku z pismem Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej z dnia 14.04.2021 roku o nr RIE-BD/4/2472020/2021 oraz na podstawie umowy o dzieło z dnia 14.04.2021 roku o nr UMC/1122/2021.

2. Krótka charakterystyka rozprawy

Praca ma charakter badawczy i składa się zasadniczo z dwóch części: części wprowadzającej (rozdz.1) oraz części badawczej (rozdz., rozdz. 2, 3, 4, 10) a także streszczenia w języku polskim i języku angielskim, literatury, spisu tabel, spisu rysunków. Całość rozprawy obejmuje łącznie 191 strony, w tym 22 tabel, 59 rysunków. Bibliografia zawiera 107 pozycji, są to publikacje w języku polskim (68) oraz języku angielskim (39), z czego w pięciu Pan mgr Robert Wrona jest współautorem.

3. Ocena celowości podjęcia tematu

Tematyka pracy dotyczy ważnego i aktualnego problemu. Sieci kanalizacyjne jako element systemu usuwania i oczyszczania ścieków należą do strategicznej infrastruktury technicznej terenu, wpływając w zdecydowany sposób na poziom życia ludności, stąd muszą wypełniać swoje zadania w sposób ciągły. Systemy kanalizacyjne odgrywają zasadniczą rolę w kształtowaniu zrównoważonego rozwoju jednostki osadniczej, a stawiane im wymagania mogą być złagodzone tylko w warunkach wyjątkowych (np. ekstremalnych warunkach meteorologicznych). Nie ulega wątpliwości, że systemy kanalizacyjne zwłaszcza grawitacyjne, a tych w warunkach polskich jest przeważająca większość, stanowią potencjalne źródło zagrożenia dla środowiska. Uwzględniając powyższe systemy kanalizacyjne powinny cechować wysoka niezawodność zarówno funkcjonowania jak i bezpieczeństwa.

Każde z przedsiębiorstw wodociągowych czyni starania, aby eksploatowany system był w jak najwyższym możliwym stopniu odporny na różnego rodzaju zakłócenia, które mogą się pojawić w trakcie jego eksploatacji. Działania te rodzą określone skutki finansowe, które w końcowym rozrachunku muszą znaleźć przełożenie na opłaty za odprowadzanie ścieków. Praktycznie każde przedsiębiorstwo wodociągowe staje przed dylematem ile środków w

budżecie przeznaczyć na poprawę niezawodności i bezpieczeństwa funkcjonowania systemu oraz które z działań stają się aktualnie niezbędne. Jest to szczególnie istotne w ostatnim okresie, kiedy ma się do czynienia z coraz częstszymi anomaliami pogodowymi. Dlatego jednym z podstawowych zadań w przedsiębiorstwie wodociągowym jest efektywne zarządzanie eksploatacją sieci kanalizacyjnej.

Zasadnym więc jest podjęcie badań w zakresie rozwijania i unowocześniania systemu zarządzania siecią opartego na uporządkowanym zbiorze danych o jej funkcjonowaniu.

4. Merytoryczna ocena rozprawy

W części wprowadzającej (**wstęp**) **Autor** wskazuje na potrzebę czytelności przekazywanych do systemu danych o zdarzeniach występujących na sieciach zarówno dla pracowników wykonujących czynności eksploatacyjne jak i dla osób podejmujących decyzje o wykonaniu określonych działań.

W **rozdz. 1** zarysowany został historyczny rozwój systemów kanalizacyjnych z podkreśleniem złożoności współczesnych systemów kanalizacyjnych, a co za tym idzie konieczności wdrażania odpowiednich procedur obejmujących różne aspekty eksploatacji tych systemów, za którą odpowiada tzw. jednostka eksploatująca. Właściwie prowadzona eksploatacja jest jednym z warunków bezpiecznego dla środowiska i ludności odprowadzenia ścieków z określonego terenu. **Doktorant** na bazie literatury przedstawił podstawowe zasady organizacji działań jednostki prowadzącej eksploatację systemu kanalizacyjnego podając między innymi częstotliwość działań eksploatacyjnych dla sieci kanalizacyjnej, skutki zaniechań w obszarze działań eksploatacyjnych ze szczególnym wróceniem uwagi na katastrofy kanalizacyjne.

Kolejny fragment tego rozdziału dotyczy zagadnienia stanu technicznego infrastruktury kanalizacyjnej i na jego podstawie konieczność odnowy. Przywołany został model planowania odnowy według jej pilności autorstwa E.Kulickowską, opracowany w oparciu o szereg danych dotyczących charakterystyki analizowanego przewodu jak również system kodowania inspekcji wizualnej wg normy PN-EN 13508-2, jako narzędzie do opisu zarejestrowanych podczas inspekcji TV informacji o kanale.

Doktorant zauważa, że opracowane dotychczas słowniki nie uwzględniają w pełni specyfiki zarządzania jednostką eksploatującą sieć kanalizacyjną, sugeruje również możliwość transferu doświadczeń z innych branż przedstawiając przykład kategoryzacji i kodyfikacji opracowany przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) tj. system ICD-10 - Międzynarodowa Statystyczna Klasyfikacja Chorób i Problemów Zdrowotnych.

Cel oraz zakres pracy przedstawione zostały w **rozdz. 2**. Za cel pracy **Doktorant** postawił sobie opracowanie systemu rejestracji i kodyfikacji czynności eksploatacyjnych na sieci kanalizacyjnej wraz ze słownikiem zdarzeń oraz wstępną ocenę wpływu wdrożenia systemu na pracę jednostki eksploatującej zasoby sieciowe (JEZS). Aby zrealizować powyższy cel zakres badań obejmował:

- opracowanie parametrów charakteryzujących przedmiot badań i analizę ich zmian w przedziale czasu obejmującym badania,

- określenie działań organizacyjnych i eksploatacyjnych na potrzeby jednostki eksploatującej zasoby sieciowe badanego systemu kanalizacyjnego,
- rozpoznanie, zdefiniowanie i wykonanie charakterystyki opisowej zadań eksploatacyjnych w kontekście możliwości ujęcia ich symbolem (kodem),
- opracowanie tabeli kodów i kart rejestracji czynności eksploatacyjnych,
- obserwacja, w oparciu o karty rejestracji czynności eksploatacyjnych, wpływu implementacji kodów na zmiany organizacji pracy JEZS i realizację zadań eksploatacyjnych,
- analizy wpływu implementacji systemu kodowania na częstość występowania zdarzeń eksploatacyjnych oraz wykorzystanie zasobów ludzkich i sprzętowych w JEZS,
- opracowanie nowego modelu zarządzania JEZS.

Wyniki z badań dotyczą przedziału czasu 2013-2017 eksploatacji sieci kanalizacyjnej, która z końcem roku 2017 liczyła 734,14 km (łącznie sieć zewnętrzna i podłączenia) przy 95% stopniu skanalizowania jednostki obsługiwanej przez sieć i współczynnika koncentracji na poziomie 491 LM/km. Jak podkreśla **Autor** rozprawy tak wysoki współczynnik koncentracji przekłada się na sposób eksploatacji i analizę danych. Dodatkowo sieć charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem w zakresie stosowanych materiałów oraz struktury wiekowej.

W budowie struktury kodów dla procedur eksploatacyjnych na sieci kanalizacyjnej **Doktorant** wykorzystuje własne doświadczenie zawodowe tj. w ratownictwie medycznym. Jako bazę odniesienia dla opisanego zdarzeń na sieci kanalizacyjnej wykorzystuje kody klasyfikacji ICD-10 natomiast do scharakteryzowania podjętych działań/czynności eksploatacyjnych kody klasyfikacji ICD-9 CM oraz wytyczne branżowe.

System kodyfikacji i rejestracji prac prowadzonych na sieci kanalizacyjnej **Doktorant** zaimplementował w jednostce eksploatacji zasobów sieciowych miasta X w 2013 r i jest on przez **Niego** ciągle doskonalony. W pracy zamieszczono schemat kodyfikacji prac eksploatacyjnych pierwotny (Tab. 2.9), modyfikacje z roku 2015 (Tab. 2.10) oraz modyfikację przygotowaną na rok 2019 (Tab. 2.11).

Równoległe z wprowadzaniem systemu kodyfikacji i rejestracji prac prowadzonych na sieci kanalizacyjnej **Pan mgr Robert Wrona** dostosowuje do tej sytuacji strukturę organizacyjną zarządzania siecią kanalizacyjną przez JEZS. Proponuje organizację działu na czterech głównych sekcjach, realizujących odpowiednio zadania/działania eksploatacyjne tj. sekcję kontroli sieci kanalizacyjnych, sekcję diagnostyki sieci kanalizacyjnych, sekcję eksploatacji sieci kanalizacyjnych oraz zespół nadzorów i odbiorów kanalizacji (Rys. 2.13). Zastosowanie takiego schematu zarządzania pozwala na płynny i szybki przepływ informacji i tempo podejmowania decyzji jednak **Doktorant** widzi również ryzyko uzyskiwania niepełnych informacji przez Zarząd Spółki, który samodzielnie nie wykorzystuje danych z systemu rejestracji.

Rozdział 3 rozprawy prezentuje wyniki przeprowadzonych badań dotyczących zdarzeń eksploatacyjnych, wykonanych prac prowadzonych na sieci kanalizacyjnej miasta X oraz związanych z nimi nakładów eksploatacyjnych. Wyniki przedstawione są tabelarycznie oraz graficznie i obejmują liczbę typów prac (zdarzeń), liczbę prac eksploatacyjnych głównych, zdefiniowanych w słowniku kodów, oraz liczbę prac przypadających na kilometr sieci rejestrowanych w każdym roku kalendarzowym. Za miarę nakładów związanych z eksploatacją

systemu **Doktorant** przyjął czas pracy brygad, z uwzględnieniem typu zdarzenia oraz czas pracy sprzętu wyrażony w godzinach, zestawiając go tabelarycznie i graficznie w każdym roku kalendarzowym.

W **rozdz. 4 Doktorant** analizuje wyniki badań wpływu implementacji systemu kodyfikacji i rejestracji prac eksploatacyjnych dla sieci kanalizacyjnej miasta X na model zarządzania JEZS i na liczbę zdarzeń eksploatacyjnych występujących na sieci i związanych z tym nakładów posługując się statystyczną zależnością pomiędzy liczbą działań sklasyfikowanych jako kontrola, konserwacja i awaria a czasem wdrażania systemu.

Rozprawę kończą podsumowanie (**rozdz. 5**) oraz wnioski (**rozdz. 6**). **Doktorant** sformułował 5 wniosków praktycznych. Zostały one precyzyjnie zredagowane i są dobrą rekapitulacją przeprowadzonych badań, świadczącą o ich realizacji w pełnym zakresie w stosunku do wcześniej zaplanowanego.

Jednocześnie **Pan mgr Robert Wrona** wskazuje jako kierunek dalszych badań rozbudowę systemu rejestracji o kody jakościowe uwzględniające obecność śladów patogenu w ściekach, co jak podkreśla jest szczególnie istotne w dobie panującej pandemii.

Integralną częścią rozprawy jest **Załącznik nr 1**, w którym **Autor** zaprezentował szczegółowe zakresy zadań przyporządkowane stanowiskom pracy (karta opisu stanowiska) wraz ze szczegółowymi macierzami obowiązków, w zależności od tego, jak są pilne (matryca obowiązków).

Spis literatury obejmuje 107 pozycji, na które składają się: publikacje zagraniczne (blisko połowo pozycji), publikacje krajowe, dyrektywy, normy opracowania statystyczne, materiały i dokumentacja PWiK Gliwice, strony internetowe.

Reasumując merytoryczną ocenę rozprawy stwierdzam, że **mgr Roman Wrona** zaplanował i przeprowadził kompleksowe, pracochłonne i trudne w realizacji badania, które mają zarówno charakter naukowy, poznawczy jak i użyteczny. Znane z literatury słowniki kodowania głównie odnoszą się do opisu stanu kanałów wykorzystywanych w procesach oceny ich stanu technicznego i planowanej renowacji. **Doktorant** natomiast opracował system kodyfikacji i rejestracji prac na analizowanej sieci kanalizacyjnej (prac eksploatacyjnych) oraz zaproponował strukturę organizacyjną zarządzania siecią kanalizacyjną w JEZS, uwzględniającą wdrożenie systemu kodyfikacji prac eksploatacyjnych.

Doktorant graficznie prezentuje cały zakres swoich prac badawczych.

5. Uwagi szczegółowe

1. Zdaniem recenzenta zatytułowanie pracy „Optymalizacja systemu kodowania w zarządzaniu eksploatacją sieci kanalizacyjnych” jest na wyrost, gdyż **Doktorant** nie wyznaczył najlepszego (optymalnego) rozwiązania z punktu widzenia określonego kryterium. Zaproponował rozwiązanie, które niewątpliwie usprawnia funkcjonowanie JEZS i pozwala na zmniejszenie nakładów na eksploatację sieci kanalizacyjnej.

2. W pracy pojawiły się nieliczne błędy natury edytorskiej, które w żadnym stopniu nie wpływają na jej poziom.

3. Proszę o odniesienie się do poniższych kwestii.

1. Opis poszczególnych stanowisk, w postaci macierzy obowiązków i kart stanowiska pracy przygotowane na potrzeby zmian modelu zarządzania JEZS miasta X (Zał. nr 1) nie pokrywa się z przedstawioną na str. 63 przez **Doktoranta** strukturą organizacyjną zarządzania siecią kanalizacyjną w JEZS po wdrożeniu systemu kodyfikacji prac eksploatacyjnych.
2. W przedstawionej na str. 63 przez **Doktoranta** w strukturze organizacyjnej zarządzania siecią kanalizacyjną w JEZS po wdrożeniu systemu kodyfikacji prac eksploatacyjnych w zakresie działań pojawia się czynność udrażniania sieci kanalizacyjnej, która na str. 65 definiowana jest jako awaria. Czy każde udrażnianie traktowane jest jako awaria?
3. Na str. 77 w tabeli 3.1 Zestawienie liczby typów prac zarejestrowanych w analizowanym okresie na sieci kanalizacyjnej zarządzanej przez JEZS podano liczę zdarzeń na km sieci. Jaką długość sieci brano pod uwagę?

6. Wniosek końcowy

Przedstawiona przez **Pan mgr Robert Wrony** rozprawa doktorska pt. „Optymalizacja systemu kodowania w zarządzaniu eksploatacją sieci kanalizacyjnych” stanowi znaczące, wartościowe osiągnięcia jej Autora i wnosi oryginalny wkład do rozwoju wiedzy w zakresie zarządzania systemami kanalizacyjnymi, dla których wymagania eksploatacyjne rosną z roku na rok.

Rozprawa spełnia w moim przekonaniu wymagania stawiane rozprawom doktorskim zawarte w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku z późniejszymi zmianami, o stopniach naukowych, tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki [jedn. tekst Dz. U. Nr 84 poz. 455 (2011)]. Wobec tego wnioskuję o dopuszczenie **Doktoranta** do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Kraków, czerwiec 2021 roku.

