

Prof. dr hab. inż. Marian Kwietniewski

Zakład Zaopatrzenia w Wodę

i Odprowadzania Ścieków

Wydział Instalacji Budowlanych,

Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska

Politechnika Warszawska

Marian.kwietniewski@gmail.com

Tel. 601 394 432

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. **Sabiny Kordana** pt.

Wspomaganie podejmowania decyzji w gospodarce wodami opadowymi

1. Przedmiot i podstawa formalna opracowania recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pani mgr inż. Sabiny Kordana prowadzona na Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej, której promotorem jest pan prof. dr hab. inż. Daniel Słyś, a promotorem pomocniczym pani dr inż. Agnieszka Stec. Recenzję opracowano zgodnie z uchwałą Rady Wydziału i na podstawie umowy nr NN/122/2019 z dnia 17 maja 2019r.

Rozprawa obejmuje 341 stron podstawowego tekstu, w tym 306 pozycji bibliograficznych i 5 załączników. Ważną częścią monografii jest załącznik A obejmujący ankiety do analizy PESTLE oraz wieloattributowych metod wspomaganie decyzji.

2. Charakterystyka i ocena rozprawy doktorskiej

Skutkiem systematycznego rozwoju miast, osiedli i związanej z nimi infrastruktury transportowej jest między innymi szybki przyrost szczelnych powierzchni utwardzonych, które znacznie ograniczają naturalne procesy infiltracji i retencji wód opadowych na tych obszarach. Nakładają się na to jeszcze postępujące od wielu lat zmiany klimatu, których następstwem jest wzrost intensywności ekstremalnych opadów. W wyniku tych wszystkich procesów, istniejące tradycyjne systemy kanalizacyjne, dość powszechnie jeszcze stosowane do odwodnienia terenów zabudowanych, są znacznie przeciążone i bardzo często są źródłem podtapiania terenu a nawet powodzi miejskich. A to wywołuje nieodwracalne zmiany w środowisku naturalnym i pogorszenie warunków życia mieszkańców.

Konieczne jest więc bezwzględne uporządkowanie gospodarki wodami opadowymi na terenach miejskich poprzez podejmowanie działań mających na celu racjonalne zarządzanie

tymi wodami. Racjonalizacja wymaga zaś kompleksowego podejścia do rozwiązania problemu, w którym, oprócz typowych wymagań technicznych i ekonomicznych powinny być uwzględnione jeszcze inne, równie ważne, takie jak np. wymagania środowiskowe, społeczne, prawne i polityczne. Wobec ogromnej ilości czynników reprezentujących te wymagania, powstaje problem wyboru najlepszego rozwiązania infrastruktury odwodnieniowej w danych warunkach. W tym celu konieczne są odpowiednie narzędzia i metody naukowe ułatwiające decydom i projektantom wybór sposobu odwodnienia danego terenu. Jak wynika z rozpoznania stanu wiedzy przeprowadzonego przez Doktorantkę, brak jest takich narzędzi, których wykorzystanie umożliwiłoby uwzględnienie wszystkich aspektów związanych z budową i późniejszą eksploatacją systemów przewidzianych do zagospodarowania wód opadowych.

Należy zatem przyjąć, iż to między innymi zainspirowało Doktorantkę do zajęcia się omawianą problematyką.

Pani mgr Sabina Kordana zdefiniowała wpierw problem naukowy jako rozpoznanie możliwości wspomagania racjonalnych decyzji inwestycyjnych w gospodarce wodami opadowymi na terenach zurbanizowanych. Następnie na potrzeby rozwiązania tego problemu sformułowała cele swoich rozważań, wśród których celem wiodącym jest opracowanie procedury wyboru metod najkorzystniejszego sposobu zagospodarowania wód opadowych w zlewniach miejskich przy wykorzystaniu nowoczesnych technik wspomagania decyzji.

Punktem wyjścia do przeprowadzenia badań i tym samym do osiągnięcia postawionych celów są dwie tezy, które zostały poprawnie sformułowane w rozdziale 2.

W zakresie pracy wyszczególniono aż kilkanaście zadań, których rozwiązanie wymagało zastosowania w sposób zsynchronizowany nowych metod i narzędzi badawczych takich głównie jak metody planowania strategicznego, analiza wieloatrybutowa, teoria planowania doświadczeń, sztuczne sieci neuronowe i modelowanie hydrodynamiczne systemów odwodnieniowych.

Należy zauważyć, że wykorzystane w pracy metody i narzędzia badawcze to ogromne obszary wiedzy naukowej i praktycznej, które mają także szerokie możliwości zastosowań. Zgłębienie tej wiedzy i poznanie zakresu możliwości tych narzędzi wymagało od Doktorantki dużego nakładu pracy i wysiłku intelektualnego. Widać to w części tzw przeglądowej zawartej w rozdziale 3, gdzie przedstawiono historycznie podstawy prawne gospodarowania wodami opadowymi, charakterystykę jakościową tych wód, obserwowane kierunki rozwoju systemów zagospodarowania wód opadowych w Polsce oraz systematykę obiektów związanych z infiltracją wód w gruncie i ich retencją. Omawiając kierunki rozwoju sposobów zagospodarowania wód opadowych, Doktorantka potwierdza, iż w Polsce nadal dominującym sposobem jest tradycyjna kanalizacja kryta.

Komentarza wymaga tytuł rozdziału 4 „*Teoria wspomagania decyzji*” i jego zawartość. Analiza treści tego rozdziału wskazuje na brak zgodności tytułu z jego zawartością. Tytuł kojarzy się wprost z opisem teorii wspomagania decyzji, a tymczasem treść przedstawia analizę przeglądową problematyki podejmowania decyzji w gospodarce inwestycyjnej, klasyfikację systemów wspomagania decyzji oraz ciekawy przegląd metod wielokryterialnych wspomagania decyzji w gospodarce wodami opadowymi. Niemniej chcę podkreślić, iż przedstawiona w tym rozdziale (podrozdz 4.3) analiza wynikająca z obszernych studiów literaturowych zasługuje na uznanie. Zawiera bowiem w sobie wiele ciekawych informacji i

jest obszernym rozpoznaniem zakresu stosowania metod wielokryterialnych w gospodarce wodami opadowymi. Taki przegląd stanowi więc dobrą podstawę do zidentyfikowania zagadnień, które nie zostały jeszcze w pełni rozwiązane. Z przeprowadzonych przez Autorkę studiów literaturowych wynika, iż w dostępnych źródłach brak jest kompleksowego podejścia do procedur wyboru najkorzystniejszego rozwiązania systemu odwodnieniowego w zlewniach miejskich co uzasadnia potrzebę opracowania takiej metodyki.

W nawiązaniu do klasyfikacji wieloatrybutowych metod wspomagania decyzji, podanej w podrozdz 4.2 należy zwrócić uwagę, iż spośród wielu dostępnych metod wybrano dwie a mianowicie Analytic Hierarchy Process (AHP) i metodę scoringową. Wybór ten został oznajmiony tylko stwierdzeniem iż „zdecydowano się wykorzystać dwie metody bazujące na addytywnej funkcji użyteczności”. Brakuje w tym miejscu chociaż krótkiego uzasadnienia takiego wyboru.

Ważne znaczenie dla uzyskania oczekiwanych wyników badań ma rozdział 5, w którym pokazano możliwości rozwoju i zastosowania zrównoważonego podejścia do zagospodarowania wód opadowych w praktyce. Rozpoznanie tych możliwości było niezbędne przed podjęciem właściwych badań rozwiniętych w następnym rozdziale rozprawy 6, a zmierzających do opracowania metodyki wyboru systemu zagospodarowania wód opadowych jako wielokryterialny problem decyzyjny. Omówiono bardzo szeroko i szczegółowo metodykę badań w tym zakresie. Na wyróżnienie zasługuje wszechstronna i dogłębna analiza czynników w analizie PESTLE, decydujących o rozwoju zrównoważonych systemów odwodnieniowych. Trafnie je zidentyfikowano, wykorzystując najsilniejsze formy ich oddziaływania. W podrozdz 5.1.2 podano klarowną klasyfikację 46 czynników ujętych w 6 grup (polityczne, ekonomiczne, społeczne, technologiczne, prawne i środowiskowe), które następnie szczegółowo scharakteryzowano, ilustrując ich wpływy przykładami. Na podstawie analizy tych czynników Autorka podaje kilka istotnych spostrzeżeń, takich np jak to, że w Polsce eksploatatorzy systemów odwodnieniowych są wykluczani z procesu inwestycyjnego (s. 50) oraz, że preferencje osób zamieszkujących odwadnianie tereny są ignorowane (s 51).

W celu wyboru i oceny siły oddziaływania czynników zdecydowano się na przeprowadzenie badań ankietowych, w których wykorzystano szesnastoosobową grupę ekspertów składającą się z przedstawicieli środowiska naukowego, producentów i wykonawców oraz eksploatatorów systemów odwodnieniowych. Wyniki badań ankietowych opracowano wszechstronnie i opatrzone dokładnymi komentarzami. Również poprawnie ustalono 4 modelowe warianty zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych, które następnie zostały poddane ocenie za pomocą analizy SWOT, a wyniki tej oceny szeroko skomentowano. Wyniki badań umożliwiły też ocenę poszczególnych elementów modelu decyzyjnego oraz utworzenie rankingu wariantów. Oceny zasadności zastosowania ustalonych wariantów gospodarki wodami opadowymi na terenie osiedla wielorodzinnego dokonano za pomocą metody scoringowej. Warto w tym miejscu zauważyć, iż w ocenie wariantów dokonanej za pomocą ankiet pojawiły się oceny niedopuszczające szerokie stosowanie zrównoważonych systemów odwodnieniowych. Ponadto wśród ekspertów ze środowiska akademickiego przeważały pozytywne opinie nt tradycyjnego kanalizowania wód opadowych.

W odniesieniu do badań ankietowych pojawia się pytanie. W jaki sposób byli dobierani specjaliści biorący udział w badaniach? Z opisu wynika, że przy wyborze uwzględniono głównie zróżnicowanie środowiskowe, dobierając reprezentantów 3 grup: środowisko

naukowe, środowisko producentów i wykonawców oraz środowisko eksploatorów. Czy Doktorantka rozważała kwestię wyboru specjalistów w ramach poszczególnych grup? Na tym etapie wyboru ważne są bowiem wiedza, doświadczenie, kwalifikacje czy też zdolność specjalisty do przewidywania kierunków rozwoju systemów zagospodarowania wód opadowych.

Na podkreślenie zasługuje zastosowanie w metodyce wyboru efektywnego sposobu zagospodarowania wód opadowych na terenie osiedla wielorodzinnego, podwójnego uzasadnienia uzyskanych wyników badań dotyczących racjonalności tego wyboru. Wyniki uzyskane przy pomocy metody scoringowej uszczegółowiono i zweryfikowano dodatkowo metodą AHP. W obu metodach uzyskano potwierdzenie, iż najbardziej korzystnym sposobem zagospodarowania wód opadowych odprowadzanych z obszaru osiedla wielorodzinnego jest budowa niecek i zbiorników chłonnych tj Wariant 4).

W następnym etapie badań omówionych w rozdz 7 uszczegółowiono procedurę wyboru konkretnej instalacji i jej projektowych parametrów, wykorzystując w tym celu modelowanie hydrodynamiczne (oprogramowanie SWMM 5.1). Zaproponowano przy tym zmodyfikowane podejście do projektowania niecek i zbiorników chłonnych w powierzchniowej infiltracji wód opadowych z retencją, w którym uwzględniono parametry niebrane dotychczas pod uwagę w tradycyjnym projektowaniu jak np. wilgotność początkowa gruntu i jej wzrost w miarę rozszcząpania wód deszczowych czy też przepuszczalność gruntu rodzimego. Badania wykonano przy kilku założeniach. Między innymi, charakterystyki opadów wprowadzonych do programu opracowano przy czasie trwania deszczu przyjętym w przedziale 10 – 210 min, a napełnienie w kanałach założono na poziomie nie przekraczającym 70% przekroju kanału (str 136-137). Te dwa założenia wymagają uzasadnienia.

Bardzo istotna dla potwierdzenia wiarygodności opracowanego modelu decyzyjnego była jego weryfikacja na przykładzie rzeczywistej zlewni miejskiej. Jego przydatność wykazały pozytywne wyniki porównania z rezultatami uzyskanymi z symulacji hydrodynamicznych.

W podsumowaniu pracy (R 9) sformułowano wiele cennych wniosków oraz kierunki dalszych badań. Wśród tych zamierzeń istotne znaczenie mają badania wiążące zasadność stosowania sposobów zagospodarowania wód opadowych, a dokładnie systemów powierzchniowej infiltracji z retencją, z kanalizacją deszczową i ogólnospławną, w których należy redukować obciążenie hydrauliczne.

Uwagi szczegółowe

W pracy zauważono niewiele usterek redakcyjnych co jest efektem dobrego przygotowania tekstu pod względem językowym.

W podsumowaniu oceny pracy mogę stwierdzić, że:

- podjęty w rozprawie problem naukowy dotyczący rozpoznania możliwości wspomagania racjonalnych decyzji inwestycyjnych w gospodarce wodami opadowymi na terenach zurbanizowanych jest dobrze uzasadniony, a przy tym niezwykle ważny z praktycznego punktu widzenia

- wykazany niedostatek wiedzy w tym zakresie potwierdza słuszność przyjętych celów, postawionych tez oraz zakresu przeprowadzonych badań w opiniowanej rozprawie doktorskiej.
- praca charakteryzuje się logicznie uporządkowanym układem rozwiązywanych zagadnień, w którym kolejność rozdziałów jest przemyślana i zsynchronizowana
- autorka osiągnęła zamierzone cele oraz udowodniła na drodze badań naukowych przyjęte na wstępnie tezy pracy
- otrzymane rezultaty badań oraz wynikające z nich wnioski mają istotne znaczenie zarówno z naukowego punktu widzenia, jak też dla działalności praktycznej.

Generalnie należy podkreślić, iż w pracy podjęto wiele interdyscyplinarnych badań, które poza tym, że umożliwiły osiągnięcie założonych celów, wnoszą także istotny wkład w rozwój aplikacji teorii i narzędzi z zakresu wielokryterialnych metod wspomaganie decyzji w zagospodarowaniu wód opadowych.

Ważnym osiągnięciem rozprawy jest opracowanie metodyki doboru najbardziej korzystnego sposobu zagospodarowania wód opadowych w oparciu o badania eksperckie, w których bardzo odpowiedzialną część stanowiły badania ankietowe przeprowadzone przy współpracy ustalonej grupy specjalistów.

3. Podsumowanie

Praca doktorska pani mgr inż. Sabiny Kordana wpisuje się w obszar poszukiwań najkorzystniejszych sposobów zagospodarowania wód opadowych, pokazując jednocześnie możliwości zastosowania w procesie decyzyjnym nie stosowanych dotychczas w tym obszarze narzędzi i metod naukowych.

Kandydatka na doktora nauk technicznych wykazała się bardzo dobrą ogólną wiedzą teoretyczną w dotychczasowej dyscyplinie „Inżynieria środowiska” wpisującej się w aktualną dyscyplinę „Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka” oraz zaprezentowała umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Reasumując uważam, że rozprawa doktorska pani mgr inż. Sabiny Kordana spełnia warunki wymagane ustawą z dnia 14.03.2003 r. o stopniach i tytule naukowym, oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami, i wnioskuję o jej dopuszczenie do publicznej obrony.