

Prof. dr hab. inż. Cezary Madryas
Politechnika Wrocławska
50-370 Wrocław
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
cezary.madryas@pwr.edu.pl

Wrocław, 10 lutego 2020 r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Mariusza Starca pt.:
„Modelowanie innowacyjnych systemów odwodnieniowych”.

1. Podstawy opracowania recenzji

Recenzję opracowałem na zlecenie Dziekana Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, Pana dr hab. inż. Marka Gosztyła, prof. PRz, który zwrócił się do mnie z prośbą o jej wykonanie pismem Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury z dnia 7 stycznia 2020 roku. Do korespondencji dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej sygnowany przez jej Autora, mgra inż. Mariusza Starca oraz afiliowany przez Katedrę Infrastruktury i Gospodarki Wodnej Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej w roku 2019 oraz zlecenie na wykonanie recenzji.

2. Informacje formalne o zawartości rozprawy

Przedłożoną do recenzji rozprawę napisano na 195 stronach. Autorem rozprawy jest mgr inż. Mariusz Starzec. Promotorem w przewodzie doktorskim jest Pan prof. dr hab. inż. Józef Dziopak, a promotorem pomocniczym Pan dr inż. Kamil Pochwat.

Rozprawę podzielono na 16 rozdziałów. Na końcu pracy umieszczono jednostronicowe streszczenia w języku polskim i angielskim poprzedzone spisami literatury, rysunków oraz tabel. Spis ważniejszych skrótów i oznaczeń umieszczano przed rozdziałem 1 – „Wprowadzenie”.

3. Opis merytorycznej zawartości pracy

3.1. Wstęp i rozdział 3

W pięciostronicowym wstępie Doktorant wyraził opinię na temat aktualnych problemów, stanu i potrzeby dostosowywania infrastruktury służącej do odprowadzania ścieków i wód opadowych do warunków wynikających z dynamicznego rozwoju aglomeracji miejskich oraz zmian klimatycznych. Podnosi problem ekstremalnych zjawisk opadowych, ciągłego wzrostu stopnia uszczelniania

istniejących zlewni i niewłaściwego wskazywania ich zasięgów przy tworzeniu systemów odwodnieniowych. Wskazuje także na problemy techniczne związane z rozbudową lub modernizacją sieci wymuszoną wzrostem strumienia objętości wód opadowych, spowodowanych terytorialnym rozwojem miast. Omawia przy tym najczęściej stosowane rozwiązania techniczne, uwypuklając występujące niejednokrotnie trudności z ich aplikacją.

Temat ten jest przedmiotem dalszych szerszych rozważań w rozdziale 3 (napisanym na 20 stronach), gdzie Doktorant poddał krytycznej analizie dotychczasowy stan wiedzy dotyczącej funkcjonowania grawitacyjnych systemów odwodnieniowych, zbiorników retencyjnych w systemach kanalizacyjnych, obiektów do infiltracji i zagospodarowania wód opadowych czy ograniczeń możliwości sterowania transportem hydraulicznym wód opadowych.

Konkludując: rozdział 1 (Wprowadzenie) przedstawia autorską koncepcję dla rozwiązywania problemów poprzez wykorzystywanie retencji wszystkich przewodów kanalizacyjnych, co wiąże się z potrzebą rozwijania teoretycznych podstaw, narzędzi badawczych i metod projektowania w kierunku ustalenia efektywności hydraulicznej i retencyjnej proponowanego modelu układu retencyjnego.

Przedstawione w tych rozdziałach argumenty wzmocnione są szerokim studium aktualnej literatury.

Autor dobrze przygotował się do właściwego określenia celu pracy, jej tez oraz znaczenia wyników przeprowadzonych badań dla zrównoważonego rozwoju miast. Uważam natomiast, że układ pracy byłby bardziej czytelny, gdyby rozdział 3 umieszczono przed rozdziałem 2.

3.2. Rozdział drugi – cel i zakres pracy

Głównym celem pracy określonym przez Doktoranta jest, cyt.: „... *opracowanie podstaw teoretycznych badanego procesu akumulacji wód opadowych w sieciach kanalizacji deszczowej wyposażonych w układ kanałów retencyjnych*”.

Przyjęty cel pracy jest bardzo ambitny i bez wątpienia wychodzi naprzeciw potrzebom wynikającym:

- z perspektywy dalszego rozwoju terytorialnego aglomeracji miejskich,
- z konieczności poszukiwań innowacyjnych technicznie i ekonomicznie uzasadnionych rozwiązań.

Jak słusznie zauważa Doktorant, jest to realna oferta poszerzająca wachlarz obecnie stosowanych rozwiązań technicznych.

Dla uzyskania podstaw do opracowania autorskiej metody wymiarowania systemu retencjonowania wód opadowych Doktorant postawił cztery tezy o znaczeniu naukowym.

Udowodnienie postawionych tez oraz osiągnięcie celu Doktorant postanowił zrealizować na drodze wykonania siedmiu zadań naukowych o charakterze interdyscyplinarnym skupionych wokół ocen efektywności, analiz porównawczych, czy metod wymiarowania. Badania symulacyjne procesów zachodzących podczas transportu i retencji wód opadowych wykonano wykorzystując modelowania hydrodynamiczne.

Przedstawiony cel pracy, jej tezy, plan realizacji oraz zakres są typowe dla dobrze przemyślanych i dobrze przygotowanych merytorycznie dysertacji doktorskich w dziedzinach „inżynierii”. Przy czym wydaje się, że teza druga jest oczywista i nie wymaga udowadniania.

3.3. Rozdziały od czwartego do siódmego

W tej części pracy Doktorant opisał idee działania innowacyjnego kanału ściekowego, w którym podstawowym elementem jest piętrząca ścieki przegroda, wybrane modele opadowe do projektowania systemów odwodnieniowych w naszym kraju oraz programy do modelowania hydrodynamicznego.

Zastosowanie przegrody we wnętrzach studzienek tworzy możliwość budowy efektywnego systemu retencji. Rozwiązanie to zostało opatentowane pod nazwą *Innowacyjna Sieć Kanalizacyjna* w 2014 roku przez profesorów. J. Dziopaka i J. Słysia, i wprowadzone już w kilku polskich miastach. Zadanie naukowe, którego rozwiązania podjął się Doktorant polega na stworzeniu modelu umożliwiającego cyt.: „...sterowanie wielkością transportowanych wód opadowych na długości sieci kanalizacyjnej przekształconej w kanały retencyjne.”

Podstawowe badania sprowadzają się zatem do opisu procesu sterowania i akumulacji wód opadowych w różnych fazach ich wprowadzania i wyprowadzania z systemu retencyjnego, co wymaga przeprowadzenia analiz w kierunku wyznaczenia efektywnych układów systemów hydraulicznych zbudowanych z pojedynczych kanałów. W celu przeprowadzenia tych badań Doktorant zbudował algorytm pozwalający precyzyjnie wyznaczać geometrię przegród piętrzących w dowolnym systemie kanałów retencyjnych w warunkach określonych przez natężenie deszczu krytycznego. Bez wątplenia pozwoli to na bardziej precyzyjne projektowanie retencji wód opadowych.

Opisane w tych rozdziałach rozważania są konieczne dla zrozumienia całości wyводу prowadzonego przez Autora, aczkolwiek uważam, że część z nich mogła być pominięta. Mam tu na myśli kolejny raz uzasadnianie celowości podjęcia badań.

3.4. Rozdział ósmy

Rozdział ósmy dysertacji poświęcony jest opisowi algorytmu wymiarowania geometrii przegród piętrzących i jest autorskim elementem pracy. Algorytm oznaczono symbolem *JDM17*. Uwzględnia on oprogramowanie do modelowania hydrodynamicznego (Storm Water Management Model 5.1 opisany w rozdziale 7) i pozwala na wielowariantowe wymiarowanie sieci wyposażonych w układy kanałów retencyjnych transportujących grawitacyjnie wody opadowe. Zrealizowanie przy użyciu algorytmu wszystkich (opisanych w rozdziale) etapów badań prowadzi do pełnego modelu hydraulicznego sieci, co przekłada się na możliwość tworzenia kompleksowych rozwiązań projektowych. Stąd też uznaję opracowanie algorytmu za znaczące osiągnięcie Doktoranta.

3.5. Rozdziały od dziewiątego do czternastego

Bezsprzecznie rozdziały te są kluczowymi częściami dysertacji, gdyż opisano w nich założenia do przeprowadzonych badań, procedurę ich prowadzenia, wyniki oraz wnioski.

Zgodnie z założeniem opracowanej przez Autora metodyki badawczej jest zapewnienie funkcjonowania grawitacyjnego przepływu w sieci bez względu na geometrię i liczbę przegród piętrzących oraz czas trwania opadu.

Do czteroetapowej symulacji poza powierzchnią zlewni i spadkiem dna przewodu Autor wprowadza parametr, jakim jest odległość pomiędzy przegradami i na tej podstawie określa ich wpływ na wartości miarodajnego natężenia odpływu, współczynnika redukcji przepływu wód i czasu miarodajnego w węźle wylotowym (wprowadzenie do analizy odległości między przegradami jest autorskim podejściem do tematu). Badania szczegółowe Autor przeprowadził dla sieci o liniowym układzie przewodów w planie (rys.10.2) i łącznej długości 4000 m, podzielonej na 80 odcinków o jednakowej długości 50 m. Otrzymane wyniki badań przedstawiono w formie graficznej, w rozdziałach od 11 do 13.

W rozdziale 14 Doktorant dostrzega, na podstawie wnikliwej analizy wyników badań przedstawionych w rozdziałach od 11 do 13, podobieństwa pomiędzy analizowaną w pracy siecią innowacyjną z przegradami a zbiornikami retencyjnymi i klasycznymi systemami odwodnieniowymi. Na tej podstawie stwierdza, że zasadnym jest zbadanie zależności pomiędzy parametrami hydrogeologicznymi i hydraulicznymi odwadnianej zlewni, sieci kanalizacyjnej i wyodrębnionego układu kanałów retencyjnych a trzema podstawowymi parametrami, tzn.: miarodajnym natężeniem wód opadowych, miarodajnym czasem trwania opadu deszczu i współczynnikiem redukcji wód opadowych w sieci. Jak już wspomniałem, symulacje procesów hydrogeologicznych i hydraulicznych Autor wykonał korzystając z oprogramowania SWMM 5.1, a do wyznaczania geometrii przegród piętrzących użył własnego algorytmu *JDM17*. Zaproponowany układ zlewni, schemat rozmieszczenia przewodów czy wyniki analiz przedstawił graficznie na licznych rysunkach.

Analizy te pozwoliły Doktorantowi wyznaczyć hierarchę ważności analizowanych parametrów i stopień ich oddziaływania na parametry projektowe układu kanałów retencyjnych. Konkludując stwierdza, że parametrem najbardziej wpływającym na liczbowe wartości miarodajnego natężenia wód opadowych, miarodajnego czasu trwania opadu deszczu i współczynnika redukcji wód opadowych w sieci jest chwilowy poziom piętrzenia wód bezpośrednio przed przegradami, a współczynnik spływu powierzchniowego oddziałuje jedynie na wartości natężenia wód opadowych. Najmniej istotnym parametrem dla projektowania okazał się współczynnik szorstkości kanału (Manninga). Przedstawione wnioski są istotną wartością pracy z punktu widzenia możliwości jej aplikacji, co wychodzi naprzeciw obecnym oczekiwaniom formułowanym w stosunku do prowadzonych badań naukowych.

Tę część dysertacji oceniam bardzo wysoko doceniając ogromny nakład pracy, jaką musiał wykonać Doktorant dla zrealizowania przyjętego planu badań. Również pod względem graficznym ta część pracy jest dobrze zilustrowana.

Zawarte w tych rozdziałach dysertacji treści świadczą o dobrym przygotowaniu Doktoranta do prowadzenia rozważań teoretycznych, umiejętności modelowania hydrodynamicznego, prawidłowego wnioskowania i krytycznej oceny prowadzonej analizy. Autor potrafił rozwiązać trudne zadania naukowe metodami naukowymi i udowodnił tezę pracy oraz osiągnął postawiony jej cel.

3.2.6. Rozdział piętnasty

Rozdział ten jest formą weryfikacji wyników przeprowadzonych badań teoretycznych w kontekście możliwości ich wykorzystania w praktyce projektowej. Opisano w nim analizy symulacyjne, które przeprowadzono dla rzeczywistej zlewni miejskiej zlokalizowanej w Tarnobrzegu na osiedlu Dzików. Dla przyjętej do analizy zlewni zaprojektowano klasyczną sieć kanalizacji deszczowej z rezerwą przepustowości hydraulicznej określoną zgodnie z wytycznymi ATV A118. W wyniku przeprowadzonych symulacji hydrodynamicznych Doktorant stwierdził, że w zaprojektowanej sieci po jej przyłączeniu do eksploatowanego systemu kanalizacyjnego występuje przeciążenie hydrauliczne objawiające się częstszym funkcjonowaniem kanałów pod ciśnieniem. Wobec powyższego stwierdzenia zmodyfikowano sieć wyposażając ją w kanały retencyjne według geometrii określonej na podstawie autorskiego algorytmu *JDM17*. Przeanalizowano dziesięć scenariuszy funkcjonowania układu uwzględniając różne wysokości maksymalnego chwilowego piętrzenia wód opadowych przed przegrodami oraz różne odległości pomiędzy przeszkodami. Przeprowadzone symulacje potwierdziły słuszność ustalonych wcześniej zależności (rozdziały 11-14).

Można zatem uznać, że opracowany przez Doktoranta algorytm i metody analizy pozwalają na tworzenie rozwiązań zwiększających zdolności akumulacji wód opadowych rzeczywistych układów kanałów retencyjnych, co uważam za ważne osiągnięcie Autora.

4. Uwagi redakcyjne

Praca – zarówno pod względem tekstu jak i grafiki – została opracowana starannie. Układ pracy jest prawidłowy, aczkolwiek, jak już wspomniałem, uważam, że rozdział 3 powinien być umieszczony przed rozdziałem 2.

Uważam także, że niepotrzebnie Doktorant poprzedza prawie wszystkie rozdziały kilkoma zdaniem przypominającymi niejako cel pracy i uzasadniającymi prowadzenie badań.

Ponadto praca nie jest wolna od drobnych błędów (głównie literówek), z których kilka przytaczam poniżej:

- str.25: w 13 wierszu od góry jest *retencyjnymi*, a powinno być *retencyjne*,
 - str.28: w 8 wierszu od dołu jest *redakcji*, a powinno być *redukcji*,
 - str.29: w 10 wierszu od góry jest *wielkomorowe*, a powinno być *wielokomorowe*,
 - str.30: w 7 wierszu od dołu jest *w dolną*, a powinno być *dolną*,
 - str.30: w 5 wierszu od dołu jest *wielkomorowych*, a powinno być *wielokomorowych*.
- Podobne błędy zauważyłem również na stronach: 35,38,42,47,50,54,57,81,93,116,117 i 133. Nie przytaczam ich w tekście niniejszej recenzji, gdyż nie mają wpływu na

merytoryczną wartość dysertacji. Wymieniam je dla ułatwienia Doktorantowi korekty tekstu przed ewentualnym opublikowaniem rozprawy.

5. Ocena końcowa pracy

W przedstawionej do oceny dysertacji opisano wyniki badań naukowych i analiz dotyczących bardzo ważnego problemu, jakim jest retencjonowanie wód opadowych w dynamicznie rozwijających się aglomeracjach miejskich.

Na podstawie szerokiego studium dobrze dobranej literatury tematu, autorskiego modelu analizy, własnych badań (symulacji komputerowych), Autor wykazał celowość retencjonowania wód w systemach kanalizacyjnych z wbudowanymi kanałami retencyjnymi, co jest istotne zarówno z ekonomicznego, jak i technicznego punktu widzenia i stanowi innowacyjną ofertę dla projektowania retencji wód opadowych w miastach.

Dużą zaletą zaproponowanego przez Doktoranta rozwiązania jest możliwość jego aplikacji w eksploatowanych i nowo projektowanych sieciach kanalizacyjnych. Według mojej opinii szczególnie interesujące może być modernizowanie w tym kierunku istniejących sieci, gdyż umożliwia, przy montażu przegród piętrzących w studzienkach, zmianę ich przydatności do retencjonowania wód opadowych bez wykonywania wykopów.

Do mankamentów pracy, nie umniejszającej jej wartości merytorycznej, zaliczam wspomniane, liczne powtórzenia tekstu, a także nie do końca staranną korektę tekstu. Dlatego też, przed opublikowaniem pracy, do czego już zachęcałem, powinna ona zostać poddana profesjonalnej obróbce redakcyjnej.

Reasumując stwierdzam, że Doktorant umiejętnie określił ważny problem naukowy, do rozwiązania którego użył prawidłowych narzędzi badawczych. Wyniki pracy mają potencjał aplikacyjny, a zaproponowany autorski algorytm może być pomocny w projektowaniu sieci kanalizacyjnych z układami kanałów retencyjnych w celu zwiększania zdolności akumulowania wód opadowych.

Przedstawiona do recenzji rozprawa spełnia wymagania Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z 2003 roku wraz z późniejszymi zmianami i może być przedłożona do publicznej obrony.



prof. Cezary Madryas