

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. **Mariusza Starca** pt.
Modelowanie innowacyjnych systemów odwodnieniowych

1. Przedmiot i podstawa formalna opracowania recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pana mgr inż. Mariusza Starca prowadzona na Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej, której promotorem jest pan prof. dr hab. inż. Józef Dziopak, a promotorem pomocniczym pan dr inż. Kamil Pochwat.

Recenzję opracowano zgodnie z uchwałą Rady Wydziału i na podstawie umowy nr NN/377/2019 z dnia 23 grudnia 2019r. zawartej pomiędzy Politechniką Rzeszowską reprezentowaną przez Prorektora ds. nauki – prof. dr hab. inż. Grzegorza Budzika a autorem niniejszej recenzji.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Na rozprawę doktorską składa się 19 podstawowych rozdziałów poprzedzonych listą ważniejszych oznaczeń i uzupełnionych wykazem 186 pozycji literaturowych oraz spisem tabel i rysunków.

Po krótkim i zwartym wprowadzeniu w problematykę badawczą zamieszczonym w rozdziale 1. autor formułuje w rozdz. 2. cele, 4 tezy i zakres badań obejmujący 7 zadań badawczych.

W kolejnym 3. rozdziale przedstawia krytyczną analizę dotychczasowego stanu wiedzy nt funkcjonowania grawitacyjnych systemów odwodnieniowych, metod i urządzeń do retencjonowania wód opadowych, sposobów ich zagospodarowania i odprowadzania, zwracając przy tym szczególną uwagę na znaczenie retencji kanałowej w sieciach kanalizacyjnych.

Następnie w rozdz. 4. przybliży ideę działania innowacyjnego kanału ściekowego, który był inspiracją do zaproponowania innowacyjnego systemu kanalizacji objętego badaniami w ramach rozprawy doktorskiej.

Jako zagadnienie poprzedzające podjęcie właściwych badań, autor przedstawia w rozdz 5 podstawowe modele opadów tj model Błaszczyka oraz model Bogdanowicza i Stachego stosowane do projektowania systemów odwodnieniowych w kraju, wskazując jednocześnie na drugi model jako ten, który wykorzystał w pracy do szacowania jednostkowego natężenia opadu.

Również krótko autor przybliży w rozdz 6. program do modelowania hydrodynamicznego systemów kanalizacyjnych w wersji SWMM 5.1, który został wykorzystany w badaniach z uwzględnieniem pełnych jego możliwości tj. przy użyciu modelu fali dynamicznej.

Po tych wszystkich zagadnieniach wprowadzających, w rozdz 7 autor podaje uzasadnienie podjęcia tematu.

Zasadnicze dla realizacji pracy są rozdziały 8, 9 i 10, w których autor przedstawia odpowiednio własny algorytm wymiarowania sieci kanalizacyjnej zawierającej układ kanałów retencyjnych (rozdz. 8), założenia niezbędne do badań hydraulicznych warunków pracy tego układu (rozdz. 9) i algorytm prowadzenia badań (rozdz. 10).

Metodyka i wyniki właściwych badań prezentowane są w kolejnych 4. rozdziałach od 11. do 14. W rozdziale 11 przeanalizowano zmienności miarodajnych natężeń odpływu wód opadowych z układu, miarodajnego czasu trwania deszczu oraz miarodajnego współczynnika redukcji przepływu wód opadowych w stosunku do tradycyjnego układu kanalizacji. W rozdziale 12. omówiono wpływ długości sieci kanalizacyjnej wyposażonej w układ kanałów retencyjnych na parametry projektowe sieci, a w rozdz 13 przeanalizowano efektywność retencjonowania wody opadowej w sieci kanalizacyjnej wyposażonej w układ kanałów retencyjnych. Natomiast w rozdziale 14 rozszerzono zakres analiz numerycznych o badania wpływu parametrów hydrologicznych zlewni na parametry projektowe sieci z kanałami retencyjnymi.

W przedostatnim 15. rozdziale, autor zaprezentował możliwości aplikacyjne opracowanej przez siebie metody wymiarowania układu kanałów retencyjnych na przykładzie rzeczywistej zlewni miejskiej.

Pracę zamyka podsumowanie wraz z 27. wnioskami i wskazaniem kierunków dalszych badań zawarte w rozdziale 16.

3. Ocena rozprawy doktorskiej

Przystępując do oceny rozprawy chcę zacząć od uzasadnienia potrzeby podjęcia zagadnienia ujętego w tytule pracy tj. „*modelowanie innowacyjnych systemów odwodnieniowych*”. Podjęty w pracy problem wynika wprost z naturalnych potrzeb doskonalenia metod zarządzania wodami opadowymi. Problem ten narasta od wielu już lat w związku z intensywnym rozwojem infrastruktury miejskiej niezbędnej do życia mieszkańców, w szczególności w dużych miastach. Jednym ze skutków tego rozwoju jest wzrost zabudowy intensywnej i związany z nią stopień uszczelnienia zlewni, które muszą być odwadniane, aby zapewnić wymagany komfort życia mieszkańcom w przestrzeni miejskiej. Intensywny wzrost ilości wód opadowych koniecznych do zagospodarowania i odprowadzenia jest również skutkiem niekorzystnych zmian klimatu. W efekcie pojawiają się nowe, dotychczas nie występujące,

ekstremalne zjawiska opadowe z wysoką intensywnością krótko trwających deszczy. Stosowane dotychczas w Polsce modele opisu intensywności opadów (wg. Błaszczyka oraz wg Bogdanowicza i Stachego) wykorzystywane w planowaniu i projektowaniu systemów kanalizacyjnych odwadniających takie tereny są już niewystarczające, ponieważ nie uwzględniają w pełni występujących obecnie ekstremalnych zjawisk opadowych. Jest to zupełnie zrozumiałe, ponieważ metody te zostały opracowane na bazie ciągów pomiarowych deszczy występujących dawno temu, w przypadku metody W. Błaszczyka, jeszcze na przełomie XIX i XX w, a w przypadku modelu Bogdanowicza i Stachego, w latach 1960 – 1990. W związku z tym, zaprezentowane w pracy nowe podejście do projektowania systemów odprowadzania wód opadowych zasługuje na uznanie. Można zatem stwierdzić, że w rozprawie podjęto bardzo istotny i ciągle aktualny problem badawczy

Ponadto należy wyraźnie podkreślić, iż niezależnie od powyższych argumentów, potrzebę podjęcia tematu rozprawy uzasadnia sama idea innowacyjnego systemu kanalizacyjnego. Pomysł na taki system wymaga bezwzględnie przeprowadzenia badań weryfikacyjnych i aplikacyjnych i doskonale wpisuje się w zakres badań na poziomie rozprawy doktorskiej.

Praca ma charakter analityczno-badawczy, a podstawą jej realizacji są badania numeryczne przy wykorzystaniu oprogramowania komputerowego SWMM 5.1 do modelowania hydrodynamicznego systemów kanalizacyjnych.

Głównym celem rozprawy, jak zaznaczył autor w rozdz 2. jest opracowanie podstaw teoretycznych do opisu procesu retencjonowania wód opadowych w innowacyjnym systemie kanalizacyjnym, który charakteryzuje się układem kanałów retencyjnych. Podstawy te ukierunkowano na opracowanie metody wymiarowania innowacyjnego systemu kanalizacyjnego.

W ramach prowadzonych badań sformułowano tezy o znaczeniu poznawczym, a dla potrzeb realizacji założonego celu rozprawy i weryfikacji założonych tez, wykonano siedem ważnych zadań badawczych.

Realizacja tak przyjętych celów i zadań wymagała opracowania odpowiedniej metodyki badań, którą dobrze odzwierciedla przemyślany i logiczny układ pracy. Zastosowana metodyka obejmuje usystematyzowane działania w kolejnych etapach, w których przeprowadza się wszechstronne i szczegółowe analizy oraz wnioskowanie. Każdy etap kończy się wnioskami. Widać wyraźnie w tej metodyce skuteczność działań (przeprowadzone wyczerpujące analizy) i dbałość o to, aby niczego nie przeoczyć. Dzięki takiemu postępowaniu udało się przeanalizować nawet najdrobniejsze kwestie, uzyskując maksimum możliwych wyników.

Istotą prowadzonych w pracy badań jest przede wszystkim ocena możliwości retencyjnych innowacyjnej sieci kanalizacyjnej wyposażonej w układ kanałów retencyjnych. Ta innowacyjność zawiera się w wynalazku opatentowanym pod nazwą „Retencyjny kanał ściekowy”, który umożliwia kontrolowane piętrzenie i retencję wód opadowych transportowanych na określonej długości kanałów. Rozwiązanie to pozwala na wykorzystanie praktycznie pełnych możliwości retencyjnych sieci kanalizacyjnej, które w sieci tradycyjnej (bez przegród) są niemożliwe do wykorzystania w sposób kontrolowany bez zastosowania odpowiedniego sterowania pracą sieci w czasie rzeczywistym. Rozwiązanie to stwarza także możliwość wyeliminowania klasycznych zbiorników retencyjnych. Dlatego zastosowany w pracy oryginalny pomysł na sposób wykorzystania retencji kanałowej w sieci kanalizacyjnej oceniam bardzo wysoko.

Również wysoko oceniam w zastosowaną metodykę badań innowacyjnego rozwiązania sieci kanalizacyjnej, których celem jest z jednej strony opracowanie podstaw naukowych opisu procesu retencjonowania wód opadowych a z drugiej strony, opracowanie zasad wymiarowania przegród piętrzących.

Kluczowe dla metodyki badań są: algorytm wymiarowania geometrii przegród piętrzących zaprezentowany w rozdz 8, sformułowanie właściwych założeń (rozd. 9) oraz opracowanie odpowiedniego algorytmu prowadzenia badań (rozd. 10). Algorytm wymiarowania innowacyjnej sieci kanalizacyjnej (wyposażonej w układ kanałów retencyjnych) jest klarowny i logiczny. Zaś algorytm prowadzenia badań pokazuje dobrze uporządkowane i zorganizowane grupy zadań obejmujące jednocześnie bardzo szeroki wachlarz analiz i ocen.

Na uwagę zasługuje szczegółowe podejście do oceny możliwości retencyjnych innowacyjnego systemu kanalizacyjnego i w efekcie wszechstronna ocena efektywności hydraulicznej tego systemu. W tym celu autor zastosował szereg oryginalnych parametrów takich jak np. współczynnik czasów miarodajnych deszczu dla sieci innowacyjnej i klasycznej, współczynnik redukcji odpływu wód opadowych z sieci innowacyjnej, procentowy efekt kubaturowy innowacyjnej sieci kanalizacyjnej, współczynnik retencji innowacyjnej sieci kanalizacyjnej przy miarodajnym czasie deszczu. Bardzo ważnym w tym zbiorze wskaźnikiem projektowym jest jednostkowa dodatkowa objętość użytkowa jaką należy przewidzieć w sieci, aby odvodnić jednostkę powierzchni planowanej zlewni.

Na podkreślenie zasługuje też przeprowadzenie wieloaspektowej analizy wpływu różnych czynników na parametry projektowe innowacyjnej sieci kanalizacyjnej w tym również długości i kształtu sieci oraz szorstkości kanałów i powierzchni zlewni.

Przeprowadzone badania pozwoliły na jednoznaczne uzasadnienie celowości stosowania innowacyjnego systemu kanalizacji wyposażonego w układ kanałów retencyjnych, pokazując jednocześnie ogromny potencjał i szerokie możliwości aplikacyjne tego rozwiązania. Możliwości te odnoszą się zarówno do istniejących sieci kanalizacyjnych, które można wyposażyć w przegrody piętrzące jak również do sieci projektowanych.

Należy podkreślić, że wykorzystane w pracy metody i narzędzia badawcze zostały dobrane prawidłowo.

Ważne znaczenie dla uzyskania oczekiwanych wyników badań mają rozdziały 11-14, w których pokazano szeroki wachlarz analiz wpływu wielu różnych parametrów na efektywność funkcjonowania innowacyjnego systemu kanalizacyjnego.

Na uwagę zasługuje aplikacja autorskiej metody wymiarowania innowacyjnego systemu kanalizacji do rzeczystej zlewni.

Praca ma logiczny układ, w którym kolejność rozdziałów jest przemyślana i zsynchronizowana. Częstkowe problemy badawcze zostały dobrze zidentyfikowane i właściwie umiejscowione w strukturze pracy.

Tytuł rozprawy dobrze ujmuje przedmiot podjętych w niej badań.

Studia literaturowe zostały przeprowadzone solidnie i w sposób krytyczny

Wnioski końcowe wynikające z przeprowadzonych badań są trafne i syntetycznie ujmują osiągnięte rezultaty. Wskazano również kierunki dalszych badań.

Generalnie mogę stwierdzić, iż autor osiągnął zamierzone cele oraz udowodnił na drodze badań naukowych przyjęte na wstępie tezy pracy.

Do najważniejszych osiągnięć, które w opinii recenzenta mogą stanowić **podstawę wyróżnienia rozprawy doktorskiej** mogą zaliczyć:

- pod względem naukowym
opracowanie podstaw teoretycznych procesu akumulacji wód opadowych w grawitacyjnych sieciach kanalizacyjnych wyposażonych w układ kanałów retencyjnych. Kluczowa jest tutaj oryginalna autorska metodyka z pełnym algorytmem prowadzenia badań, której efektem jest ustalenie nowych nieznanych jeszcze zależności opisujących wpływ parametrów hydrologicznych zlewni i hydraulicznych systemu kanalizacji na parametry projektowe innowacyjnej sieci kanalizacyjnej
- pod względem aplikacyjnym
opracowanie zasad wielowariantowego wymiarowania tych sieci wykorzystującego modelowanie hydrodynamiczne z autorskim algorytmem.

Poza wymienionymi wyżej osiągnięciami i walorami, w rozprawie nie dostrzegam istotnych merytorycznych niedociągnięć. Jedyne chciałbym zwrócić uwagę na potrzebę optymalizacji procesu wymiarowania układu z kanałami retencyjnymi. Autor podkreśla często w pracy, iż przy wyznaczaniu odległości między przegrodami piętrzącymi, pozwalającej na uzyskanie akceptowalnego stopnia redukcji przepływu wód opadowych w innowacyjnym systemie kanalizacji należy każdorazowo minimalizować nakłady inwestycyjne i późniejsze koszty eksploatacji tego systemu. Jest to oczywiste i uwaga ta wpisuje się konieczność zastosowania zadania optymalizacji wielokryterialnej. Należy przy tym zaznaczyć, że doktorant stworzył w swojej pracy podstawy do przeprowadzenia optymalizacji doboru pełnego rozwiązania technicznego innowacyjnej sieci kanalizacyjnej. Warto w tym miejscu zauważyć, że przeprowadzenie optymalizacji jest niezbędne ze względu na potrzebę sformułowania konkretnych wytycznych projektowania innowacyjnych systemów kanalizacyjnych.

W związku z tym proszę o rozwinięcie tej kwestii i przedstawienie swojej propozycji zadania optymalnego doboru wymiarów przegród i ich rozstawu w innowacyjnej sieci kanalizacyjnej.

Uwagi szczegółowe

W pracy zauważono kilka usterek redakcyjnych i niezręcznych sformułowań oraz tzw. „literówek”. Zgadzam się, że były one nie do uniknięcia przy bardzo dużej liczbie wprowadzonych parametrów często niewiele różniących się między sobą. Niektóre z nich wymieniam poniżej:

- Str 63 Rys 8.1
Oznaczenie wysokości zwierciadła wód (napelnienia kanału) - h_{KR} , a na rys 4.3 (str 44), w rozdziale wprowadzającym założenia do badań jest - h_{RK}
- Str 64 wiersz 15
W przypadku, gdy $H_{zal} > h_{KR}$ należy zmniejszyć geometrię otworu odpływowego $D_{O,RK}$. Czy nie powinno być odwrotnie? Bo konieczność zmniejszenia wymiaru $D_{O,RK}$ zachodzi przy $H_{zal} < h_{KR}$.

Jak przy tym rozumieć „optymalną geometrię otworów odpływowych i przelewów awaryjnych w przegrodach piętrzących” ? Czy zakłada się różne możliwe kształty przelewów? Bo otwory mają jeden wymiar projektowy „kołowy”.

- Str 80 i 81, rys 11.5 i 11.6
Ważne znaczenie na tych hydrogramach ma graniczny czas oznaczony przy omawianiu wykresów w tekście jako T0. Dla ułatwienia analizy wpływu czasu opadu na natężenie odpływu warto byłoby zaznaczyć ten parametr na wykresach.
- Str 130.
Ostatnie zdanie. ...wraz ze wzrostem wartości parametru $\%V_{RK}$ zachodzi prawdopodobieństwo wystąpienia większej rozbieżności...; lepiej byłoby napisać: wraz ze wzrostem wartości parametru $\%V_{RK}$ zwiększa się prawdopodobieństwo...
- Tytuły pracy przy streszczeniach w j pol i ang różnią się nieco od tytułu na pierwszej stronie rozprawy. Zamiast *Projektowanie* powinno być *Modelowanie*

3. Podsumowanie

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Mariusza Starca pt.

Modelowanie innowacyjnych systemów kanalizacyjnych jest oryginalnym, naukowym osiągnięciem autora.

Całość pracy a w szczególności zastosowaną metodykę badań oraz stopień szczegółowości przeprowadzonych analiz i wnioskowania oceniam bardzo wysoko.

Zamieszczone w niniejszej opinii nieliczne uwagi nie umniejszają naukowych i użytecznych walorów rozprawy.

Praca doktorska pana mgr inż. Mariusza Starca wpisuje się w obszar poszukiwań optymalnych metod projektowania grawitacyjnych systemów odwodnieniowych, pokazując jednocześnie wielokryterialne podejście do projektowania.

Praca stanowi indywidualny wkład Doktoranta w rozwój specjalności naukowej „wodociągi i kanalizacje”. Pan mgr inż. Mariusz Starzec zaprezentował dobrą znajomość teoretycznych zagadnień związanych z tematem rozprawy, wykazując jednocześnie umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Reasumując uważam, że rozprawa doktorska pana mgr inż. Mariusza Starca spełnia warunki wymagane ustawą z 14.03.2003 r. o stopniach i tytule naukowym, oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i wnioskuję o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

