

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ mgr Kamila Mironika

pt. „Minimalizacja częstotliwości występowania podtopień opadowych na przykładzie Gdańska”

Rozprawa opracowana w Wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego pod kierunkiem promotora dr hab. Joanny Fac-Benedy, prof. UG. i promotora pomocniczego dr Izabeli Chlost

1. Wprowadzenie

Recenzję rozprawy doktorskiej mgr Kamila Mironika pt. „Minimalizacja częstotliwości występowania podtopień opadowych na przykładzie Gdańska” opracowałem na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego Pana prof. dr hab. Wojciecha Tylmanna z dnia 11 lipca 2023 r. o znaku O002/1344/2023 oraz przesłanego projektu umowy na opracowanie recenzji.

Stwierdzam, że przedmiotowa rozprawa mieści się pod względem przedstawionej w niej problematyki w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych i w obszarze dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku.

Postępowanie w sprawie nadania stopnia naukowego doktora mgr Kamilowi Mironikowi prowadzone jest w oparciu o uregulowanie prawne zawarte w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. U. poz. 1668 z późn. zm.). Art. 187 wspomnianej ustawy określa wymagania jakie powinna spełniać rozprawa doktorska:

- **rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.**
- **przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.**

Wobec powyższego, opracowana przeze mnie recenzja zawiera analizę rozprawy pod kątem oryginalności problemu naukowego stanowiącego przedmiot rozprawy wraz z oceną udziału Doktoranta w jego rozwiązaniu a także ustalenie tych elementów rozprawy, które potwierdzają wiedzę teoretyczną Doktoranta i umiejętności wymagane wymienioną wyżej ustawą.



2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa doktorska pt. „Minimalizacja częstotliwości występowania podtopień opadowych na przykładzie Gdańska” dotyczy problematyki podtopień występujących w obszarach o silnym stopniu zurbanizowania a wynikających z gwałtownych opadów o dużym natężeniu. Zjawiska te występują tych obszarach coraz częściej i jest to efekt zmiany klimatu mającej wpływ na charakterystykę opadów oraz niewydolności systemów kanalizacji. Źródłem powodzi w mieście jest wiele: może to być rzeka przepływająca przez miasto, sieć małych cieków, których reżim zależy od zagospodarowania ich zlewni lokalnych, bezpośredni opad, jak również awarie lub niewystarczająca sprawność kanalizacji. W przypadku powodzi opadowych informacjami wspierającymi zarządzanie ryzykiem powodzi są informacje o opadach, które mają charakter losowy, morfologia terenu i stopień jego uszczelnienia. Identyfikacja prawdopodobnych lokalizacji obszarów występowania powodzi opadowych i opracowanie na ich podstawie dokładnych map jest ważne dla właściwego zarządzania powodzią w skali lokalnej. W praktyce nie jest jednak łatwo odróżnić szczegółowo powodzie spowodowane bezpośrednimi opadami i powodzie od rzek. W szczególności jeśli myślimy o lokalnych ciekach, których zlewnie leżą w granicach miasta. Woda z jednej strony zatrzymuje się na płaskich powierzchniach miasta, bo system kanalizacji nie radzi sobie z większą ilością wody, gromadzi się w zagłębieniach oraz spływa po powierzchni w dół często do lokalnych odbiorników. W takich sytuacjach miasto i lokalne cieki stanowią jeden system, który musi być rozpatrywany integralnie.

Doktorant w rozprawie podejmuje więc ważny problem minimalizacji występowania podtopień a obszarem badawczym objętym rozprawą jest miasto Gdańsk, w którym te zjawiska są szczególnie uciążliwe i posiadają powtarzający się charakter.

Głównym celem rozprawy jest sprawdzenie, czy możliwe jest ograniczenie wynikających z opadów podtopień w mieście i wykorzystanie w tym celu rozwiązań modernizujących nawierzchnię drogową. Doktorant w rozprawie jako rozwiązania proponuje zastosowanie materiałów umożliwiających infiltrację wód opadowych. Analizę proponowanych rozwiązań Doktorant proponuje w oparciu o zaproponowane scenariusze modernizacyjne w poligonach badawczych wyznaczonych w Gdańsku. W rozprawie proponuje matematyczną metodę nierówności krytycznej do zbadania bezpieczeństwa miasta przed podtopieniami wynikającymi z opadów.

Doktorant konsekwentnie w tekście posługuje się terminem „praca doktorska”. Całość rozprawy liczy 178 stron i składają się na nią *zasadnicza część pracy licząca 148 stron, glosariusz, wykaz symboli i jednostek używanych w pracy, streszczenie pracy doktorskiej w języku polskim, streszczenie pracy doktorskiej w języku angielskim, spis literatury, spis tabel, spis rycin, spis równań i załączniki.*

Zasadnicza część rozprawy podzielona jest na 9 rozdziałów, z których pierwsze cztery składają się na część teoretyczną a pozostałe zawierają omówienie wyników i wniosków z rozprawy. Struktura rozprawy doktorskiej jest wyczerpująca uwzględniając jej cel naukowy i rozwiązanie postawionego problemu. *Wybrane charakterystyki środowiska geograficznego* zamieszczono w rozdziale trzecim rozprawy, uważam, że dla jej przejrzystości lepszym rozwiązaniem byłoby



ich zamieszczenie po rozdziale 1.1. Spis literatury obejmuje przeszło 87 pozycji, wśród nich znajdują się publikacje zagraniczne i polskie, w tym jedna w której Doktorant jest współautorem a także techniczne specyfikacje i raporty. Są również odniesienia do 9 stron internetowych i wymieniono bazy danych, z których korzystał Doktorant pracując nad rozprawą.

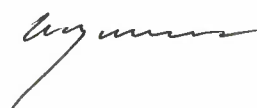
Z treści rozprawy wynika, że przedstawione w niej badania i ich wyniki nie są rezultatem konkretnych projektów naukowych lecz są konsekwencją własnych badań i analiz Doktoranta. Materiały źródłowe stanowiły wspomniane bazy danych w zakresie godzinnych sum opadów, wektorowych elementów środowiska Województwa Pomorskiego, specyfikacji wód podziemnych, w tym Głównych Zbiorników Wód Podziemnych, map geologicznych, atlasów geologiczno-inżynierskich, oraz danych wektorowych pokrycia terenu Corine Land Cover i Urban Atlas.

W zakresie edytorskim rozprawa prezentuje wystarczający poziom, przedstawione badania i ich wyniki są czytelnie zilustrowane rycinami w liczbie 60 i tabelami w liczbie 42 oraz 5 załącznikami. Ogólnie język rozprawy jest poprawny w zakresie dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku, występują jednak pewne niedoskonałości, które przedstawię w dalszej części recenzji. Zwracam ponadto uwagę, że Doktorant zawarte w rozprawie rozważania mógł przedstawić w sposób zdecydowanie bardziej przystępny dla czytelnika co również wykażę w dalszej części recenzji, w uwagach dyskusyjnych.

3. Merytoryczna ocena rozprawy

3.1 Zasadność wyboru tematu rozprawy

Tematyka rozprawy wchodzi w zakres dyscypliny naukowej nauki o Ziemi i środowisku. Uwzględniając rosnące straty w obszarach zurbanizowanych wynikające z powtarzających się podtopień, podjęta przez Doktoranta tematyka rozprawy jest istotna z uwagi na identyfikację rozwiązań służących ich ograniczeniu. Powodzie miejskie największe zagrożenie stanowią dla obszarów o wysokiej intensywności zabudowy. Obszary te są szczególnie narażone na lokalne podtopienia oraz wzrost spływu powierzchniowego, które najczęściej skutkują zniszczeniem mienia, budynków oraz ciągów komunikacyjnych. Oprócz najbardziej oczywistych skutków powodzi miejskich, miasta muszą się również zmierzyć z negatywnymi skutkami w pozostałych sektorach miejskich, przykładowo, sektor gospodarki wodno-ściekowej, który jest zagrożony zarówno niewydolnością (lub brakiem) systemu odwodnienia jak i ograniczeniem możliwości produkcji i dystrybucji wody uzdatnionej. Wybrany przez Doktoranta w rozprawie przykład Gdańska jest istotny z punktu widzenia zagrożenia powodzią opadową i dla analizy proponowanych w rozprawie rozwiązań ograniczających to zagrożenie. Gdańsk nie jest położony w obszarze Polski o największej gęstości powodzi opadowych natomiast ukształtowanie terenu, na którym jest położony sprzyja ich powstawaniu. Znajduje to potwierdzenie w zarejestrowanych epizodach powodzi opadowych w tym mieście.



3.2. Ocena tezy rozprawy i jej celu

Doktorant przedstawił w rozprawie tezę, że zastosowanie odpowiednich materiałów umożliwiających infiltrację wody pozwoli na zwiększenie przepustowości całego systemu odprowadzania wody a w konsekwencji zmniejszenie liczby epizodów niewydolności kanalizacji deszczowej miasta. Głównym celem rozprawy jest udowodnienie powyższej tezy. Teza ta wydaje się oczywistą tym niemniej uważam, że wartością dodaną rozprawy jest szczegółowa analiza proponowanych rozwiązań zwiększających przepustowość w oparciu o zaproponowane przez Doktoranta scenariusze badawcze.

Podkreślam, że rozprawa doktorska posiada użyteczny i aplikacyjny charakter i koresponduje z potrzebami w zakresie poszukiwania rozwiązań ograniczających podtopienia a w szczególności oceny efektów ich potencjalnego wdrożenia aczkolwiek ich zastosowanie będzie realnie ograniczone między innymi obciążeniem ruchem drogowym i koniecznością utrzymania nawierzchni w sezonie zimowym.

3.3. Zastosowana metodyka badawcza

Doktorant opracował metodykę badawczą przedstawiając ją w formie schematu czterech etapów badawczych, które obejmują przygotowanie danych do modelowania wymiarowania kanalizacji deszczowej, modelowanie kanalizacji deszczowej wzorem Błaszczyka, analizę możliwości poprawy stanu obecnego i jej ewaluację oraz zbadanie poprawy bezpieczeństwa przy użyciu rozwiązań infiltracyjnych. Poszczególne etapy wdrożenia opracowanej metodyki są udokumentowane i podsumowane w pięciu ostatnich rozdziałach rozprawy. Zgodnie z przyjętym porządkiem dla tego typu rozpraw doktorskich, etapy badań poprzedza analiza zjawiska powodzi miejskich, charakterystyka zakresu przestrzennego rozprawy i przegląd literatury. Szkoda, że w tej części rozprawy Doktorant na dokonał bardziej szczegółowej analizy epizodów opadowych, które wystąpiły w Gdańsku począwszy od lipca 2001 roku. Na przegląd literatury składa się historia powodzi miejskich i charakterystyka metod i urządzeń służących zagospodarowaniu wód opadowych, charakterystyka metod matematycznych, hydrotechnicznych, hydrogeologicznych i geoinformacyjnych związanych z odprowadzaniem wód opadowych, charakterystyka warunków geograficznych i klimatycznych badanego obszaru, analiza technicznych rozwiązań w zakresie odprowadzania wód opadowych, charakterystyka funkcjonowania miasta w zależności od sposobu zagospodarowania wód opadowych, charakterystyka praktycznego funkcjonowania systemu odprowadzania wody oraz wartościowania występującego zagrożenia. Istotnym z uwagi na przyjętą metodykę badawczą jest przegląd publikacji dotyczących zaproponowanego przez Doktoranta w rozprawie adaptacyjnego modelu nierówności krytycznej w rzeczywistych warunkach pluwialnych. Według mnie liczba pozycji poddanych przeglądowi w tej części rozprawy mogłaby być liczniejsza. Ostatnia część składająca się na przegląd literatury dotyczy



problematyki modernizacji przestrzeni miejskiej i jej wartościowania pod kątem poprawy bezpieczeństwa zagospodarowania wód opadowych miasta.

W metodyce badań wyróżniam przywołanie znormalizowanego różnicowego wskaźnika wegetacji (NDVI) w analizach obrazów satelitarnych. Jednym z elementów metodyki jest zastosowanie opracowanego przez Doktoranta modelu (metody) nierówności krytycznej w spektrum definiowanym jak zbiór wszystkich wymiarów tej nierówności. Metoda wykorzystuje teorie stanów granicznych o czym wspomina w rozprawie Doktorant, stosowaną w bezpieczeństwie konstrukcji, w której porównuje się zmienną utrzymującą (nośność, wytrzymałość, moment utrzymujący) ze zmienną powodującą zniszczenie (napężenie, siła ścinająca, siła przesuwająca, moment przesuwający). Celem tego modelu jest ocena wpływu zaproponowanych przez Doktoranta działań modernizacyjnych na odprowadzenie wód opadowych przez system w obszarach i poligonach badawczych a więc w praktyce zmniejszenie liczby przelań w kanalizacji. Do zdefiniowanego spektrum (zbioru) wymiarów tej nierówności Doktorant zalicza cztery grupy parametrów scharakteryzowane szczegółowo w rozprawie. Nie wszystkie z tych parametrów są wykorzystywane w praktycznym zastosowaniu modelu o czym Doktorant wspomina w rozdziale 8. Wobec powyższego zaproponowany zbiór parametrów należy uznać jako potencjalnie wyczerpujący wszystkie możliwe zmienne do uwzględnienia w modelu. Uważam jednak, że zaprezentowana formuła nierówności krytycznej powinna zostać opatrzona wyraźnym komentarzem co oznaczają strony nierówności (stan systemu odwodnienia przed modernizacją i stan systemu po modernizacji).

Z metodyki przedstawionej przez Doktoranta wynikają istotne wskazówki dla oceny sprawności systemu odprowadzenia wód opadowych, przedstawiony model pozwala również na uwzględnienie stanu technicznego i drożności systemu kanalizacji deszczowej co poszerza możliwości jego stosowania. Oceniam opracowaną przez Doktoranta metodykę jak wystarczającą dla rozprawy doktorskiej.

3.4. Oryginalność naukowa rozprawy doktorskiej

Doktorant opracował metodykę badań dla oceny wpływu działań modernizacyjnych na odprowadzenie wód opadowych w formie czterech etapów badawczych. Jako wyznacznik bezpieczeństwa miasta na podtopienia zdefiniował liczbę przelań kanalizacji odprowadzającej wody opadowe z uwzględnieniem parametrów, które zakwalifikował do czterech grup. W zakresie innowacyjności szczególnie istotne są dwa ostatnie etapy metodyki obejmujące analizę możliwości poprawy obecnego odwodnienia i jej ewaluację oraz zbadanie poprawy bezpieczeństwa przy użyciu rozwiązań infiltracyjnych. Opracowana przez Doktoranta metodyka stanowić może alternatywę w zakresie metod oceny skuteczności kanalizacji deszczowej w tym również w zakresie uwzględnienia w ocenie stanu technicznego i drożności systemu kanalizacji deszczowej. Istotne w rozprawie jest kompleksowe podejście do problematyki odwodnienia miasta wraz z innowacyjną adaptacją teorii stanów granicznych do oceny systemu odwodnienia (liczba przelań w kanalizacji). Rozprawa łączy problematykę

hydrologiczną z problemami zagospodarowania przestrzennego i infrastruktury podziemnej miasta. W rozprawie przedstawiono charakterystykę infrastruktury zagospodarowania wody opadowej, w tym technicznych sposobów zwiększenia możliwości wchłaniania wody opadowej. Nowatorskim podejściem zaprezentowanym w rozprawie jest opracowanie scenariuszy badawczych zawierających również działania modernizacyjne i zbadanie możliwości odprowadzenia wody dla każdego z nich przy uwzględnieniu czasu zagospodarowania opadów. Doktorant opracowując scenariusze wykazał się wiedzą dotyczącą zabudowy kanalizacji deszczowej. Scenariusze modernizacyjne zakładają uzupełnienie istniejącego systemu kanalizacji deszczowej o odpowiednie geokomponenty zwiększające wsiąkanie wody z powierzchni terenu. W rozprawie dokonano analizy możliwości odprowadzenia wody przy wykorzystaniu istniejącego systemu kanalizacji, wyznaczając maksymalną objętość wody jaką jest w stanie przyjąć system w określonej jednostce czasu. Doktorant na podstawie badań terenowych i analizy obrazów satelitarnych podkreślił, że woda nie zawsze odprowadzana jest przez trzy studzienki w jednostce terytorialnej. Wobec powyższego przeprowadzono badania osobno dla każdego przypadku (od braku studzienki do trzech w jednostce). Badania przedstawione przez Doktoranta udowodniły czterokrotny spadek przepustowości systemu dla centrów miast w przypadku zmniejszenia liczby studzienek o dwie. W rozprawie przedstawiono problemy niewydolności systemu w zagospodarowaniu wody opadowej określając liczbę przelań w studzienkach dla każdego scenariusza i w wyznaczonym okresie badawczym. Wskazano jednocześnie na możliwości modernizacji systemu w oparciu o zwiększenie infiltracji i tym samym poprawę bezpieczeństwa poprzez ograniczenie liczby przelań w studzienkach w odniesieniu do stanu obecnego. Badania udokumentowane przez Doktoranta w tej części rozprawy dowodzą, że w zależności od scenariusza i czasu trwania opadu poprawa stanu bezpieczeństwa może sięgnąć 100 %. Dokonano również oceny wydolności systemu przy założeniu modyfikacji sieci kanalizacyjnej wykazując, że rozwiązania infiltracyjne są bardziej skuteczne w obliczu rzeczywistych wysokości opadu. Odnosząc się do obszarów o różnych warunkach środowiska Doktorant dokonał klasyfikacji rozwiązań zwiększających infiltrację. Analizując konsekwencje opadów nawałnych na podstawie wybranego epizodu opadowego o szczególnym natężeniu i incydentu podtopienia, który wystąpił w 2019 roku dokonano interesującej analizy jak wzrostoby bezpieczeństwo w przypadku modernizacji nawierzchni zwiększającej możliwości wsiąkania wody.

Uważam, że przedstawione wyżej argumenty potwierdzają naukową oryginalność rozprawy doktorskiej mgra Kamila Mironika i wskazują na istotny i samodzielny udział w jej powstaniu.

4. Uwagi dyskusyjne

Niezależnie od pozytywnej oceny merytorycznej rozprawy doktorskiej sformułowałem poniżej kilka uwag dyskusyjnych, na które oczekuję od Doktoranta odpowiedzi podczas jej publicznej obrony.



- Proszę o szersze omówienie formuły nierówności krytycznej (str. 45 i str. 48) , która powinna zostać opatrzona wyraźnym komentarzem co oznaczają strony nierówności (stan systemu przed modernizacją i po modernizacji) ?
- Zgodnie z glosariuszem *spektrum* oznacza zbiór wszystkich wymiarów nierówności krytycznej a w przypadku adaptacyjnego modelu - zbiór wszystkich uwarunkowań wraz z ich jednostkami mających wpływ na zjawisko odprowadzania wody w mieście. Jak należy rozumieć sformułowanie „w każdym punkcie spektrum”, którym Doktorant posługuje się między innymi na stronie 120?
- Na stronie 15 rozprawy wymienione są cztery główne etapy badawcze, jednak Doktorant etap określa również jako cel operacyjny (np. przygotowanie danych do modelowania wymiarowania kanalizacji deszczowej natomiast w rozdziale 2 wspomina o czterech „krokach badawczych” . Proszę o wyjaśnienie powyższych różnic.
- Na stronie 34 rozprawy Doktorant omawia wzór Błaszczyka i przywołuje „zmiennosc̄ obszarow̄ą jednej ze składowych wzoru -parametru C. Czy komentarz dotyczący zróżnicowania z uwagi na użytkowanie oraz pokrycie badanej powierzchni dotyczy składowej wzoru Błaszczyka?

W treści rozprawy można zauważyć drobne błędy literowe oraz nieprawidłowo użyte wyrażenia ale ich liczba nie ma istotnego wpływu na jakość całości rozprawy. W przypadku publikacji rozprawy niezbędne jest ich wyeliminowanie.

5. Wniosek końcowy

Po dokonanej recenzji rozprawy doktorskiej mgra Kamila Mironika pt. „Minimalizacja częstotliwości występowania podtopień opadowych na przykładzie Gdańska” stwierdzam, że przedstawia ona oryginalne omówienie i rozwiązanie problemu naukowego mieszczącego się w obszarze dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku. Omawiany i rozwiązywany w rozprawie problem posiada istotne znaczenie poznawcze i jednocześnie użyteczny charakter.

Doktorant prowadząc badania udokumentowane w rozprawie wykazał się szeroką wiedzą w zakresie tematyki rozprawy doktorskiej i rozwiązał postawiony problem naukowy w oryginalny sposób, wykazał się przy tym umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy badawczej.

Na tej podstawie stwierdzam, że zostały spełnione wymagania formalne stawiane rozprawom doktorskim w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. U. poz. 1668 z późn. zm.).

Wnoszę do Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie mgra Kamila Mironika do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

