

Dr hab. Dariusz Wrześniński, prof. UAM  
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu  
Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych  
Instytut Geografii Fizycznej  
i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego  
Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej

Poznań, 10.09.2023

## **RECENZJA**

rozprawy doktorskiej mgr. Kamila Mironika pt.

### **„Minimalizacja częstotliwości występowania podtopień opadowych na przykładzie Gdańska”**

#### **1. Przedmiot i podstawa prawna opracowania recenzji**

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr. Kamila Mironika napisana pod kierunkiem dr hab. Joanny Fac-Benedy, prof. UG i dr Izabeli Chlost w Katedrze Hydrologii na Wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego.

Recenzja została przygotowana na prośbę Pana Profesora dr. hab. Wojciecha Tylmanna, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego zgodnie z uchwałą nr 53/2023 Rady Naukowej Dyscypliny Nauk o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego z dnia 7.07.2023 (pismo z dnia 18.07.2023).

#### **2. Ogólna charakterystyka rozprawy**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska podejmuje istotną i aktualną problematykę w badaniach środowiskowych dotyczących hydrologicznych konsekwencji urbanizacji i zmiany klimatu. Miejskie podtopienia i powodzie błyskawiczne jako efekt opadów nawalnych na obszarach o zróżnicowanym pokryciu terenu i stopniu antropogenicznych przekształceń należą do ważnych zagadnień w zakresie mitygacji ryzyka powodziowego i adaptacji miast do zmian klimatu.

Mitygacja (minimalizowanie) ryzyka z zespołem mitygatorów to ważny element strategii ograniczenia skutków wystąpienia powodzi i podtopień, wykorzystywany w celu obniżenia prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia i zmniejszania skutków nadmiaru wody. W jej realizacji niezbędne są ustalenia odnośnie podatności obszaru na powódź oraz zdolności przystosowania się do zmian, wynikających ze wzrostu ryzyka powodziowego pod wpływem czynników klimatycznych i antropogenicznych.

Prognozowany wzrost liczby zdarzeń opadowych o charakterze nawalnym prowadzi do wzrostu zagrożenia gwałtownym spływem powierzchniowym i lokalnymi podtopieniami w małych zlewniach miejskich. Wzrost zagrożenia potęgowany może być typem i stanem technicznym miejskiego systemu kanalizacyjnego oraz postępującym uszczelnianiem terenów czynnych biologicznie. Racjonalizacja gospodarowania wodą na obszarach zurbanizowanych wymaga kompleksowego ujęcia z szczególnością, jakościowo-ilościową oceną wszystkich elementów systemu i sugestiami zastosowania usprawnień jego funkcjonowania z uwzględnieniem uwarunkowań środowiskowych i społeczno-ekonomicznych.

Problematyka przedstawionej do recenzji pracy nawiązuje do tego zagadnienia zarówno w aspekcie poznawczym, jak i praktycznym, i posiada wręcz cechy pracy wdrożeniowej. Realizacja głównego celu pracy, tj. *„zbadanie możliwości minimalizacji częstotliwości występowania podtopień opadowych Gdańska, poprzez symulację zwiększenia odsetka powierzchni o ułatwionej infiltracji”*, wymagała nie tylko wiedzy przyrodniczej, ale także metod badawczych stosowanych w hydrologii miejskiej oraz umiejętności i wiedzy hydrotechnicznej wykorzystywanej w praktyce inżynierskiej. Praca zatem mieści się w nurcie badań hydrologicznych realizowanych w naukach o Ziemi i środowisku, ale także kładzie silny nacisk na elementy inżynierii środowiska realizowanych w obrębie nauk inżynierijno-technicznych.

Praca liczy 178 stron wydruku komputerowego, w tym 60 rycin, 47 tabel i 5 załączników.

### **3. Zakres i merytoryczna ocena rozprawy**

Przyjęty przez Doktoranta układ treści pracy (z wyjątkiem pierwszego rozdziału) i jej konstrukcję należy uznać za poprawne, a zakres stanowi spójną i konsekwentną całość. Niezachwiane są też relacje między częściami: teoretyczną, metodyczną i wynikową. Treść rozprawy przedstawiono w 9 rozdziałach o zróżnicowanej objętości.

Pracę poprzedza glosariusz, wykaz symboli i jednostek używanych w pracy oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Glosariusz jako rodzaj słownika objaśniający wyrazy trudniejsze, rzadko używane lub mniej popularne powinien zostać przedstawiony w porządku alfabetycznym. Nie ułatwia odbioru tekstu także wykaz symboli. Niektóre z nich są niewłaściwie skonstruowane np.  $Pv*V$  i objaśnione, a w niektórych przypadkach

jednostki zostały pominięte np. takich jak droga, czas, prędkość, objętość, parowanie wraz z tempem itp.

Pierwszy rozdział pracy, o dyskusyjnej strukturze i zawartości, obejmuje 14 stron tekstu i stanowi krótkie wprowadzenie do poruszanej tematyki zagospodarowania wód opadowych i powodzi miejskich w skali globalnej i lokalnej, zarówno w aspekcie historycznym, jak i infrastrukturalnym odnośnie Gdańska. Po niewyróżnionej części wprowadzenia brakuje właściwego przeglądu literatury, który pozwoliłby na wskazanie luk badawczych i uzasadnienie podjęcia wskazanego problemu badawczego. Podrozdział *1.1 Cele i zakresy oraz obszar badań* zawiera poprawnie postawioną hipotezę, że „zwiększenie odwadniania kanalizacji deszczowej przy pomocy odprowadzania opadów metodami infiltracyjnymi, pozwoli skutecznie zredukować liczbę podtopień opadowych miasta”. Sformułowano w nim także główny cel pracy i cztery tzw. cele operacyjne, które Doktorant utożsamiał z głównymi etapami badawczymi, dla których jeszcze sformułowano tzw. cele poboczne, co komplikuje stronę metodyczno-metodologiczną pracy. Zróżnicowany jest także zakres czasowy badań - dla danych archiwalnych objął 71 lat w wieloleciu 1951-2021 oraz 4 i pół roku (01.01.2016-31.07.2020) w przypadku badań modelowych. Te informacje powinny znaleźć się w podrozdziale *1.3 Materiały źródłowe*, gdzie odczuwalny jest ich brak. Poprawę przejrzystości pracy uzyskać można poprzez wyodrębnienie podrozdziału *Obszar badań*, w którym oprócz położenia powinna zostać przedstawiona specyfika obszaru w zakresie funkcjonowania systemu kanalizacyjnego, warunków środowiskowych (ukształtowania i pokrycia terenu, ekstremów pluwialnych) i punktów zapalnych (hot-spotów), wyróżnionych na podstawie danych archiwalnych. Zakres podrozdziału *1.2 Przegląd literatury* w przedstawionej formie wydaje się zbyteczny, gdyż odnosi się głównie do literatury wykorzystanej w tej pracy. Elementy tego podrozdziału Doktorant słusznie umieścił w kolejnych częściach pracy. Przegląd literatury powinien się znaleźć we wcześniejszej części i obejmować inny zakres merytoryczny.

Istotną częścią pracy jest 25-stronnicowy rozdział drugi, nazwany *Postępowanie badawcze*. Postępowanie badawcze zawiera zazwyczaj cele pracy i opis głównych założeń koncepcji badań, materiały źródłowe itd., a zatem elementy, które zostały już wcześniej przedstawione w rozdziale pierwszym. W propozycji Doktoranta rozdział *Postępowanie badawcze* zawiera metody badań zastosowane w czterech głównych etapach badawczych pracy. Autor szczegółowo omawia metody związane z przygotowaniem oraz konwersją

danych wykorzystanych w modelu Błaszczyka. W dość skomplikowany sposób Autor przedstawia następnie metodę unifikacji w interpretacji opadu godzinnego z wykorzystaniem możliwości przepustowych systemu odprowadzania wody. Pozwoliło to Doktorantowi na ustalenie funkcjonowania systemu w warunkach opadu godzinnego i ukazania jego niewydolności w sytuacjach deszczy o wyższym natężeniu oraz ustalenia możliwości odprowadzania wody w założonych scenariuszach przy różnej liczbie wpustów ulicznych. Na tym etapie wykorzystano także proste metody statystyczne z miarami pozwalającymi na porównanie serii opadów z sieci ARMAAG i IMGW-PIB oraz charakterystykę reżimu pluwialnego w okresie badawczym na tle wielolecia. Autor przedstawił także zasady definiowania zaproponowanych scenariuszy badawczych w oparciu o dwa kryteria: zasięg i gęstość wpustów kanalizacji deszczowej w oknie teselacyjnym oraz potencjalne modernizacje infiltracyjno-inżynieryjne. W kolejnym podrozdziale (2.2) Doktorant szczegółowo omawia model Błaszczyka zastosowany do ustalenia przepustowości sieci kanalizacji deszczowej. Autor przedstawił metody ustalenia kubatury elementów kanalizacji, tempa przelań, krytycznych wysokości opadu odprowadzanych przez system oraz liczbę przelań w okresie badawczym, a następnie metodykę weryfikacji terenowej i satelitarnej lokalizacji elementów sieci kanalizacyjnej. Podrozdział 2.3 przedstawia możliwości modernizacji sieci odprowadzającej wody opadowe z metodyką ustalania kierunków spływu powierzchniowego, zdolności infiltracyjnych w różnych warunkach pokrycia terenu i budowy geologicznej. Następnie Autor przedstawił metodykę ustalania możliwości zwiększania przepustowości systemu przy różnych inwestycjach oraz metodę reguł decyzyjnych. Podrozdział 2.4 to bardzo interesująca, autorska propozycja metodyczna adaptacji matematycznego modelu nierówności wartości krytycznych w problematyce zagospodarowania opadów do ustalenia możliwości systemu odprowadzającego wodę w stosunku do zwiększonego opadu atmosferycznego. Zastosowane w pracy metody i narzędzia nie budzą większych wątpliwości. Zostały poprawnie dobrane i przedstawione w przystępny sposób. Wskazują na merytoryczne przygotowanie i odpowiednią wiedzę Autora oraz dobre ich opanowanie.

W rozdziale 3, liczącym 21 stron i składającym się z 4 podrozdziałów, Doktorant scharakteryzował komponenty środowiska obszaru badań tj. budowę geologiczną i rzeźbę terenu, wybrane cechy klimatu, stosunki wodne i użytkowanie terenu. Wybór charakteryzowanych elementów wydaje się prawidłowy. Interesującym uzupełnieniem

podstawowych charakterystyk pluwialnych byłaby informacja o opadach o dużym natężeniu z istotnością statystyczną ich trendów w wieloleciu 1951-2021 oraz warunków synoptycznych i cyrkulacyjnych w jakich się pojawiają. Pozwoliłoby to potwierdzić wielokrotnie powtarzaną przez Autora tezę o wzroście prawdopodobieństwa występowania opadów o większym natężeniu w Gdańsku w związku z obserwowaną zmianą klimatu. Z merytorycznego punktu widzenia uzasadnione byłoby także rozszerzenie podrozdziału *Stosunki wodne* o mapę typów i warunków infiltracyjnych na obszarze badań. Zbędna z kolei wydaje się charakterystyka głębokiej geologii, bardziej istotna jest w tej pracy litologia utworów powierzchniowych.

W rozdziale 4, liczącym 9 stron i składającym się z dwóch podrozdziałów, Doktorant określił sposób funkcjonowania systemu kanalizacji deszczowej w mieście wraz z wytycznymi technicznymi budowy jego elementów oraz opisał możliwości poprawy jego funkcjonowania poprzez modernizacje zwiększające infiltrację wód opadowych. Ta część pracy została wykonana na podstawie ustaleń literaturowych oraz informacji z Generalnej Dyrekcji Dróg Publicznych (2006), obecnie GDDKiA. Informacja o infrastrukturze odprowadzania i zagospodarowania wody opadowej na badanym obszarze jest niezbędna dla prawidłowej realizacji założeń recenzowanej pracy. Stworzenie bazy danych ilościowo-jakościowych funkcjonowania systemu kanalizacji oraz jej wizualizacja powinny być jednym ze wstępnych efektów pracy - szkoda, że nie udało się tego zrealizować.

Rozdział 5 liczy 16 stron i został poświęcony ustaleniu ilościowych charakterystyk odprowadzania wody opadowej w różnych warunkach technicznych i zdolnościach infiltracyjnych. Autor zaproponował 9 scenariuszy, 5 podstawowych różniących się liczbą studzienek (0-4) oraz 4 zakładające wzrost powierzchniowej infiltracji (tzw. modernizacja systemu). Dla każdego scenariusza Autor wytypował konkretne miejskie lokalizacje spełniające założone scenariuszowe warunki i ustalił czas przelania studzienek oraz odprowadzania wody przy założonych warunkach wstępnych. Należały do nich: powierzchnia z której woda była odprowadzona, wysokość opadu godzinowego nawalnego, natężenie i czas trwania opadu nawalnego, typ podłoża i litologia utworów powierzchniowych. Analizy zostały przeprowadzone dla wyróżnionych scenariuszy zarówno przed, jak i po modernizacji. Każdy scenariusz został zwizualizowany z lokalizacją infrastruktury technicznej (niestety w małej rozdzielczości) oraz ciekawym schematem migracji wody opadowej. Ten wynikowy rozdział rozprawy pomimo wielu

uogólnień, koniecznych założeń i ograniczeń lokalizacyjnych, należy uznać za bardzo interesujący i ocenić pozytywnie.

Rozdział 6, 14-stronnicowy, zatytułowany *Problemy istniejącego systemu kanalizacji deszczowej*, sugerowałbym zamienić na *Funkcjonowanie istniejącego....*, w którym oczywiście jakieś problemy mogą występować. Zawiera on ustalenia na temat maksymalnych przepustowości obecnego systemu odprowadzania wody wraz z teoretyczną liczbą przelań kanalizacji w warunkach wystąpienia opadu rzeczywistego (pomierzonego). Analizę przeprowadzono zgodnie z wcześniej przyjętymi założeniami dla różnych scenariuszy badawczych. Uzyskane wyniki wskazują na interesujące relacje przepustowości i liczby przelań z ilościowo określoną infrastrukturą (liczbą wpustów), warunkami infiltracyjnymi i czasem trwania impulsu opadowego. Uzyskane wyniki mają niewątpliwie istotny potencjał poznawczy, który pozwolił Doktorantowi potwierdzić założenie rozprawy o wprowadzeniu rozwiązań zwiększających zdolności infiltracyjne do propozycji modernizacyjnych systemu odwadniającego miasto. Oprócz usterek językowych i skrótów myślowych (*Problemy niewydolności w zagospodarowaniu...*), w tytułach tabel brak jednostki przepustowości. Na zamieszczonych rycinach nie opisano wszystkich zmiennych, a w podpisie rycin nie opisano zastosowanych symboli. Także na rycinie 6.2.1 nie podpisano zastosowanych symboli i osi pionowej wykresu.

Kolejną częścią wynikową rozprawy jest liczący 20 stron rozdział 7. Składa się on z czterech podrozdziałów w których Autor ustalił zmiany przepustowości systemu odprowadzania wody w przyjętych wariantach scenariuszowych z wykorzystaniem modernizacji zwiększających zdolności infiltracyjne oraz liczby incydentów niewydolności kanalizacji deszczowej (tzw. przelań). Bardzo interesujące wyniki analiz wskazują na słuszność założeń i ograniczenie potencjalnie niebezpiecznych przypadków przelań kanalizacji bez względu na rozpatrywane kryteria nawet do 25%. W kolejnym podrozdziale (7.3), niejasno zatytułowanym *Wydolność systemu w porównaniu do rozwiązań modyfikujących sieć kanalizacyjną*, ustalono procentowe różnice w liczbie przelań w przyjętych wariantach scenariuszowych, co pozwoliło Doktorantowi postawić odważny wniosek, że rozwiązania infiltracyjne są nie tylko tańsze, ale i bardziej skuteczne w obliczu rzeczywistych wysokości opadu i zarekomendować całkowite odejście od modernizacji systemowych na rzecz zwiększenia infiltracji powierzchniowej. Moim zdaniem zwłaszcza aspekt ekonomiczny sformułowanej oceny wymaga szczegółowego wyjaśnienia i udokumentowania. Ostatni podrozdział zawiera klasyfikację

poszczególnych wariantów zwiększania potencjału infiltracyjnego systemu wraz z ich rekomendacją dla analizowanych lokalizacji. To kolejna ciekawa część wynikowa rozprawy z istotnym pierwiastkiem informacyjnym i poznawczym, ale przede wszystkim utylitarnym z wdrożeniowymi rekomendacjami. W tej części problematyczne i niejasne jest użycie pojęcia klasyfikacja. Dotyczy ona w tytule podrozdziału *klasyfikacji rozwiązań...*, a w innym miejscu *klasyfikacji obszarów* (str. 134), a w tytułach tabel 7.4.2 – 7.4.5 *klasyfikacji możliwych modernizacji*, w których Autor przedstawia jedynie ich hierarchizację. Uchybienia redakcyjne dotyczące tabel 7.1.1 do 7.3.2 oraz rycin 7.1.1-7.3.1 są analogiczne jak w poprzednim rozdziale rozprawy.

Rozdział 8 liczy 18 stron i został podzielony na 4 podrozdziały. Także tytuł tego rozdziału *System w obliczu rzeczywistych warunków środowiskowych* jest mało precyzyjny. O jaki system chodzi? Czy scenariuszowe warunki środowiskowe nie były rzeczywiste? Skróty myślowe są w tekście dopuszczalne o ile czytelnik jest w stanie śledzić tok rozumowania autora na podstawie wcześniejszych informacji. W tytułach pracy czy rozdziałów i podrozdziałów należy takich skrótów unikać. W tym rozdziale Autor przedstawia istotną z metodologicznego punktu widzenia część rozprawy dotyczącą weryfikacji jego teoretycznych wniosków i ustaleń w warunkach konkretnego zaistniałego zdarzenia w nocy z 10 na 11 czerwca 2019 roku, którym było podtopienie obszaru na przecięciu Alei Grunwaldzkiej i Alej Żołnierzy Wyklętych w Gdańsku. Autor scharakteryzował panujące wówczas warunki pluwialne, parametry modelowe dla tego obszaru, wizualizację jego ukształtowania wraz z kierunkami spływu powierzchniowego i położeniem studzienek kanalizacji deszczowej. Na podstawie przeprowadzonej analizy sformułował wniosek, że w warunkach aktualnych przy założonym natężeniu opadu zawsze dochodzić będzie do przelania studzienek i podtopień. Następnie Doktorant zaproponował rozwiązanie modernizacyjne – płyty ażurowe w nieprzepuszczalnej części nawierzchni. Zdaniem Autora zmiany warunków infiltracyjnych i udziału powierzchni czynnej będą przeciwdziałać przelaniu studzienek, jeżeli czas trwania deszczu nawalnego przekroczy 30 minut. Ustalił także procentowy teoretyczny wzrost bezpieczeństwa w zależności od rozpatrywanej sytuacji, porównując liczbę przelań studzienek przed i po modernizacji, o 58 do 86%. W ostatniej części tego rozdziału Doktorant przedstawił możliwości ekstrapolacji zaproponowanych rozwiązań dla podstawowej jednostki terytorialnej, jaką jest zlewnia. Zasugerował, że w sprzyjających warunkach zastosowanie modernizacji infiltracyjnych może nawet ograniczyć konieczność budowy w niej

zbiornika retencyjnego. Autor przeprowadzając krótką dyskusję na ten temat zdaje sobie jednak sprawę z wieloaspektowości zagadnienia i sugeruje konieczność przeprowadzenia dalszych analiz.

Ostatni, liczący 3 strony, rozdział 9 *Ocena możliwości minimalizowania częstotliwości występowania podtopień opadowych na przykładzie Gdańska* został zatytułowany prawie dokładnie tak jak tytuł całej rozprawy. W rzeczywistości jest to podsumowanie rozprawy z głównymi wynikami uzyskanymi na wybranych etapach jej realizacji i dotyczy stanu systemu przed wprowadzeniem modernizacji, po modernizacji i możliwej poprawy bezpieczeństwa. Pominięto w nim ustalenia dotyczące uwarunkowań środowiskowych zagrożenia podtopieniami na obszarze miasta (warunków pluwialnych, rzeźby terenu, litologii i zdolności infiltracyjnych), ale także stanu i funkcjonowania systemu odprowadzania wody oraz statystycznej charakterystyki podtopień w ujęciu historycznym.

Bibliografia rozprawy jest skromna, obejmuje 87 pozycji, w tym opracowania techniczne i normatywne. Wśród nich 17 zagranicznych zostało opublikowanych w języku angielskim. Dobór literatury w zakresie metodycznym i rozwiązań techniczno-inżynierskich jest poprawny. Niedosyt dotyczy literatury opublikowanej w ostatnich latach w czasopiśmie z wysokim IF i ważnych z punktu widzenia rozwiązywanego problemu, hydrologii miejskiej, powodzi błyskawicznych i podtopień. Opis bibliograficzny odnośnie notek jest niepełny, brak stron, redaktorów prac zbiorowych, nazwy czasopisma, numerów tomów i wydania (np. Graf, Przybyłek 2019).

Dysertacja została napisana dość specyficznym, momentami hermetycznym, ale z reguły zrozumiałym językiem z nielicznymi błędami formalnymi. Większe wątpliwości budzi momentami styl np. str. 83 „...badań nad możliwymi modernizacjami stanu rzeczy...”, str. 134 „*Mimo wspomnianych dużych zalet takich rozwiązań, że jeśli to możliwe w miejscach....*”, str. 140 „...*jest to propozycja na obszary...*”, „...*stwierdzono zawarcie się obszaru...*”. Błędem językowym jest też pleonazm na str. 150 „*obszar zlewni*”. Zwraca uwagę częste stosowanie skrótów myślowych, także w przypadku tytułów rozdziałów i podrozdziałów, które nie są w pełni adekwatne do zawartych w nich treści. Pewne wątpliwości terminologiczne budzi stosowanie niektórych pojęć np.: częstotliwość zamiast częstość, pluwiogram zamiast hietogram, opad rzeczywisty zamiast opad pomierzony czy klasyfikacja.



**Analizując zagadnienia recenzowanej rozprawy doktorskiej za oryginalne i najważniejsze osiągnięcia naukowe uznają:**

1. Adaptację matematycznego modelu nierówności wartości krytycznych w ustaleniu potencjału systemu odprowadzającego wodę w warunkach zwiększonego opadu atmosferycznego.
2. Ustalenie teoretycznych wartości przepustowości systemu odprowadzania wody na podstawie wymiarowania sieci kanalizacyjnej.
3. Ustalenie teoretycznych wartości liczby przelań dla różnych wariantów scenariuszowych zależnych od natężenia deszczu, przepustowości systemu i liczby studzienek.
4. Określenie zmian teoretycznej przepustowości systemu kanalizacyjnego w warunkach wprowadzenia modernizacji infiltracyjnych.
5. Oszacowanie wzrostu bezpieczeństwa funkcjonowania systemu odwadniania po wprowadzeniu modernizacji infiltracyjnych na podstawie zmian liczby przelań kanalizacji deszczowej.
6. Hierarchizację możliwych modernizacji systemu odprowadzania wody dla różnych obszarów potencjalnie zagrożonych podtopieniami.
7. Weryfikację ustaleń teoretycznych w zakresie funkcjonowania systemu kanalizacyjnego w warunkach rzeczywistego przelania studzienek.
8. Określenie potencjału zaproponowanych rozwiązań teoretycznych dla zwiększania zdolności retencyjnych zlewni miejskiej.

**Zagadnienia i uwagi dyskusyjne, które wymagają wyjaśnienia:**

1. W recenzowanej rozprawie odczuwalny jest brak bazy informacyjnej odnośnie punktów problematycznych (hot-spotów) na terenie Gdańska w ujęciu czasowym i przestrzennym. Monitoring w tym zakresie w poszczególnych miastach jest różny. Jednym z najprostszych sposobów tworzenia takiej bazy jest rejestr wydarzeń i interwencji Państwowej Straży Pożarnej. Czy na etapie przygotowawczym rozprawy takie informacje były wykorzystane? Czy stworzenie takiej bazy byłoby przydatne dla służb komunalnych miasta?
2. W rozprawie brak także statystycznej analizy warunków pluwalnych odnośnie wysokości opadów i częstości opadów nawalnych w ujęciu historycznym. Czy istnieją literaturowe doniesienia potwierdzające istotne statystycznie zmiany

wysokości opadów i częstości pojawiania się opadów o wysokim natężeniu w Polsce czy Gdańsku w związku z obserwowaną współcześnie zmianą klimatu?

3. W moim odczuciu istnieje problem ustalania zdolności infiltracyjnej w warunkach długotrwałych opadów. W jakim zakresie uzyskane wyniki uległyby modyfikacji? W jakim stopniu rośnie zagrożenie podtopieniami w wyniku spadku zdolności retencyjnych gruntu na skutek długotrwałych opadów?

#### **4. Wniosek końcowy**

Rozprawa doktorska pt. „*Minimalizacja częstotliwości występowania podtopień opadowych na przykładzie Gdańska*” autorstwa mgra Kamila Mironika stanowi ciekawe i oryginalne studium z zakresu minimalizacji miejskich podtopień wraz z ich identyfikacją i propozycją modyfikacji systemu odprowadzania wody opadowej. Praca nie budzi większych zastrzeżeń od strony merytorycznej, jest przemyślana i stosunkowo dobrze udokumentowana. Jej treść jest adekwatna do założonego celu. Prócz walorów poznawczych charakteryzuje się cechami pracy utylitarnej z rekomendacjami wdrożeniowymi i spełnia wymogi stawiane pracom na stopień naukowy. Stwierdzone mankamenty i kwestie dyskusyjne należy traktować jako materiał do wykorzystania w przypadku redakcji wersji do druku. Autor wykazał się odpowiednią wiedzą i znajomością badanych zagadnień. Prawidłowo sformułował hipotezę, zadania badawcze, które rozwiązał zaproponowanymi metodami badawczymi. Opanował wiele metod i technik służących do rozwiązywania problemów inżynierskich. Wyniki uzyskane przez Doktoranta, obok wartości poznawczych, wraz z rekomendacjami mają istotny potencjał aplikacyjny przy podejmowaniu działań planistycznych i inwestycyjnych w kontekście zarządzania i gospodarowania wodami opadowymi na obszarze Gdańska.

**Rozprawa mgra Kamila Mironika jest dziełem spełniającym wymogi Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 wraz ze zm.). W związku z tym wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego o dopuszczenie mgr. Kamila Mironika do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.**

