

Dr hab. Maciej Ziułkiewicz, prof. UŁ
Uniwersytet Łódzki
Wydział Nauk Geograficznych
Katedra Geologii i Geomorfologii
90-129 Łódź, ul. Narutowicza 88

Łódź, 22.08.2024 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Aleksandry Czuchaj pt. *„Uwarunkowania dynamiki spływu powierzchniowego w świetle terenowych badań eksperymentalnych”*.

Podstawa prawna opracowania recenzji

Podstawą wykonania recenzji było postanowienie Rady Naukowej dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z dn. 28.05.2024 r. nr 54-2023/2024 w sprawie wyznaczenia recenzentów w postępowaniu w sprawie nadania stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku mgr inż. Aleksandra Czuchaj.

Recenzowana praca została wykonana w Pracowni Hydrometrii Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu pod kierunkiem i opieką naukową Pana prof. dr. hab. inż. Marka Marciniaka (promotora) i Pana dr. Mikołaja Majewskiego (promotora pomocniczego).

Ogólna charakterystyka rozprawy

Wiele uwagi w środowisku naukowym hydrologów, zarówno w Polsce jak i na świecie, poświęca się hydrologicznym skutkom zmian klimatu. Rosnącej skali zdarzeń o charakterze ekstremalnym towarzyszy wysiłek naukowy dla sprawnego ich prognozowania i ograniczenia szkód jakie wywołują. Jednym z takich zjawisk są błyskawiczne powodzie miejskie, będące efektem niedostosowania infrastruktury obszarów zabudowanych do wzrostu intensywności, gwałtowności zjawisk opadowych. Poznanie warunków kształtowania dynamiki spływu powierzchniowego w zlewniach miejskich jest niezwykle aktualnym kierunkiem badań hydrologicznych, w który niemalże wprost wpisuje się przedstawiona do oceny rozprawa doktorska.

Recenzowana rozprawa doktorska liczy 111 strony tekstu zasadniczego, poprzedzonego streszczeniem oraz wykazem symboli i skrótów. Praca zawiera 57 rycin, 36 tabel oraz 3 załączniki zawierające dokumentację wynikową, obejmującą 28 (Zał. 1), 56 (Zał. 2) i 50 (Zał. 3) wykresów. Praca składa się z ośmiu rozdziałów, w tym wprowadzenie i podsumowanie, bibliografii, a także spisu rycin, spisu tabel oraz spisu załączników. Wszystkie rozdziały, poza ósmym, mają strukturę złożoną i dzielą się na podrozdziały. Spis literatury obejmuje 347 pozycji. W połowie (172) są to pozycje obcojęzyczne, zasadniczo anglojęzyczne oraz niemieckojęzyczne.

Zakres rozprawy i jej ocena merytoryczna

We „Wprowadzeniu” Autorka zasygnalizowała problematykę badawczą w świetle kilkunastu publikacji naukowych, definiując zjawisko spływu powierzchniowego i jego miejsce w cyklu obiegu wody. Następnie wskazała zasadnicze cele badawcze pracy i zadania, jakich realizacji się podjęła. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że dla realizacji przyjętych celów konieczne było zaprojektowanie i wykonanie terenowego stanowiska badawczego oraz serii eksperymentów terenowych.

W następnym rozdziale, poświęconym identyfikacji problemu badawczego, Autorka umiejętnie kontynuowała przegląd i analizę literatury hydrologicznej. W pierwszej części dokonała zdefiniowania ekstremalności zjawisk hydro-meteorologicznych, podając ich przykłady. W części drugiej przedstawiła charakterystykę miejskich powodzi błyskawicznych z uwzględnieniem ich przyczyn i klasyfikacji, a w ostatniej części tego rozdziału, różnorodne ujęcia metodyczne badań nad spływem powierzchniowym. Pomimo sięgnięcia po ponad 100 publikacji naukowych, pozostaje niedosyt, gdyż opis ten nie daje pełnej orientacji w nowatorstwie zastosowanych przez Autorkę własnych metod eksperymentalnych.

W rozdziale trzecim Autorka przeprowadziła charakterystykę obszaru badań dla wykazania reprezentatywności swojego stanowiska badawczego w szerokiej skali przestrzennej aglomeracji poznańskiej i miasta Poznania. Znajdujemy tutaj w osobnych podrozdziałach ocenę reprezentatywności zlewni Różanego Potoku z uwagi na położenie, budowę geologiczną i litologię podłoża, morfologię terenu, jego pokrycie i użytkowanie, warunki klimatyczne i hydrologiczne. Materiał ten jest bogato ilustrowany mapami tematycznymi opracowanymi na podstawie istniejących zasobów kartograficznych w wersji cyfrowej i analogowej. Ocenę reprezentatywności ułatwiają tabele zawierające określoną charakterystykę aglomeracji, miasta i zlewni Różanego Potoku. W zakończeniu tej ważnej części pracy brakuje jednak opinii Autorki na ile stanowisko badawcze jest odzwierciedleniem warunków kształtujący zjawisko spływu powierzchniowego w większej skali przestrzennej. Postawiona na początku tego rozdziału teza o jego reprezentatywności w każdej skali uszczegółowienia nie znajduje bowiem przekonującego uzasadnienia.

Rozdział czwarty pt.: „Analiza opadów” jest realizacją pierwszego zadania badawczego, tj. oceny lokalnych warunków pluwialnych ze szczególnym wskazaniem na zjawiska ekstremalne. Materiał ten opiera się na danych opadowych ze stacji IMGW-PIB Poznań-Ławica z ostatniego 60-lecia. W pierwszej części, w oparciu o literaturę problemu, umiejętnie dokonano klasyfikacji opadów z uwagi na ich intensywność. W dalszej części klasyfikacje te zastosowano do interpretacji dobowych sum opadu w Poznaniu dla wskazania zdarzeń ekstremalnych i wyznaczenia granicznej wielkości dla dobowego opadu ekstremalnego wyjątkowego. Analiza danych opadowych wykazała, że rozkład dobowych i rocznych sum opadów w Poznaniu w latach 1961-2020 nie wykazuje istotnych trendów rosnących lub malejących. Brak jest przy tym oceny oczekiwanego wzrostu dynamiki zjawisk opadowych, co można by uczynić analizując np., czy te 99 zdarzeń ekstremalnych o opadzie dobowym przekraczającym wartość progową (podaną na s. 50) zdarza się coraz częściej. W trzeciej części rozdziału Autorka umiejętnie przenosi ocenę zjawisk opadowych na serie rejestrowane miejscowo w zlewni Różanego Potoku, na Stacji Bazowej ZMŚP Poznań-Morsko, znajdując przy tym empiryczne oparcie dla projektowanego eksperymentu terenowego, tj. symulacji skali natężenia opadów na stanowisku badawczym. Jak dowiadujemy się później,

eksperyment przeprowadzono w lipcu, a materiał przedstawiony w tym rozdziale nie uzasadnia wyboru akurat tego miesiąca.

Kolejny rozdział pracy poświęcony jest opisowi stanowiska badawczego, specjalnie wykonanego dla potrzeb realizacji przyjętych w dysertacji celów badawczych. Na wstępie znajdujemy przegląd lokalizacji podobnych instalacji, z którego wynika, że ta wykonana w zlewni Różanego Potoku jest jedyną dedykowaną obserwacji spływu powierzchniowego w efekcie wystąpienia ekstremalnych opadów na terenie miejskim. W dalszej części Autorka podaje w punktach podstawowe założenia eksperymentu terenowego. Weryfikacja tych ambitnych założeń przychodzi jednak szybko, bo już w kolejnym podrozdziale znajdujemy uproszczenie przyjętego w pierwszym punkcie wyznaczenia pełnego bilansu wodnego stanowiska badawczego do wersji uproszczonej. Dalej następuje bogato ilustrowany schematami i fotografiami opis stanowiska badawczego i jego wyposażenia w aparaturę pomiarową. Doprawdy imponująca instalacja. Ważnym aspektem jest tutaj opis kalibracji sprzętu i ocena niepewności wyników. Autorka dostrzega przy tym, że niepewność rejestracji zwierciadła wody w chwytaczach jest wynikiem jego falowania podczas dopływu wody z poletek testowych. Zastanowił mnie fakt, czy rozwiązaniem tego problemu nie mogło być na przyszłość umieszczenie *levelloggera* w pionowej perforowanej u dołu rurce umieszczonej w chwytaczu. Kolejną częścią opisu stanowiska badawczego jest omówienie scenariusza symulacji opadów, wypracowanego na podstawie przeprowadzonej w poprzednim rozdziale analizy danych opadowych. Znajdujemy tu prezentację opadów w szerokim spektrum sumy, czasu trwania i co za tym idzie natężenia, wytypowanych wg kategorii opadowej Chomicza: od opadów słabych długotrwałych do intensywnych krótkotrwałych. Należy podkreślić, że te ostatnie Autorka uwzględniła jako potencjalne, gdyż empiria nie potwierdziła dotychczas wystąpienia takich zjawisk opadowych na terenie Poznania. Piąty rozdział wieńczy część poświęcona symulatorowi opadów. Został on, jak się dowiadujemy, zaprojektowany przez firmę zewnętrzną, która go też wykonała, zainstalowała i uruchomiła. Symulator ma gwarantować opad o stałym natężeniu i równomierności na poziomie 80%. Autorka pracy nie podała czy w wymiarze czasowym, czy przestrzennym, gdyż oba wydają się istotne dla powodzenia eksperymentu. Bogaty, jak podano wcześniej, materiał ikonograficzny nie zawiera niestety schematycznego zarysu pól zraszania poletek doświadczalnych (koliste, półkoliste), co można by uwzględnić np. na Ryc. 5.1.

Rozdział szósty zawiera niezwykle interesujący opis dobrze przygotowanego eksperymentu terenowego. W pierwszym podrozdziale Autorka przedstawiła warunki pogodowe, w jakich odbywały się poszczególne epizody eksperymentu, zasady dokumentowania wyników obserwacji w czasie rzeczywistym oraz weryfikacji zaplanowanych działań poprzez pomiary rzeczywistego opadu względem zaplanowanego. W drugiej części podano zasadę interpretacji dynamiki spływu powierzchniowego rekonstruowaną na podstawie pomiarów *levelloggerami* w chwytaczach. Ukazano, że konieczność wielokrotnego opróżniania zbiornika, jako konstrukcyjne ograniczenie sprawności instalacji pomiarowej, nie wpłynęła na poprawność prowadzonych obserwacji.

Rozdział siódmy zawiera prezentację i omówienie wyników eksperymentu, przy czym zasadniczą część ikonograficzną zamieszczono w osobnych załącznikach. Autorka dokonała omówienia dynamiki spływu powierzchniowego na poletkach testowych w odniesieniu do kategorii symulowanego opadu, charakteru powierzchni poszczególnych poletek oraz początkowych warunków wilgotnościowych. Bogaty zasób wyników, przetworzony w postać

graficzną dla ukazania dynamiki spływu powierzchniowego pod wpływem określonego czynnika/czynników determinujących, winien obejmować również analizę statystyczną. Dzięki jej umiejętnemu zastosowaniu należało stwierdzić, czy uwzględnione w eksperymencie czynniki mają faktyczne znaczenie i dalej: czy można mówić w danych warunkach o jednym zasadniczym czynniku determinującym, czy wzajemnie potęgującym się współoddziaływaniu kilku czynników. Z wielką uwagą Autorka w dalszej części rozdziału dokonuje oceny poszczególnych elementów bilansu wodnego terenowego stanowiska badawczego, zestawiając wyniki obliczeń w tabelach. Element przychodowy jest jakby z góry założony i zrealizowany, choć wyjaśnienia wymaga dlaczego przy obliczaniu bilansu wodnego przyjęto opady obliczone, a nie rzeczywiście stwierdzone pomiarami w deszczomierzu. Pierwszy element rozchodowy, tj. parowanie został określony w zbyt dużym uproszczeniu, przez co uszczegółowienia wymaga opis sposobu wyznaczenia parowania z poletka pokrytego asfaltem w oparciu o wielkość ewapotranspiracji z powierzchni trawiastej obliczonej na podstawie pomiarów na pobliskiej stacji pogodowej. No i oczywiście to, czym kierowano się unifikując wielkość parowania z asfaltu dla parowania z innych powierzchni doświadczalnych. Oceniając wielkość infiltracji dużą uwagą Autorka poświęciła poletku pokrytym kostką, a konkretnie piaszczystym fugom pomiędzy nią. Interesujące jest, że wg obserwacji pełnią one tak ważną funkcję w kształtowaniu dynamiki spływu po tej powierzchni testowej. Jaki jest więc udział tych przepuszczalnych powierzchni i ich objętość w testowanym poletku. Materiał ten bowiem, jak wynika z danych w Tab. 7.12, stosunkowo szybko osiąga wysycenie pojemności infiltracyjnej. A co z pojemnością infiltracyjną innych przepuszczalnych powierzchni testowych? Niezaprzeczalnie, ważnym osiągnięciem eksperymentu jest stwierdzenie, że na powierzchniach przekształconych każdy symulowany opad, czyli już od natężenia 4 mm/h, formował spływ powierzchniowy, natomiast na powierzchniach naturalnych spływ występował dopiero po dosyć drastycznym wzroście intensywności opadu do 30 mm/h, tj. najintensywniejszym z grupy opadów słabych (kategoria A3). Lekturę wielce interesujących wyników eksperymentu utrudnia jednak sposób ich omówienia, gdy Autorka uwzględnia wszystkie determinanty jednocześnie, jak np. w zdaniu: „*Na powierzchniach naturalnych (ugór, trawa) infiltracja była większa w warunkach suchych (D), podobnie jak na kostce przy opadach intensywnych, krótkotrwałych, natomiast przy słabych, krótkotrwałych – w warunkach wilgotnych (W)*”. W omówieniu części poświęconej analizie dynamiki spływu powierzchniowego Autorka odsyła czytelnika do stosownego załącznika (nr 2) i pozostawia go z ogromem materiału ilustracyjnego do samodzielnych przemyśleń, bo co wynika z porównania krzywych dynamiki spływu powierzchniowego? Jak on nabierał na intensywności w czasie trwania opadu nie sposób wyczytać z tekstu pracy. Rozumiem, że w tej interpretacji miały dopomóc zaproponowane w ostatniej części rozdziału deskryptory w ilości 11. Każdy z nich został omówiony z osobna pod względem konstrukcji i zastosowania do interpretacji danych eksperymentalnych. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w licznych zestawieniach tabelarycznych i wykresach. Dzięki wspomnianym miarom bardzo szczegółowo można wniknąć w naturę procesów zrekonstruowanych przez Autorkę w eksperymencie terenowym. Dzięki deskryptorom wykazano m.in.: (1) nieistotność początkowych warunków wilgotnościowych dla spływu powierzchniowego, (2) że czas trwania spływu był zasadniczo tożsamy dla wszystkich powierzchni z czasem trwania opadu, (3) że natężenie spływu rosło wraz ze stopniem przekształcenia powierzchni, przy czym na powierzchniach naturalnych było ono wyższe dla warunków wilgotnych. Szkoda, że takiego zestawienia niezaprzeczalnych osiągnięć eksperymentu zabrakło na końcu tego ważnego rozdziału. Nie znajdziemy niestety w pracy dyskusji uzyskanych wyników z innymi pracami,

których tak liczny zbiór został przecież umieszczony w bibliografii. Rozumiem ograniczenia, jakie podnosi już w Podsumowaniu Autorka, ale podobnie jak i ona, inni autorzy również mogli wypracować deskryptory, jako uniwersalne miary dynamiki spływu powierzchniowego i to dzięki nim można było takich wielce oczekiwanych odniesień dokonać.

Do najważniejszych osiągnięć prezentowanych w rozprawie można w mojej opinii zaliczyć:

- trafne wytypowanie zakresu ekstremalnych zjawisk opadowych wykorzystanych w kolejnych epizodach eksperymentu terenowego;
- zaprojektowanie, przetestowanie i wykorzystanie dedykowanego stanowiska doświadczalnego, które stanowi wartość dodaną niniejszej dysertacji doktorskiej i może wzbogacić terenową bazę naukowo-dydaktyczną Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM;
- przeprowadzenie wieloaspektowej analizy dynamiki spływu powierzchniowego dla warunków miejskich, co może przyczynić się do wypracowania standardu tego typu doświadczeń terenowych;
- wypracowanie zestawu deskryptorów dynamiki spływu powierzchniowego, które przy szerszym zastosowaniu winny znaleźć zastosowanie w prognozowaniu miejskich powodzi błyskawicznych.

Ocena strony formalnej pracy

1. Komentarze i uwagi o charakterze ogólnym:

- układ rozprawy oraz podział treści są prawidłowe,
- dobór literatury w zakresie metodycznym i rzeczowym jest poprawny,
- zastosowana specjalistyczna terminologia zasadniczo nie budzi zastrzeżeń, choć wymaga usunięcia uproszczeń, jak np.: przesiąkanie wody w podłoże (s. 21), trend neutralny (s.43), zinfiltrowanie opadu w suchą trawę (s.119), czy podania definicji takich terminów jak np. pojemność infiltracyjna gleby (s.19),
- przedstawioną interpretację wyników eksperymentu koniecznie należy wzbogacić o analizę porównawczą z literaturą przedmiotu,
- tekst napisany jest zasadniczo poprawnym językiem a interpretacje są logiczne, choć nie brakuje zdań długich i wielokrotnie złożonych przez co trudnych w odbiorze. W tekście pojawiają się drobne uchybienia, jak powtórzenia na s. 19 o modelach symulacyjnych, na s. 20 o wymywaniu związków fosforu i azotu z podłoża przez spływ powierzchniowy czy na s. 117 o zarejestrowanych krzywych spływu,
- pewne, drobne zastrzeżenia budzi również strona edytorska pracy (pojedyncze uchybienia stylistyczne, interpunkcyjne, literowe, jak np. przy nazwisku autora cytowanego na s. 54: Matthews zamiast Mayerhews),

- drobne są również uchybienia w bibliografii: w tekście pracy nie sposób odnaleźć cytowania podanych w zestawieniu trzech opracowań: (1) Niedźwiedź, Michalczyk, Starkel i Ustrnul (2006), (2) Swianiewicz i Klimska (2005) i (3) Woś (1993). W bibliografii natomiast nie sposób odnaleźć cytowanej pracy Sivapalan (1995).

2. Komentarze i uwagi szczegółowe:

- w Tab.3.2/s.28 wody powierzchniowe nie zostały wykazane w zlewni Różanego Potoku podczas gdy w Tab. 3.4./s.34 już występują. Skąd ta rozbieżność?

- na s. 36 znajdujemy informację o poznańskiej wyspie ciepła, czy ktoś stwierdził ją badaniami, czy jest to domniemanie Autorki?

- błąd w konstrukcji Tab. 4.7. – pole „Zdarzenia ekstremalnie wyjątkowe” nie ma rozwinięcia w pełen wiersz,

- na s. 84 Autorka podaje szacowane wielkości składowych parowania, wskazując, że składowa E_1 (parowanie w trakcie drogi kropel wody z dysz symulatora do powierzchni stoku) na poletku asfaltowym wynosi 29% do 50,1%. Czy oznaczenie E_1 jest w tym przypadku prawidłowe?

Odpowiedzi na ustawowe pytania

W nawiązaniu do powyższej recenzji rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Aleksandry Czuchaj, odpowiadając na ustawowe pytania, stwierdzam, że

Ad. 1. Czy rozprawa wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w określonej dyscyplinie naukowej?

Tak. Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Aleksandry Czuchaj potwierdza dużą ogólną wiedzę teoretyczną i praktyczną zdobytą w wyniku ukierunkowanych badań w zakresie hydrometrii i hydrologii. Przedmiot i cel badań zostały w pracy jasno sformułowane. Praca wpisuje się w ważny poznawczo i praktycznie obszar badań dynamiki spływu powierzchniowego na obszarach zurbanizowanych. Wnioski znajdują mocne oparcie w uzyskanym eksperymentalnie materiale badawczym, są logiczne i cenne poznawczo.

Ad. 2. Czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora?

Tak. Recenzowana praca wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Pani mgr inż. Aleksandra Czuchaj dokonała przeglądu obszernego zasobu literatury tematycznie powiązanej z realizowanym problemem badawczym, samodzielnie zaplanowała i zrealizowała procedurę badawczą o charakterze eksperymentu terenowego, opracowała bogaty materiał empiryczny, poprawnie go przeanalizowała i wyprowadziła wnioski.

Ad. 3. Czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej?

Tak. Stwierdzam, że oceniana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Aleksandry Czuchaj posiada oryginalne założenia metodyczne oraz charakteryzuje się profesjonalnym rozwiązaniem

postawionych celów. Autorka wykazała się dojrzałym podejściem do rozwiązania problematyki badawczej, dobrą znajomością literatury przedmiotu, konsekwencją, sprawnością i umiejętnością w opracowywaniu własnych wyników eksperymentalnych oraz poprawną ich interpretacją i prezentacją. Wyniki badań mają wysoki walor poznawczy, metodyczny i użyteczny.

Rekapitulacja

Niniejszym stwierdzam, że rozprawa Pani mgr inż. Aleksandry Czuchaj 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 im. Adama Mickiewicza w Poznaniu o dopuszczenie mgr inż. Aleksandry Czuchaj do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marek Wukiewicz', is written over a horizontal dotted line.