

Dr hab. Tomasz Bryndal, prof ndzw. UP  
Katedra Geografii Fizycznej  
Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych  
Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie  
Ul. Podchorążych 2, 30-082 Kraków

Kraków, 21 marca 2021 r.

SEKRETARIAT NAUKOWY IN. TYTUT GEOFIZYKI PANI	
WPŁYNEŁO	
24.03.2021 r.	
dz. ....	zaf. ....
Ref. ....	

## **Recenzja**

**rozprawy doktorskiej mgr Joanny Doroszkiewicz p.t.: Adaptacja zarządzania  
ryzykiem powodziowym do zmian klimatu w Polsce, na przykładzie zlewni Biała Tarnowska**

### **Uwagi ogólne**

Podstawą wykonania recenzji była uchwała Rady Naukowej Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk, podjęta na posiedzeniu dnia 20 stycznia 2021 roku.

Recenzowana praca doktorska została wykonana w Instytucie Geofizyki Polskiej Akademii Nauk, pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Renaty Romanowicz. Rozprawa liczy 135 stron maszynopisu, zawiera 41 rycin, 10 tabel oraz zestawienie 22 równań. Część wyników badań została opublikowana w dwóch artykułach (znajdujących się na byłej liście „A” MNiSW- Acta Geophysica i Water), w których Autorka rozprawy jest pierwszym autorem. Recenzowana praca zawiera nowe elementy oraz elementy uszczegółowiające poprzednio prowadzone badania związane z adaptacją procesu zarządzania ryzykiem powodziowym do przyszłych zmian klimatu. W związku z tym, formuła w postaci maszynopisu jest odpowiednia do charakteru prezentowanych treści.

### **Opis pracy**

Praca składa się z 10 rozdziałów, w których prezentowane są treści merytoryczne rozprawy; spisów równań, tabel, ilustracji oraz obszernego zestawienia literatury liczącego 149 pozycji – głównie anglojęzycznych. Struktura pracy jest zgodna z zasadami przygotowania prac naukowych a objętości poszczególnych rozdziałów uważam za odpowiednie.

W rozdziale pierwszym (liczącym 8 stron) Autorka wprowadza czytelnika w tematykę prowadzonych badań, omawia najważniejsze terminy stosowane w pracy. Dokonując przeglądu literatury **argumentuje potrzebę uwzględniania w procesie zarządzania**

ryzykiem powodziowym zmian warunków hydro-meteorologicznych wynikających z prognozowanych zmian klimatycznych. Autorka podkreśla fakt, że dostosowania w ww. procesie (posługuje się terminem „adaptacja do powodzi”) mogą być skuteczne tylko wówczas, jeżeli działania adaptacyjne będą prowadzone z uwzględnieniem zasad Polityki Zintegrowanego Zarządzania Zasobami Wodnymi oraz będą angażowały przedstawicieli różnych środowisk. Warto podkreślić, że Autorka, przedstawiając w swojej dysertacji pewne rozwiązania związane z procesem „adaptacji do powodzi” stara się umieścić je w ramach wspomnianej Polityki Zintegrowanego Zarządzania Zasobami Wodnymi.

Dokonany przegląd literatury pozwolił Autorce na przedstawienie w rozdziale drugim (liczącym 4 strony) argumentów, **które uzasadniają podjęcie tematu badawczego** oraz **umożliwiły sformułowanie celów badawczych**: ogólnego, jakim było *pokazanie wpływu prognozowanych zmian klimatu na poziom zagrożenia powodziowego oraz proces zarządzania ryzykiem powodziowym* jak również celów szczegółowych, jakimi były: a) *opracowanie procedury realizacji strategii adaptacji do powodzi uwzględniającej prognozowane zmiany klimatyczne* oraz (b) *opracowanie metodyki wyznaczania stref zagrożenia powodziowego dla warunków hydro-meteorologicznych, jakie mogą wystąpić w przyszłości, przy użyciu emulatora rozłożonego modelu przepływu*.

Rozdział trzeci (liczący 25 stron), dotyczy **zagadnień metodologicznych**. Uważam, że jest to kluczowy rozdział w kontekście realizacji celów badań postawionych w dysertacji. W pierwszej części rozdziału Autorka pokazała jak w obowiązującym obecnie 6-letnim „schemacie cyklu adaptacji do powodzi” (który został zarysowany w tzw. Dyrektywie Powodziowej), wprowadzić elementy pozwalające uwzględnić prognozowane zmiany klimatyczne. **Autorka zaproponowała własną** procedurę bazując na ogólnych zaleceniach związanych z tworzeniem i aktualizacją procesu adaptacyjnego, opierając się głównie w opracowaniach międzynarodowych. W drugiej części rozdziału, Autorka przedstawiła **propozycję metody wyznaczania obszarów zagrożonych występowaniem powodzi, która uwzględnia różne scenariusze zmian klimatu**. Wychodząc z założenia, że głównym ograniczeniem technicznym w procesie wyznaczania stref zagrożenia powodziowego uwzględniających scenariusze zmian klimatu jest długi czas obliczeniowy, Autorka proponuje metodę, która usprawnienia wyznaczanie tych obszarów **przez zastosowanie emulatora modelu rozłożonego w postaci modelu Box-Cox–Stochastyczna Funkcja Przejścia (B-C–STF)**, którym zastępuje model hydrauliczny (MIKE 11). Zaproponowana procedura jest czytelna i uwzględnia opis wszystkich etapów koniecznych do oceny jej efektywności.

Rozdziały od czwartego do siódmego stanowią **studium przypadku dla zlewni Białej Tarnowskiej**. W pierwszym etapie (w rozdziale 4 – liczącym 7 stron) Autorka dokonuje krótkiej charakterystyki zlewni oraz danych hydrologiczno-meteorologicznych

wykorzystanych w opracowaniu, kalibracji i weryfikacji modeli hydrologicznego (HBV) i hydraulicznego (MIKE11, oraz emulatora B-C-STF).

Kolejny, piąty rozdział (liczący 15 stron) **stanowi zasadniczą materiałową część pracy** w której **Autorka implementuje opracowaną metodę**, korzystając z danych hydrologiczno-meteorologicznych z wielolecia 1971-2010, pomierzonych na 2 posterunkach hydrologicznych (Ciężkowice i Koszyce Wielkie) oraz 5 stacjach meteorologicznych (Tarnów, Nowy Sącz, Krynica, Biecz-Grudna, Wysowa). Rozdział ten przedstawia główne etapy prac związanych z opracowaniem danych wymaganych do zastosowania modeli:

1) hydrologicznego HBV; jego kalibracji (seria opadów i temperatur 1971-2000) oraz weryfikacji (2001-2010),

2) hydraulicznego MIKE 11; jego kalibracji (przepływy oraz stany wody 1996-2000) i weryfikacji (przepływy oraz stany wody 2001-2003) oraz

3) emulatora B-C-STF; z oszacowaniem niepewności prognoz, wyrażonych kilkoma miarami statystycznymi, powszechnie używanymi w hydrologii w tego typu analizach.

Szczegółową analizę zasięgu wyznaczania obszarów zagrożonych zalaniem podczas wezbrań Autorka prowadziła w części zlewni Białej Tarnowskiej (tzw. Meandrze Tuchowskim), **udowadniając skuteczności zaproponowanej procedury**.

Przeprowadzona w rozdziale 5 analiza procesu transformacji opadu w odpływ oraz przemieszczania się fali wezbraniowej w dnie doliny dla okresu objętego pomiarami hydrologiczno-meteorologicznymi, **dała podstawy wykorzystania tych narzędzi do symulacji parametrów fal wezbraniowych dla okresu 1971-2100, czyli serii danych, uwzględniającej prognozowane zmiany warunków klimatycznych w zlewni**.

W analizie, przedstawionej w rozdziale 6 (liczącym 5 stron) Autorka wykorzystwała dane pozyskane z siedmiu modeli klimatycznych (czterech regionalnych, opartych o trzy globalne), dla scenariusza koncentracji gazów cieplarnianych RCP (*Representative Concentration Pathways*) równego 4.5. Autorka wykazała, że prognozowane zmiany warunków hydro-meteorologicznych będące wynikiem zmian klimatycznych powodują, na obszarze Meandra Tuchowskiego, znaczący wzrost powierzchni obszarów zagrożonych występowaniem powodzi. Warto podkreślić, że Autorka **wykazała również jaki wpływ ma „jakość danych” pozyskanych z modeli klimatycznych** (niestabilność modeli i związane z nimi występowanie tzw. „numerycznych burz w jednym oczku siatki”) **na wielkość obszaru zalewowego**. Rozdział ten, pomimo iż dosyć ograniczony objętościowo, pokazuje zarówno teoretyczną i praktyczną wartość prowadzonych przez Autorkę badań.

Rozdział 7 (liczący 6 stron) przedstawia działania realizowane w ramach opracowanego dla zlewni Biała Tarnowska Planu Zarządzania Ryzykiem Powodziowym. Na tle tego studium przypadku, Autorka poddaje dyskusji ograniczenia wynikające z obecnie

istniejących uwarunkowań (prawnych, organizacyjnych, ekonomicznych), hamujących działania adaptacyjne w zakresie zarządzania ryzykiem powodziowym w odniesieniu do prognozowanych zmian klimatycznych. Sygnalizuje działania mające na celu poprawę tej sytuacji.

Rozdział 8 (liczący 4 strony) stanowi dyskusję, której zasadnicza część poświęcona jest zaproponowanej w pracy metodzie wspomagającej wyznaczanie stref zagrożenia powodziowego przy wykorzystaniu modeli hydraulicznych i emulatorów. W oparciu o wyniki badań prezentowane w literaturze Autorka pokazuje, że **procedura wyznaczania stref zagrożenia powodziowego przy użyciu emulatorów jest rozwiązaniem, które może znacząco usprawnić proces adaptacji do powodzi, a tym samym, upowszechnić prowadzenie tego typu analiz w innych zlewniach.**

Rozdział 9 (liczący aż 28 stron), to próba przedstawienia zagadnień związanych z tworzeniem map zagrożenia powodziowego, uwzględniającego prognozowane zmiany klimatyczne w wersji popularno-naukowej (określenie Autorki „dydaktycznej”), która przybliżyłaby ten dosyć skomplikowany proces osobom, niemającym na co dzień styczności z tymi zagadnieniami, a mogącymi być „odbiorcami” wspomnianych dokumentów.

Dysertację kończą wnioski, w których w formie 7 punktów wskazano na najważniejsze osiągnięcia zrealizowane w pracy.

#### ***Dobór tematyki badań, materiałów, metod, znaczenie wyników***

Tematyka związana z hydrologicznymi i gospodarczymi konsekwencjami zmian obiegu wody w zlewni na skutek prognozowanych zmian klimatycznych, od lat jest przedmiotem dyskusji naukowych i licznych publikacji. **Rozprawa mgr. Joanny Doroszkiewicz** wpisuje się w tą tematykę i **podejmuje bardzo ważny temat związany z procesem przygotowania się (adaptacją) do powodzi w warunkach prognozowanych zmian klimatu.** Wieloletnie badania nad obiegiem wody w zlewni, zaowocowały opracowaniem szeregu modeli hydrologicznych i hydraulicznych. Są one swoistego rodzaju narzędziami, które w pewnym zakresie pozwalają nam prognozować skutki zmian w poszczególnych elementach cyklu hydrologicznego. Warto zaznaczyć, że korzystanie z tych narzędzi wymaga szerokiej wiedzy przyrodniczej pozwalającej na dostrzeganie zależności istniejących pomiędzy poszczególnymi komponentami środowiska geograficznego. Analiza tekstu dysertacji pokazuje, że Autorka posiada odpowiednią wiedzę teoretyczną, sprawnie wykorzystuje te narzędzia, co więcej, proponuje rozwiązania, które mają usprawnić ich działanie. Zdaniem recenzenta, **zaproponowane przez Autorkę podejście badawcze, polegające na modyfikacji modelu hydraulicznego poprzez wprowadzenie emulatora (B-C-STF) do analizy parametrów fali wezbraniowej stanowi**

oryginalny sposób rozwiązania problemu naukowego oraz daje możliwości wykorzystania ww. procedury w praktyce. Dobór materiałów i metod był odpowiedni i pozwolił na ocenę skuteczności zaproponowanej procedury. Autorka posługując się studium przypadku dla tzw. Meandra Tuchowskiego **potwierdziła, jak ważne jest uwzględnianie prognozowanych zmian klimatycznych w procesie oceny zagrożenia powodziowego, który jest wstępem do podjęcia kolejnych działań pozwalających „przygotować się na powódź”**.

Warto zaznaczyć, że Autorka nie poprzestaje tylko na propozycjach „modyfikacji procedury obliczeniowej” w wyznaczaniu stref zagrożenia powodziowego, **ale trafnie diagnozuje braki w obecnie istniejącym procesie zarządzania ryzykiem powodziowym i proponuje schemat działań, mający na celu usprawnienie tego procesu**. Jest to o tyle istotne, że wpływ zmian klimatu na poziom zagrożenia i ryzyka powodziowego w pierwszym etapie wdrażania zapisów tzw. Dyrektywy Powodziowej praktycznie nie został uwzględniony. Trafnym rozwiązaniem, w prezentowanym przez Autorkę schemacie działań adaptacyjnych, było uwzględnienie na równi z projekcjami klimatycznymi zmian w parametrach fizjograficznych zlewni, które wpływają na obieg wody w zlewni oraz poziom ryzyka powodziowego, a będących efektem działań człowieka. Dowodzi to znajomości zagadnienia i świadomości złożonych relacji, jakie istnieją pomiędzy czynnikami wpływającymi na zasięg zagrożenia i poziom ryzyka powodziowego. Zdaniem recenzenta proponowany schemat, jest jasny i czytelny i w przyszłości można go wykorzystać w praktyce na różnych poziomach (od krajowego do lokalnego).

Zapewne trzecim, (choć niewymienionym w rozdziale 2.2 celem szczegółowym) było **przedstawienie zagadnień związanych z tworzeniem map zagrożenia powodziowego z uwzględnieniem zmian klimatu w formie popularno-naukowej**. Uważam, że realizacja tego celu jest bardzo istotna w kontekście szeroko pojętej edukacji społeczeństwa na temat hydrologicznych skutków prognozowanych zmian klimatu. Problem w odpowiedniej komunikacji pomiędzy naukowcami – decydentami i lokalnymi społecznościami znacząco utrudnia przystosowanie się do prognozowanych zmian klimatu. Edukacja w tym zakresie stanowi duże wyzwanie, stąd też na docenienie zasługuje fakt, iż Autorka dysertacji podejmuje tę problematykę. Rozdział ten jest wartościowy, zwłaszcza w kontekście wyjaśnienia tworzenia scenariuszy klimatycznych i projekcji powodziowych.

### *Uwagi krytyczne*

Uwagi krytyczne odnoszą się do spraw drugorzędnych i nie rzutują na ogólną wysoką ocenę recenzowanej rozprawy. Część kwestii merytorycznych związanych np. metodą użytą do przygotowania danych opadowych mierzonych na stacjach meteorologicznych dla potrzeb

budowy modelu hydrologicznego jest pominięta w pracy, natomiast informacje te znajdują się w artykule. Podobnie jest z podaniem zakresów ram czasowych danych użytych do kalibracji i weryfikacji modeli: hydrologicznego i hydraulicznego.

Pewnym uchybieniem jest bardzo pobieżna charakterystyka zlewni (rozdział 4), a przecież to ona wpływa na proces transformacji opadu w odpływ. Charakterystyki dotyczące zaludnienia można było odnieść do granic zlewni a nie do granic powiatów.

Zdaniem recenzenta, wartościowym uzupełnieniem rozdziału 6 byłyby ryciny pokazujące przebieg stanów wody/przepływu dla wielolecia 1971-2100 na wybranych przekrojach/posterunkach dla analizowanych scenariuszy zmian klimatycznych. Poznanie „tła hydrologicznego”, jest istotnym elementem w kontekście „przygotowywania się na powódź” w tak długim okresie.

O ile w pracy pojawiają się liczne wątki dotyczące wpływu zmian klimatu na proces „adaptacji” do powodzi, o tyle brakuje odniesienia się do kwestii wpływu prognozowanych zmian parametrów fizjograficznych zlewni (np. pokrycia terenu) na wspomniany proces. Model hydrologiczny został opracowany na podstawie obecnych parametrów zlewni (np. lesistości), a badania wskazują, że w Karpatach mamy tendencję wzrostową zalesienia (lesistość jest jednym z parametrów modelu hydrologicznego). Dysponujemy pracami, które prognozują zmiany lesistości w Karpatach do 2050 roku (np. *Kozak, 2005, Zmiany powierzchni lasów w Karpatach Polskich na tle innych gór świata*, Wyd. UJ Kraków). Pominięty jest również wpływ zmian morfologicznych koryt na stany wody/przepływy. Warto pamiętać, że w przedgórskich i pogórskich odcinkach rzeki karpackie wcięły się w XX w. o 1,3-3,8 m, (Koszyce Wielkie -1.4 m; por. Wyżga i in. 2015, *Impact of channel incision on the hydraulics of flood flows: Examples from Polish Carpathian rivers...*, Geomorphology) a tendencja ta może utrzymać się w przyszłości. Zdaniem recenzenta, krótka dyskusja traktująca o tym jak zmiany te mogą wpłynąć na niepewność prognozowanych stanów i przepływów w tak odległym horyzoncie czasowym (rok 2100), jaki został zastosowany przy modelowaniu, byłaby wartościowym elementem w pracy.

Praca zawiera sporo różnego rodzaju mniejszych i większych uchybień związanych z częścią językową i edytorską. Uchybienia językowe najczęściej mają charakter skrótów myślowych, lub wynikają z bezpośredniego tłumaczenia terminów z języka angielskiego np. zamiast terminu „podzlewnia”, proponuje używać terminu zlewnia cząstkowa, który jest powszechny w polskiej literaturze hydrologicznej; spływ powierzchniowy (ryc. 15) to proces – tą część zlewni nazywamy przyrzeczem; „prędkość przepływu” (str. 98) proponuję zastąpić terminem prędkość wody. Lesistość zlewni do posterunku w Ciężkowicach różni się od tej przedstawionej w pracy. Czy jest to błąd literowy? Z uchybień edytorskich np. brakuje odwołań do źródła danych będących podstawą opracowania rycin (np. ryc 15- MPHP?),

pojawiają się liczne błędy literowe oraz nieprecyzyjne odwołania do zestawienia literatury. Wspomniane uchybienia są swoistego rodzaju „wypadkiem przy pracy” i nie utrudniają odbioru treści merytorycznych prezentowanych w rozprawie.

### ***Podsumowanie***

Odpowiadając na pytania ustawowe stwierdzam, że zaproponowane w pracy rozwiązania stanowią oryginalne rozwiązania problemu naukowego. Autorka wykazała się szeroką wiedzą merytoryczną czemu dała wyraz we wprowadzeniu do tematyki badań oraz dyskusji prowadzonej w poszczególnych rozdziałach i rozdziale podsumowującym (ósmym). Pokazała, że potrafi odpowiednio zaplanować badania, pozyskać odpowiednie dane, analizować je przy użyciu odpowiednio dobranych metod a uzyskane wyniki odpowiednio interpretować. W ten sposób udowodniła, że posiada umiejętności potrzebne do prowadzenia badań naukowych.

Podsumowując stwierdzam, że poziom recenzowanej pracy mgr **Joanny Doroszkiewicz odpowiada jej przeznaczeniu jako rozprawy doktorskiej.** Zdaniem recenzenta, praca w pełni spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki ( Dz. U. 2003 Nr 65 poz. 595 z późn. Zm.) oraz Rozporządzenia Ministra Nauki I Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. 2018. Poz. 218) i wnoszę, aby Szanowna Rada Naukowa Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk dopuściła Panię mgr **Joannę Doroszkiewicz do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.**

Biorąc pod uwagę zakres wykonanych prac zarówno terenowych jak i kameralnych, potrzebnych do osiągnięcia prezentowanych w dysertacji wyników badań, wnoszę o wyróżnienie pracy mgr. Joanny Doroszkiewicz.

*Tomasz Byndul*