

Poznań, 22 stycznia 2024 r.

dr hab. inż. Rafał Stasik, prof. UPP  
Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Gospodarki Przestrzennej  
Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**Recenzja pracy doktorskiej mgra inż. Damiana Błażeja Badory  
pt.: „Ocena skuteczności praktyk adaptacji rolnictwa do zmian klimatu w różnych  
scenariuszach scaleń gruntów w aspekcie bilansu hydrologicznego”  
wykonanej w Zakładzie Gleboznawstwa, Erozji i Ochrony Gruntów  
w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym  
w Puławach**

**promotor pracy: dr hab. inż. Rafał Wawer, prof. IUNG-PIB Puławy**

**promotor pomocniczy: dr Anna Nieróbca**

### **Informacje wstępne**

Recenzja została przygotowana na podstawie Uchwały nr 63/IUNG-PIB/2023 Rady Naukowej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach z dnia 24 października 2023 r.

Autor przedłożonej do recenzji pracy doktorskiej, Pan mgr inż. Damian Błażej Badora jest absolwentem kierunku Inżynieria środowiska (uzyskanie tytułu mgr inż. 18.07.2011 roku) oraz kierunku Geodezja i kartografia (uzyskanie tytułu mgr inż. 30.07.2013 roku) na Wydziale Inżynierii Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo - Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Ukończył także niestacjonarne studia doktoranckie w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym w Puławach. Kandydat dotychczas nie ubiegał się o stopień doktora. Kandydat jest zatrudniony Częstochowskim Biurze Geodezji Terenów Rolnych, jako geodeta.

### **Waga podjętej problematyki i wartość naukowa pracy**

Ograniczenie negatywnych skutków zmian klimatycznych jest potrzebą chwili, dlatego jest aktualnym i istotnym problemem badawczym. Dotyczy on wielu aspektów funkcjonowania gospodarek i społeczeństw, w tym również rolnictwa. Potrzebuje ono stabilnych i w możliwie dużym zakresie przewidywalnych zasobów wodnych. Tymczasem zmiany klimatyczne generują skutki dokładnie odwrotne, jak choćby wzrost częstości pojawiania się i intensywności opadów nawałnych czy częstszych i dłuższych okresów bezopadowych. W tym kontekście podjęta przez doktoranta problematyka badawcza dotycząca efektywności praktyk adaptacyjnych w rolnictwie do zmian klimatu w różnych scenariuszach scaleń gruntów w aspekcie bilansu hydrologicznego jest z pewnością niezwykle istotna poznawczo. Ma także duże znaczenie użytkowe, nie tylko z uwagi na samą kwestię tychże praktyk, ale także na potencjalnie dużą, bo regionalną skalę ich zastosowania. Choć pomiędzy badaniami a praktycznym ich wdrożeniem istnieje często bariera legislacyjna czy

finansowa wydłużająca, a niekiedy zatrzymująca taki proces, to w żaden sposób nie może umniejszać znaczenia badań naukowych jako pierwszego kroku, istotnego etapu wdrażania pozytywnych zmian w praktyce. W tym miejscu należy stwierdzić, że tematyka podjęta w pracy mgr inż. Damiana Badory wpisuje się w kierunki badań prowadzonych w ramach dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Poza użytecznym i poznawczym znaczeniem dysertacji pozytywnie należy ocenić także podjęcie trudu przeprowadzenia krytycznej analizy danych przestrzennych NMT i konsekwentne ich wykorzystanie w kolejnych publikacjach cyklu.

Przedstawiona do recenzji dysertacja jest zbiorem wspólnych tematycznie artykułów naukowych. Z uwagi na zmieniające się i rosnące wymagania ewaluacyjne nauki taki sposób realizacji doktoratu wydaje się pragmatyczny, ale też wymagający dobrego planowania i trzymania się przyjętej strategii publikacyjnej oraz reżimu czasowego.

### **Charakterystyka i ocena formalna rozprawy**

Przedłożoną do recenzji rozprawę doktorską stanowi zbiór czterech spójnych tematycznie artykułów naukowych wraz z autoreferatem pod tytułem „Ocena skuteczności praktyk adaptacji rolnictwa do zmian klimatu w różnych scenariuszach scaleń gruntów w aspekcie bilansu hydrologicznego”. Doktorant jest pierwszym współautorem wszystkich czterech prac, a jego udział indywidualny jest bardzo wysoki i wynosi on odpowiednio 60% (1), 70% (2), 80% (3) i 70% (4). Jedną zrealizował wspólnie z promotorem, kolejną w zespole z promotorem i promotorką pomocniczą, a dwie kolejne są wieloautorskie. Artykuły składające się na dysertację to:

1. Badora D., Wawer R., Nieróbca A., Król-Badziak A., Kozyra J., Jurga B., Nowocień E., 2022, Modelling the Hydrology of an Upland Catchment of Bystra River in 2050 Climate Using RCP 4.5 and RCP 8.5 Emission Scenario Forecasts. *Agriculture* 12(3), 403.
2. Badora D., Wawer R., Nieróbca A., Król-Badziak A., Kozyra J., Jurga B., Nowocień E., 2022, Simulating the Effects of Agricultural Adaptation Practices onto the Soil Water Content in Future Climate Using SWAT Model on Upland Bystra River Catchment. *Water* 14(15), 2288.
3. Badora D., Wawer R., Król-Badziak A., 2023, Modelling 2050 Water Retention Scenarios for Irrigated and Non-Irrigated Crops for Adaptation to Climate Change Using the SWAT Model: The Case of the Bystra Catchment, Poland. *Agronomy* 13(2), 404.
4. Badora D., Wawer R., 2023, Effect of DTM resolution on the determination of slope values in an upland catchment using different computational algorithms. *Polish Journal of Agronomy*. 51 (sty. 2023), 11– 32.

Łączny Impact Factor według roku publikacji wynosi 10.877 zaś liczba punktów wg MEiN 320. Pierwszą, w mojej ocenie bardzo obszerną część rozprawy, bo liczącą łącznie aż 127 stron, stanowi autoreferat, na który składają się:

- wykaz skrótów i akronimów,
- wykaz publikacji stanowiących dysertację,
- wstęp,

- obszerny przegląd literatury podzielony na 17 podrozdziałów,
- hipotezy i cel badań,
- opis obszaru badań, którego omówienie podzielono na pięć podrozdziałów,
- materiały i metody badawcze przedstawione w siedmiu podrozdziałach,
- wyniki badań omówione w czterech podrozdziałach,
- dyskusja,
- podsumowanie i wnioski,
- wykaz tabel i rysunków,
- spis literatury,
- streszczenia rozprawy w języku polskim i angielskim.

Taki podział jest logiczny i zgony z ogólnie przyjętymi zasadami tworzenia prac doktorskich, jak również z zasadami określonymi w regulaminie przygotowywania rozpraw doktorskich Rady Naukowej IUNG-PIB w Puławach. W dalszej części dysertacja zawiera kopie opublikowanych artykułów naukowych wchodzących w jej skład oraz niezbędne oświadczenia. Z jednej strony dość rozbudowany charakter autoreferatu przedstawionej do recenzji pracy można uzasadniać obszernością zebranych i opracowanych przez doktoranta wyników. Z drugiej strony powinien on, także wg regulaminu Rady Naukowej, stanowić zwarte omówienie rezultatów badań, tym bardziej, że wyniki zostały w pełni i dokładnie omówione w publikacjach. Ta uwaga ma oczywiście charakter polemiczny, bowiem sformułowanie „zwięzły” nie ma określonych ram i daje w tej materii swobodę działania doktorantowi.

W podobnym kontekście chciałbym odnieść się także do wniosków zawartych w autoreferacie od ich strony formalnej. Jak wcześniej wspomniałem autoreferat jest bardzo obszerny i to samo dotyczy zawartych w nim wniosków – w autoreferacie znajdujemy bowiem łącznie dwadzieścia jeden rozbudowanych wniosków. Moim zdaniem ta część powinna być bardziej zwięzła i konkretna, a wybrane w mniejszej ilości i przedstawione w krótszej formie wnioski powinny stanowić *crème de la crème* pracy. Wyciąganie z ogromu danych i uzyskanych z nich wniosków informacji najbardziej wartościowych, tych o największym znaczeniu naukowym, ale też użytecznym stanowi bowiem jedno z wyzwań przed jakim staje każdy naukowiec. Uważam, że to nie łatwa sztuka, która świadczy też o pewnej dojrzałości i umiejętności podejmowania decyzji o tym, co stanowi kwintesencję podjętych badań. Dlatego też w przypadku dalszego procedowania pracy i jej obrony proszę doktoranta o sformułowanie siedmiu najważniejszych jego zdaniem, zwięzłych wniosków wynikających z pracy.

Wstęp i przegląd literatury w autoreferacie podzielony na podrozdziały, stanowi wprowadzenie do podjętych w dysertacji badań. Także wstępy poszczególnych prac cyklu spełniają taką rolę. Następnie w autoreferacie autor przedstawia 3 hipotezy badawcze i cel pracy, odpowiadające jego tematyce. Materiały i metodyka badań podzielone na podrozdziały zostały przedstawione w sposób obszerny, bardzo szczegółowy i wyczerpujący, z dużą znajomością rzeczy. Zasadniczo treści poszczególnych rozdziałów i podrozdziałów odnoszą się do ich tytułów. W moim odczuciu jedynie niektóre fragmenty z części wynikowych artykułów i autoreferatu mogłyby się znaleźć również w metodyce tychże. Dotyczy to np. kilku pierwszych akapitów z podrozdziału 3.1 z publikacji (3). Podobnie w publikacji (4) w części

dotyczącej porównania profilu uzyskanego z pomiarów geodezyjnych w terenie z profilami otrzymanymi z Quantum GIS (str. 254). Mimo tych uwag, które mają charakter jedynie polemiczny, stwierdzam, że od strony formalnej dysertacja została przygotowana rzetelnie, zgodnie z przyjętymi zasadami i nie budzi większych zastrzeżeń.

### **Ocena merytoryczna rozprawy**

W ocenie merytorycznej pracy za właściwą uznałem ewaluację w kolejności ich realizacji zamierzonej przez doktoranta. W pierwszej (4) pracy, dotyczącej wpływu rozdzielczości numerycznego modelu terenu (DTM) na określenie spadków i jakość odwzorowania terenu wykazał on, jakie rozdzielczości DTM są minimalne i optymalne dla tego typu analiz w badanej zlewni i podobnych pod względem topograficznym obszarach. W pracy tej doktorant swoje wyniki, uzyskane z zastosowaniem siedmiu metod, których metodykę szczegółowo przedstawił w publikacji, poparł odpowiednimi analizami statystycznymi. Na wyróżnienie zasługuje fakt, że jednym z etapów realizacji tej pracy było wykonanie bezpośrednich, geodezyjnych pomiarów terenowych profilu topograficznego, a następnie analiza porównawcza uzyskanych w ten sposób wyników z profilami wykonanymi dla różnych rozdzielczości DTM. Moim zdaniem ta część prac badawczych podnosi wartość uzyskanych wyników i wskazuje na szerszy, niż tylko kameralny, warsztat badawczy doktoranta.

W artykule drugim (1) doktorant szczegółowo opisuje wyniki modelowania skutków, jakie zajądą w elementach bilansu wodnego zlewni i jednostkowych stratach gleby w efekcie zmian klimatycznych, w projekcjach RCP 4.5 i RCP 8.5, w horyzoncie 2021-50. Wybór tych projekcji uważam za słuszny, w trakcie obrony pracy prosiłbym jednak o jego krótkie uzasadnienie przez doktoranta. Wyniki uzyskano w oparciu o model SWAT, z zastosowaniem licznych narzędzi i aplikacji. Z pracy tej wynikają konkretne wnioski, a za najważniejsze z nich uważam piąty, siódmy i ósmy z autoreferatu oraz ostatni akapit wniosków z publikacji (1). Dotyczą one skutków zmian klimatycznych dla wegetacji roślin, częstości występowania zjawisk ekstremalnych i zagrożenia erozyjnego. Uzyskane wyniki są istotne w kontekście dalszych rozważań na temat wyboru konkretnych praktyk adaptacyjnych, ale mają też znaczenie utylitarne. W tym miejscu powstała jednak pewna rozbieżność pomiędzy treściami w artykule (1) i autoreferacie. W artykule (1) brak bowiem analiz wzrostu zagrożenia erozyjnego w wyniku zmian klimatu – wzmianka o tym pojawia się jedynie w dyskusji wyników w kontekście cytowanej publikacji (str. 156 (28 artykułu)), natomiast stosowna tabela (tab. 11 autoreferatu) dotycząca strat gleby i płynące z niej wnioski są w autoreferacie. W trakcie obrony pracy w jej dalszym procedowaniu proszę doktoranta o wyjaśnienie tej rozbieżności oraz ewentualne uzasadnienie znacznego przyrostu straty gleby, o 273%, w projekcji RCP 8.5.3. dla okresu wrzesień-listopad. Ponadto w wyszczególnionych przeze mnie wnioskach w artykule niekorzystne zmiany dla wegetacji roślin są odniesione do okresu 2021-2050 (str. 157 (29 artykułu)), ostatni akapit wniosków), a w autoreferacie (str. 86) są one ograniczone do horyzontu 2041-50. Jak była przyczyna wyboru dekady 2041-50 w tej, jak i kolejnych publikacjach cyklu?

W pierwszej części trzeciej publikacji (2) doktorant i współautorzy wykazali spadek zawartości wody w wierzchniej, 1,5-metrowej warstwie gleby, w perspektywie 2041-50. Dalsza część tej pracy dotyczy efektywności zastosowania pięciu scenariuszy adaptacyjnych, mających na celu utrzymanie lub zwiększenie zawartości wody w glebie. Scenariuszami tymi są kolejno: zwiększenie lesistości zlewni (AS-1), stworzenie zalesionej strefy buforowej w bezpośredniej bliskości rzeki Bystrej i jej dopływów (AS-2), wprowadzenie pasów filtracyjnych (AS-3), uprawa bez orkowa (AS-4) i zwiększenie zasobności gleb w węgiel organiczny do wartości 2% (AS-5). Doktorant wykazał, że jedynie w przypadku scenariusza AS-4 – uprawy bez orkowej, stwierdzono zwiększenie zawartości wody w glebie, choć należy stwierdzić, że są one nieznaczące (max +0,3% dla RCP 4.5 w okresie wrzesień-listopad). Natomiast największe pogłębienie się deficytu wilgoci w glebie wywoła scenariusz AS-1 – zalesienia. Poza utrzymaniem lub zwiększeniem zawartości wody w glebie oceniono także wpływ scenariuszy adaptacyjnych na odpływ całkowity, straty gleby oraz ewapotranspirację potencjalną. Doktorant wykazał pozytywny wpływ zwiększenia zalesienia (AS-1), wprowadzenia pasów filtracyjnych (AS-3) oraz zwiększenia zawartości węgla organicznego w glebie (AS-5) na ograniczenie erozji powierzchniowej, a tym samym dopływu zanieczyszczeń obszarowych do cieków w horyzoncie 2041-50. W kontekście uzyskanych w tej publikacji wyników zbędny wydaje mi się wniosek 13 autoreferatu, który w mojej opinii nie wynika bezpośrednio z przedstawionych danych i analiz przeprowadzonych przez doktoranta, choć rzeczywiście uproszczone formy uprawy mogą redukować strumień CO<sub>2</sub>.

Czwarta publikacja (3) dotyczy wprowadzenia małej retencji oraz upraw nawadnianych i nienawadnianych w trzech wariantach (V1 – BaU, V2 – oczka wodne, V3 – zbiorniki retencyjne na cieku) i pięciu scenariuszach adaptacyjnych (V2.1 – wzrost liczby oczek i V3.1 – zbiorników, V2.2 i V3.2 – uprawy warzyw zamiast zbóż bez nawodnień, V2.3 i V3.3 z nawodnieniami, V2.4 i V3.4 uprawy zbóż jarych i rzepaku zmodyfikowano na nawadniane uprawy warzyw oraz V2.5 i V3.5 zboża jare i rzepak zmieniono na nawadniane sady, a w obu ostatnich wariantach 4 i 5 zboża ozime i grunty orne pozostawiono bez nawodnień). W części metodycznej zabrakło mi graficznej ilustracji wariantów i scenariuszy, co znacząco ułatwiłoby ich rozczytanie. W moim odczuciu wniosek 20 (autoreferat) stoi w pewnej sprzeczności z wnioskiem 14. Wyniki badań do których się on odnosi nie wskazują bowiem jednoznacznie na celowość wprowadzania stawów jako efektywnego sposobu zwiększania zasobów wodnych w krajobrazie, o czym mowa we wniosku 20. W tym miejscu chcę jednak zaznaczyć, że brak jednoznaczności wyników nie umniejsza ich wartości merytorycznej. Tym bardziej, że w ostatnim wniosku pracy doktorant słusznie konkluduje, że w przyszłości dla uzyskania pozytywnych efektów praktyk minimalizujących negatywne skutki zmian klimatu, konieczne będzie podejmowanie działań hybrydowych.

Wzajemny układ publikacji, w zamierzonej przez doktoranta kolejności, w powiązaniu z zawartością merytoryczną, wskazuje na ich logiczne powiązanie i przemyślaną chronologię tworzenia. Dwie pierwsze publikacje stanowią pewien wstęp badawczy do właściwych analiz będących celem pracy, a dwie kolejne dotyczą bezpośrednio oceny wpływu przyjętych scenariuszy i wariantów praktyk adaptacyjnych na składowe bilansów wodnych i straty

erozyjne w analizowanej zlewni. To potwierdza w mojej opinii ich tematyczną spójność i spełnia wymagania merytoryczne tego typu dysertacji. Autorreferatowa część dysertacji na taki charakter także jednoznacznie wskazuje. Cennym elementem, którego mi zabrakło, a który mógłby dodatkowo potwierdzić spójność pracy i ułatwić jej wspólną ocenę byłby graficzny abstrakt, przedstawiający powiązanie prac, a przede wszystkim wzajemne relacje scenariuszy i wariantów praktyk adaptacyjnych. Nadmienię, że autoreferat i publikacje stanowiące dysertację zawierają łącznie 80 tabel i 60 rycin – to niezwykle rozbudowany materiał badawczy, który wymagał ogromu pracy. W aspekcie edycyjnym docenić należy sposób prezentacji wyników w tabelach, które miały jednolity system oznaczeń, stosowanych symboli i kolorystki (przyrost, spadek), co znacząco ułatwiało analizę tak dużej ilości danych i tworzyło użyteczny porządek całości pracy.

Zestawiając temat dysertacji i analizując treść zarówno autoreferatu jak i poszczególnych artykułów, a w szczególności przedstawione hipotezy oraz metodykę badań wydaje się, że bardziej adekwatnie brzmiałby tytuł „Ocena skuteczności praktyk adaptacji rolnictwa do zmian klimatu w warunkach scaleń gruntów w aspekcie bilansu hydrologicznego”. Przedstawione w pracy treści odnoszą się bowiem, w moim odczuciu, bardziej do konkretnych praktyk adaptacyjnych, niż scenariuszy scaleń w rozumieniu zmiany warunków przestrzennych funkcjonowania gospodarstw rolnych, optymalizacji rozłogów i dopasowania kształtu i powierzchni działek. W trakcie obrony pracy proszę o komentarz doktoranta dotyczący tego aspektu. Doktorant w autoreferacie sformułował trzy hipotezy i cel pracy. W moim odczuciu nie do końca właściwie sformułowana została druga z hipotez. Publikacja dotycząca praktyk małej retencji podaje bowiem uzasadnienie prawno-administracyjne możliwości lokalizacji oczek wodnych, ale nie wskazuje hydrologicznych uwarunkowań jakie taka lokalizacja powinna spełniać. Zatem w moim odczuciu nie do końca jest to „metoda projektowania lokalizacji zbiorników małej retencji” jak to zostało sformułowane w hipotezie.

Choć w autoreferacie znaleźć można kilka wpadek językowych (np.: str. 42, 83, 87), czy edycyjnych (np.: str. 52, 58, 82), to generalnie pod względem edycyjnym pracę oceniam także bardzo wysoko, jako przygotowaną z dużą starannością i pietyzmem.

Podsumowując merytoryczną ocenę pracy doktorskiej pana mgr inż. Damiana Błażeja Badory stwierdzam, że prezentuje ona wysoki poziom naukowy, obejmuje ogromną liczbę danych uzyskanych, przeanalizowanych i omówionych przez doktoranta. Praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w zakresie badań nad skutkami zmian klimatycznych i praktykami adaptacyjnymi w kontekście potrzeb wodnych rolnictwa. Doktorant wykazał w niej najistotniejsze z punktu widzenia tych potrzeb, negatywne skutki zmian klimatycznych i wskazał, które z działań i w jakim stopniu mogą te negatywne skutki łagodzić. Część uzyskanych wyników ma także znaczenie użyteczne. Realizując dysertację doktorant wykazał się umiejętnością organizacji warsztatu badawczego, doбором właściwych do osiągnięcia celu metod badawczych, swobodą korzystania ze współczesnych aplikacji, krytyczną analizą danych z wykorzystaniem narzędzi statystycznych. Wszystko to potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Doktorant wykazał się także ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Wskazują na

to zarówno przegląd literatury zawarty w autoreferacie jak i krytyczne wstępy z licznymi cytowaniami artykułów naukowych. Świadczą o tym także obszerne dyskusje uzyskanych wyników, odnoszące się do aktualnych wyników badań zaczerpniętych z opublikowanych prac badawczych innych autorów, jak również sposób interpretacji własnych danych i wnioskowanie.

### **Podsumowanie i wniosek końcowy**

Przedłożoną do recenzji rozprawą doktorską na temat „Ocena skuteczności praktyk adaptacji rolnictwa do zmian klimatu w różnych scenariuszach scaleń gruntów w aspekcie bilansu hydrologicznego” mgr inż. Damian Błażej Badora wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną w zakresie dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Doktorant wykazał się także umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Praca ta stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w zakresie badań nad skutkami zmian klimatycznych i praktykami adaptacyjnymi w kontekście potrzeb wodnych rolnictwa i wpisuje się w zakres dyscypliny.

Recenzowaną dysertację stanowi cykl artykułów naukowych. Jak już wspomniano trzy spośród tych prac były wieloautorskie, a w jednej autorami byli doktorant i promotor pracy. Indywidualny udział doktoranta w poszczególnych publikacjach, potwierdzony stosownymi oświadczeniami, jest bardzo wysoki i jednoznacznie wskazuje na wiodącą rolę mgra inż. Damiana Badory przy tworzeniu publikacji stanowiących wspólny cykl. Świadczy o tym także udział doktoranta w tworzeniu koncepcji, metodyki, walidacji i kalibracji modelu, analizach wyników, ich graficznego i tabelarycznego przedstawienia i wnioskowania – wymienione w poszczególnych publikacjach, co pozwala uznać pracę za jego osiągnięcie.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgra inż. Damiana Badory pt.: „Ocena skuteczności praktyk adaptacji rolnictwa do zmian klimatu w różnych scenariuszach scaleń gruntów w aspekcie bilansu hydrologicznego” spełnia wszystkie wymagania stawiane pracom doktorskim, określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2018 poz. 1668) Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Wnoszę do Wysokiej Rady Naukowej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach o dalsze procedowanie, celem nadania stopnia naukowego doktora Panu mgr. inż. Damianowi Błażejowi Badorze.



Rafał Stasik

