



UNIWERSYTET ROLNICZY  
im. Hugona Kollątaja w Krakowie

## Katedra Inżynierii Ekologicznej i Hydrologii Leśnej Wydział Leśny

---

Kraków, 06.04.2025 r.

Dr hab. Inż. Anna Klamerus-Iwan, prof. URK  
Katedra Inżynierii Ekologicznej i Hydrologii Leśnej  
Wydział Leśny  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

### RECENZJA

Rozprawy doktorskiej **mgr inż. Marty Stachowicz** pt.: *„Zintegrowana ocena sytuacji hydrologicznej osuszonych torfowisk oraz analiza skutków ich powtórnego nawodnienia”*

Opracowanej pod kierunkiem: dr hab. Mateusza Grygoruka, prof. SGGW

### Podstawa formalna

Recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie uchwałą nr 15/IŚGE-2024/2025 z dnia 5 marca 2025 r. informująca o powołaniu mojej osoby na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr. inż. Marty Stachowicz.

### **Wprowadzenie**

Praca ma charakter łączący badania podstawowe i aplikacyjne. Badania podstawowe realizowane były głównie w artykułach 2 i 3, w których opracowano nowatorski model sieci bayesowskiej do predykcji poziomu wód podziemnych na torfowiskach na podstawie danych teledetekcyjnych oraz przeanalizowano hydrologiczną odpowiedź torfowisk na działania restytucyjne w protokole BACI.

Badania aplikacyjne zrealizowane w artykułach 1 i 4 dotyczą praktycznych aspektów planowania restytucji torfowisk, w tym: dokumentacji przekształceń sieci hydrograficznej oraz ekonomicznej analizy kosztów i korzyści restytucji na poziomie zlewni transgranicznej.

Takie zestawienie pozwala na stworzenie spójnego, wielkoskalowego podejścia do zarządzania tymi ekosystemami, co jest niewątpliwą wartością dodaną pracy.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska składa się z czterech współautorskich publikacji naukowych. We wszystkich publikacjach Doktorantka jest pierwszą autorką, a jej



wiodąca rola w ich powstaniu jest niewątpliwa - szacunki te znajdują potwierdzenie w dołączonych deklaracjach współautorów. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w recenzowanych czasopismach, co świadczy o ich wysokim poziomie merytorycznym oraz konkurencyjności w skali międzynarodowej. Na uwagę zasługuje też walor międzynarodowy i współpraca w ramach projektu Interreg i dane z kilku krajów.

Mocną stroną w mojej ocenie jest interdyscyplinarność badań i połączenie hydrologii, inżynierii środowiska, geoinformatyki oraz ekonomii środowiskowej.

### Ocena rozprawy doktorskiej

Metody zastosowane w rozprawie są **dobrze dobrane, nowoczesne i adekwatne** do postawionych celów badawczych. Na uwagę zasługuje:

1. **Zastosowanie sieci bayesowskich** do predykcji średniego poziomu wód podziemnych w oparciu o dane z satelity Sentinel-1 – metoda ta ma wysoki potencjał aplikacyjny w warunkach braku danych monitoringowych. Zastosowanie klasyfikacji zmiennych i dwóch niezależnych metod walidacji zwiększa wiarygodność wyników.
2. **Analiza w protokole Before-After Control-Impact (BACI)** – rzadko spotykana w badaniach torfowisk, a umożliwiająca jednoznaczną ocenę skuteczności działań.
3. **Dokładna dokumentacja historycznych i współczesnych przekształceń sieci hydrograficznej** – z wykorzystaniem GIS i analiz porównawczych kartografii z kilku okresów, wzbogacona o dane terenowe.
4. **Szacowanie wartości ekonomicznej retencji przy użyciu wskaźników opartych na kosztach budowy zbiorników** – pozwala na efektywne porównanie „naturalnych” i „sztucznych” rozwiązań w zarządzaniu wodą.

Metody zastosowane w rozprawie są rzetelnie opisane, dobrze uargumentowane i oparte na aktualnym stanie wiedzy naukowej.

Wyniki rozprawy doktorskiej potwierdzają zasadność i skuteczność podejmowanych działań restytucyjnych na torfowiskach oraz wskazują na ich istotny potencjał w zakresie



przywracania funkcji hydrologicznych, środowiskowych i społeczno-ekonomicznych tych cennych ekosystemów. Przeprowadzone badania ukazują, że torfowiska niskie i wysokie, pomimo długotrwałego wpływu antropogenicznych presji, w tym przede wszystkim intensywnego odwodnienia i przekształceń sieci hydrograficznej, wciąż zachowują potencjał regeneracyjny – warunkiem jest wdrożenie skutecznych i dostosowanych do lokalnych warunków działań przywracających odpowiedni reżim wodny. Przeanalizowano przekształcenia sieci hydrograficznej Kotliny Biebrzańskiej na przestrzeni dwóch stuleci, wskazując na postępującą kanalizację rzek, prostowanie ich biegu oraz znaczną rozbudowę sieci rowów melioracyjnych. Działania te doprowadziły do silnego zaburzenia stosunków wodnych, a w konsekwencji – degradacji torfowisk. Równocześnie wykazano, że opracowane narzędzia, w tym zwłaszcza model sieci bayesowskiej wykorzystujący dane satelitarne (SAR), mogą stanowić skuteczną i efektywną kosztowo alternatywę dla terenowego monitoringu stanu hydrologicznego torfowisk. Model ten, cechujący się wysoką dokładnością predykcyjną, może służyć jako narzędzie wspierające proces decyzyjny w zakresie planowania ochrony i odtwarzania terenów podmokłych, szczególnie w regionach o ograniczonym dostępie do danych pomiarowych. Z zainteresowaniem odnoszę się do kwestii możliwości zastosowania opracowanego modelu poza obszarem Biebrzańskiego Parku Narodowego. Czy – i w jakim zakresie – Autorka planuje testować jego skuteczność w innych typach torfowisk, odmiennych pod względem genezy, pokrywy roślinnej czy uwarunkowań klimatycznych?

W badaniach terenowych przeprowadzonych na torfowiskach wysokich w Norwegii wykazano, że nawet niewielkie zmiany poziomu wód podziemnych po zablokowaniu odpływu z rowów (rzędu kilku centymetrów) mogą znacząco wydłużyć czas trwania warunków hydrologicznych korzystnych dla funkcjonowania torfowisk. Zwiększenie czasu trwania płytkiego zwierciadła wody sprzyja powrotowi procesów torfotwórczych, ograniczeniu emisji gazów cieplarnianych oraz stabilizacji struktury torfu. Pomimo ograniczonego zasięgu przestrzennego oddziaływania (ok. 17 m od rowu), działania te wykazały wyraźną skuteczność, co stanowi istotny argument za ich szerokim stosowaniem – zwłaszcza tam, gdzie degradacja torfowisk postępuje, a presja klimatyczna wzrasta. Czy zdaniem Autorki obserwowany wzrost poziomu wód podziemnych wskazuje na trwałą zmianę reżimu wodnego, czy też może wymagać dalszego monitoringu w celu potwierdzenia długoterminowej skuteczności działań?



Na poziomie ponadlokalnym – w analizie przeprowadzonej dla zlewni Niemna – udowodniono, że ponowne nawadnianie zdegradowanych torfowisk może mieć wymierny efekt retencyjny, zwiększając zdolność magazynowania wody w skali całego dorzecza nawet o 0,7% rocznego odpływu. Wartość ta, choć wydaje się niewielka, jest znacząca z punktu widzenia zarządzania ryzykiem suszy i powodzi w regionie oraz wspierania tzw. zielonej infrastruktury w krajobrazach rolniczych. Analiza kosztów i korzyści wykazała, że w wielu scenariuszach wartość uzyskiwanej retencji przewyższa nakłady inwestycyjne na restytucję, co podkreśla opłacalność tego typu działań w porównaniu do budowy sztucznych zbiorników wodnych.

Zważywszy na znaczenie torfowisk w przeciwdziałaniu skutkom zmiany klimatu, interesujące byłoby poznanie opinii Autorki na temat możliwości połączenia zaproponowanej metodyki z projekcjami klimatycznymi. Na ile strategiczne – zarówno z perspektywy badawczej, jak i aplikacyjnej – mogłoby być włączenie scenariuszy RCP (Representative Concentration Pathways) lub SSP (Shared Socioeconomic Pathways) w przyszłych analizach, ukierunkowanych na prognozowanie odporności restytuowanych torfowisk na rosnącą zmienność opadów oraz ryzyko suszy?

Podsumowując, wyniki rozprawy wskazują na wyraźny potencjał torfowisk jako elementu strategii zrównoważonego zarządzania zasobami wodnymi i przeciwdziałania skutkom zmiany klimatu. Potwierdzono, że mimo istotnych ograniczeń wynikających z presji historycznych i aktualnych, restytucja torfowisk może przynieść mierzalne i korzystne efekty środowiskowe oraz ekonomiczne. Opracowane metody i modele – w szczególności te wykorzystujące dane teledetekcyjne i probabilistyczne podejścia analityczne – stanowią ważny wkład metodyczny do nauki oraz potencjalne narzędzie wspierające decydentów i planistów w podejmowaniu decyzji w skali lokalnej i regionalnej. Praca wpisuje się tym samym w aktualne priorytety nauki i polityki ochrony środowiska w Europie, przyczyniając się do rozwoju wiedzy i praktyki w zakresie renaturyzacji obszarów podmokłych.



### Wniosek końcowy

Przedłożona rozprawa doktorska to **dojrzała, interdyscyplinarna i nowatorska praca naukowa**, realizująca zarówno cele poznawcze, jak i aplikacyjne. Charakteryzuje się wysokim poziomem merytorycznym, dużym zakresem danych, umiejętnym zastosowaniem narzędzi analitycznych i dużą wartością utylitarną. W mojej ocenie spełnia ona wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim, zarówno pod względem merytorycznym, jak i formalnym, zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.) ponieważ stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i dowodzi dojrzałości naukowej Autorki do samodzielnego prowadzenia prac naukowych i badawczych.

Rozprawa doktorska wnosi istotny wkład do rozwoju dyscypliny *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*. Przede wszystkim poszerza wiedzę na temat skuteczności restytucji torfowisk w warunkach Europy Środkowej i Północnej i proponuje skalowalne podejście do oceny sytuacji hydrologicznej torfowisk.

Dodatkowo łączy narzędzia inżynierskie i przyrodnicze z analizą ekonomiczną, co czyni ją przykładem **zintegrowanego zarządzania środowiskiem**. Praca jako całość może stanowić punkt odniesienia dla przyszłych projektów implementujących polityki klimatyczne i wodne.

Stwierdzam z pełnym przekonaniem, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Marty Stachowicz pt.: „Zintegrowana ocena sytuacji hydrologicznej osuszonych torfowisk oraz analiza skutków ich powtórnego nawodnienia” spełnia wymagania obowiązujących przepisów i wnoszę o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Anne Klomenus-Iwen



RPJ/9690/2025 N  
Data: 2025-04-15

ANCELARIA GŁÓWNA SGGW

2025 -04- 15

WPŁYNĘŁO DNIA -7-

R

(00)659007734586369673



2024

(00)659007734586369673



Poczta Polska

Opłata pobrana

zł gr



ZAPOTWIERDZENIE: ODBIORU  
POLICJA

PRIORITY  
PRIORITY  
PRIORITY

Biurowo Obsługi Nauki

SG-GW w Warszawie

ul. Nowoursynowska 166

02-487 Warszawa

Anna Klemens - Ivan

bydriet being UKR

wt. 29 listopade 464

31-421 Kuelcois