

dr hab. Krzysztof Stereńczak, prof. IBL  
Instytut Badawczy Leśnictwa w Sękocinie Starym  
Zakład Geomatyki

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej **Pana mgra inż. Wojciecha Ciężkowskiego**

pt.: **„Zależność strumieni dwutlenku węgla i pary wodnej od reflektancji ekosystemów mokradłowych na przykładzie doliny Biebrzy”**

Podstawą formalną wykonania recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Środowiska, Górnictwa i Energetyki SGGW w Warszawie z dnia 06.07.2022 r. Rozprawa doktorska Pana mgra inż. Wojciecha Ciężkowskiego wykonana została pod kierunkiem Pana dr hab. Jarosława Chormańskiego, prof. SGGW oraz Pani dr inż. Małgorzaty Kleniewskiej. Przedstawiona do oceny praca jest zwartym opracowaniem liczącym 147 stron. Struktura pracy generalnie jest zgodna z przyjętym standardem.

### **Cel i zakres rozprawy**

Autor podjął się bardzo złożonego i ważnego zagadnienia analizy zależności pomiędzy strumieniami CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O, a reflektancją. Praca dotyczy mokradeł, które pełnią istotną rolę w procesie pochłaniania i magazynowania węgla. Niestety, liczba doświadczeń i danych dla tych obszarów jest bardzo ograniczona. Dlatego podjęty temat jest ważny i wnosi istotny wkład w poznanie złożonego zjawiska modelowania strumieni dwutlenku węgla i pary wodnej ekosystemów mokradłowych.

Praca jest obszerna, wymagała dużego nakładu pracy i poznania wielu różnych metod badawczych. Autor zajął się analizą wielu różnych strumieni, w różnych ujęciach czasowych. Wymagało to od niego skrupulatności w wielokrotnym i różnorodnym przetwarzaniu danych podstawowych.

### **Uwagi, sugestie i polemiki**

W pierwszej kolejności odniosę się do struktury. Jest ona generalnie właściwa, ale według mnie cele pracy powinny być raczej przedstawione po przeglądzie literatury.



Dobrze napisane wprowadzenie, w ramach którego krytycznie odniesiono się do aktualnego stanu wiedzy i wcześniej podjętych prac odpowiednio motywuje zasadność podjęcia określonego tematu badawczego. W opracowaniu Autor umieścił cele pracy (a dokładnie pytania badawcze) od razu po krótkim, 4 – stronicowym, wstępie. Moim zdaniem pytanie drugie, postawione przez Doktoranta, jest dość oczywiste, stąd nie do końca jest dla mnie jasna jego zasadność. Pozostałe pytania są zasadne i poprawnie sformułowane. W pracy nie znalazłem postawionych wprost hipotez badawczych, co uważam za niedociągnięcie. Można je co prawda wyczytać w kilku miejscach, ale w pracy naukowej raczej czytający nie powinien się ich domyślać.

Przegląd literatury jest obszernym rozdziałem liczącym 36 stron. Autor opisuje w nim znaczenie mokradeł w obiegu wody i węgla oraz przybliża metodyczne rozwiązania dotyczące różnych elementów związanych z metodyką pracy. Opisuje również dotychczasowe doświadczenia w badaniach siedlisk mokradłowych. Moim zdaniem przegląd jest trochę za długi. Poza tym częściowo opisuje metodykę. Do tego rozdziału mam kilka sugestii i drobnych uwag:

- na stronie 11 w rozdziale „Rola mokradeł w obiegu wody” zabrakło informacji o tym, jaką powierzchnię mokradła faktycznie zajmują, a to dzięki temu moglibyśmy lepiej zrozumieć istotę problemu podejmowanego w pracy;
- w wielu miejscach, nie tylko w przeglądzie literatury niestety, jest wiele błędów językowych, „wiszących” pojedynczych liter na końcu wierszy, tytułów ze skrótami (ekstremalne przypadki to np. tytuły podrozdziałów 2.4.1. - 2.4.4. – wzory chemiczne związków lub angielskie skróty terminów użytych w pracy), używanie w liczbach kropek zamiast przecinków czy używanie w symbolach pierwiastków cyfr raz z, a raz bez indeksu dolnego, i in. Sugeruję poddanie pracy dobrej redakcji technicznej i korekcie językowej;
- zbyt słabo wybrzmiało, dlaczego zagadnienie podjęte przez doktoranta jest na tyle istotne, by się nim zająć. Myślę, że dedykowany akapit na końcu przeglądu literatury mógłby w tym pomóc;

Metodyka badań została opisana w rozdziale pt. „Badania własne”. W niej Autor opisuje kolejne kroki przetworzenia danych naziemnych z pomiarów wirów i pomiarów spektrometrycznych. Całość rozdziału jest szczegółowa i jednocześnie obrazuje ogrom pracy jaki doktorant wykonał. Moje uwagi i pytania do tego rozdziału:

- w tabeli 3.1. widzimy długie okresy bez danych – czy miało to wpływ na uzyskane wyniki?
- na mapie na rysunku 3.1. widzimy obszar badawczy, czy usytuowanie obszaru oraz odległości do różnych form pokrycia terenu mogły zakłócać wyniki pomiarów (głównie chodzi mi o rzekę), jeśli tak to jak?;



- na rysunku 3.2. są skróty, które nie zostały wyjaśnione w opisie rysunku. Sugeruję weryfikację w trakcie druku wszystkich rysunków i tabel, gdyż powinny być one w taki sposób zaprojektowane i opisane, aby nie trzeba było w tekście wyszukiwać tłumaczeń symboli i skrótów – krótko mówiąc, by rysunek czy tabela i jej opis wyjaśniały to czego one dotyczą;
- w metodyce opisywane są kolejne kroki i w wielu miejscach wskazywana jest konkretna metoda np. wykonania poprawek czy kontroli jakości. Zabrakło mi jednak uzasadnienia, na jakiej podstawie określona metoda została wybrana – czy był to efekt wcześniejszego testu, wiedzy eksperckiej (jeśli tak to czyjej) czy może efekt analizy literatury; tu prosiłbym o doprecyzowanie;
- w tabeli 3.2. są podane liczby pomiarów wykorzystanych w analizach – jaki odsetek wszystkich pomiarów wykonanych w tym okresie stanowią te wykorzystane w pracy?
- w pracy wykorzystano dość standardowe metody modelowania (regresja jedno i wieloczynnikowa). Dlaczego nie zastosowano innych narzędzi statystycznych radzących sobie doskonale z dużymi zbiorami zmiennych opisujących (BRT, RF, DL itd.)?
- w pracy zastosowano oryginalne wartości pozyskane spektrometrem. Dlaczego nie zastosowano np. wskaźników wegetacyjnych, transformacji MNF lub PCA? Czy wydaje się Autorowi, że mogłyby one poprawić wyniki?
- czy w regresji przeanalizowano rozkłady poszczególnych zmiennych i jak poradzono sobie ze współliniowością zmiennych? Czy w ogóle współliniowość jakichś wartości pomiarów spektralnych występowała?
- dlaczego do wyboru najistotniejszych kanałów nie wybrano metod statystycznych oceniających wpływ poszczególnych zmiennych na modelowaną zmienną?
- czy uzupełnienia danych mogły mieć wpływ na wyniki analiz?

Rozdział pt. „Wyniki” jest bardzo długi i ma 69 stron. Jest bardzo szczegółowy i dokumentuje każdą wykonaną analizę. Moją główną uwagą do tego rozdziału jest właśnie jego obszerność. Wydaje mi się, że Autor mógł krytycznie spojrzeć na efekty analiz i zastanowić się nad tym, w jaki sposób i co przedstawić tak, by syntetycznie podejść do prezentacji wyników. Możliwym rozwiązaniem mogło być zastosowanie rycin przedstawiających wyniki dla kilku wariantów. Zmniejszyłoby to znacząco objętość rozdziału. Ważnym elementem do rozważenia jest kwestia doboru skali osi OY w większości prezentowanych wykresów. Trzymanie się jednej skali spowodowało, że w wielu przypadkach rysunek jest nieczytelny.

Rozdział pt. „Dyskusja” kończy pracę i podzielony jest na kolejne części odnoszące się do wyników. Generalnie jest on dobrze napisany włącznie z odniesieniami do



wcześniejszych prac, lecz brakuje mi głębszego zastanowienia się i odpowiedzi przy każdym aspekcie na pytanie: dlaczego?; np.: Dlaczego miary jakości dla poszczególnych wariantów różnią się od siebie? Co na to wpływa i jakie ma to znaczenie np. z praktycznego punktu widzenia, itd.? Dodatkowo w dyskusji zabrakło mi krytycznego spojrzenia na to, co zostało zrobione. Co można było wykonać lepiej lub które elementy pracy są jej silną stroną itp. Wydaje mi się również, że wartością dodaną mogłoby być wskazanie dalszych kierunków badań.

Autor sformułował trzy wnioski oraz trzy „myśli podsumowujące”. Wnioski odnoszą się bezpośrednio do pytań zadanych na początku pracy. Są one generalnie dobrze sformułowane. Wniosek 2 moim zdaniem zawiera pewne elementy dyskusji i można rozważyć ewentualne jego skrócenie. Trzy „myśli podsumowujące” umieszczone za wnioskami mają charakter podsumowania, ewentualnie rozszerzenia wniosków o praktyczne wytyczne. Oznacza to, że Autor poza wykonaną pracą, próbował zastanawiać się nad praktyczną implikacją jej wyników.

### **Podsumowanie**

Osiągnięcie naukowe przedstawione do recenzji prezentuje dobry poziom. Podoba mi się, że Autor generalnie pomimo złożoności pracy dobrze ustrukturyzował całość. Dzięki temu czytelnik szybko może poruszać się po pracy, a powtarzanie podobnego schematu opisu prac w metodyce, wynikach i dyskusji ułatwia analizę kolejnych rozdziałów. Wskazane uchybienia czy niedociągnięcia nie wpływają na ogólną ocenę pracy. Podsumowując stwierdzam, że dysertacja jest cennym opracowaniem z zakresu szeroko rozumianego modelowania strumieni dwutlenku węgla i pary wodnej w ekosystemach mokradłowych. Autor pracy wykazał umiejętności w zakresie teledetekcji, zdolności analizy dużych zbiorów danych i wiedzę w zakresie ekologii mokradeł.

Praca Pana mgra inż. Wojciecha Ciężkowskiego jest opracowaniem spełniającym wymogi rozprawy doktorskiej zgodnie z obowiązującym prawem, dlatego wnioskuję o dopuszczenie Pana mgra inż. Wojciecha Ciężkowskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Sękocin Stary, 20 października 2022 r.

