



Olsztyn, dnia 10 lutego 2026 r.

dr hab. Mirosław Grzybowski, prof. UWM
Katedra Turystyki, Rekreacji i Ekologii
Wydział Geoinżynierii
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Ul. Oczapowskiego 5
10-719 Olsztyn

Tel. 501 540 946

e-mail: grzybomi@uwm.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Ewy Zaniewskiej

pt. „Homogenizacja biotyczna roślinności zasiedlanej przez nawłóć późną *Solidago gigantea* L. na przykładzie terenów rolnych doliny rzeki Pilicy”

(Biotic homogenization of vegetation colonized by *Solidago gigantea* L. on the example of agricultural areas in the Pilica River valley)

Rozprawa doktorska wykonana w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, w Instytucie Inżynierii Środowiska,

pod kierunkiem dr hab. Piotra Sikorskiego, prof. SGGW, Katedra Kształtowania Środowiska i Teledetekcji

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą formalną opracowania niniejszej recenzji jest decyzja (powołanie) Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, podjęta na posiedzeniu w dniu **17.12.2025** r., przekazana pismem Przewodniczącej Rady Dyscypliny dr hab. inż. Agnieszki Karczmarczyk, prof. SGGW z dnia **18.12.2025** r.

Podstawę prawną recenzji stanowi ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. **Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce** (tekst jednolity: Dz. U. z 2024 r., poz. 1571, z późn. zm.). Zgodnie z art. 187 tej ustawy rozprawa doktorska powinna m.in. prezentować ogólną wiedzę teoretyczną kandydata, potwierdzać umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz

stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego (lub oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników badań własnych).

Mając powyższe na uwadze, przy ocenie rozprawy przyjęto następujące kryteria:

- Ocena problematyki i celów pracy, w tym zasadności i aktualności tematu;
- Ocena struktury, spójności oraz strony formalno-redakcyjnej rozprawy;
- Ocena merytoryczna rozprawy (rdzeń recenzji), w tym: ocena metodyki badań i poprawności analiz; oryginalność rezultatów; klarowność prezentacji; kompletność analiz; adekwatność do hipotez/celów; ocena wyników, dyskusji i stopnia rozwiązania problemu oraz odniesienia do literatury; interpretacje, ograniczenia badań i uogólnienia (na ile uprawnione).

Recenzja zakończona została konkluzją.

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Ewy Zaniewskiej pt. „Homogenizacja biotyczna roślinności zasiedlanej przez nawłóć późną *Solidago gigantea* L. na przykładzie terenów rolnych doliny rzeki Pilicy” (tytuł angielski: “Biotic homogenization of vegetation colonized by *Solidago gigantea* L. on the example of agricultural areas in the Pilica River valley”), przygotowana w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytucie Inżynierii Środowiska. Rozprawa została wykonana pod kierunkiem dr hab. Piotra Sikorskiego, prof. SGGW; w udostępnionych materiałach nie wskazano promotora pomocniczego.

3. Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa ma układ monograficzny i liczy 124 strony. Zawiera klasyczne elementy porządkujące: Streszczenie, rozdziały 1–7 (Wstęp; Cel; Metody badań; Wyniki; Dyskusja; Podsumowanie i wnioski; Bibliografia) oraz Załączniki.

Streszczenie. W streszczeniu Autorka syntetycznie osadza problem inwazji biologicznych jako jednego z kluczowych zagrożeń dla bioróżnorodności, wskazuje *Solidago gigantea* jako gatunek o wysokim sukcesie inwazyjnym w Polsce oraz precyzuje, że wpływ tego gatunku na roślinność jest nadal niewystarczająco rozpoznany – szczególnie w ujęciu wieloskalowym i w kontekście homogenizacji biotycznej oraz odporności zbiorowisk.

Rozdział 1. Wstęp. Rozdział wprowadzający porządkuje tło teoretyczne i problemowe pracy. Autorka omawia m.in. pojęcie **homogenizacji biotycznej** (w tym jej formy oraz zależność od

skali przestrzennej) i wskazuje zasadność stosowania miar podobieństwa (różnorodność beta) w badaniach tego procesu.

Następnie przedstawia doliny rzeczne jako obszary o wysokiej różnorodności biologicznej, charakteryzujące się mozaikową strukturą krajobrazu i relatywnie wysokim stopniem naturalności, co uzasadnia wybór tego typu krajobrazu jako „laboratorium” dla analiz inwazji.

Rozdział 2. Cel. Rozdział ma charakter stricte projektowy: zawiera cel główny i cele szczegółowe, porządkując logikę badań wokół trzech osi: (i) preferencje i uwarunkowania środowiskowe ekspansji, (ii) wpływ na różnorodność roślinności oraz homogenizację/dyferencjację, (iii) „efektywność” nawłoci i jej związki z warunkami siedliskowymi oraz reakcją roślinności.

Rozdział 3. Metody badań. Rozdział metodyczny jest rozbudowany i podzielony na bloki odpowiadające celom pracy. W części **3.1** Autorka charakteryzuje **obszar badań** jako fragment doliny Pilicy między Domaniewiczami a Białobrzegami (ok. 35 km długości, 145 km²) wraz z kontekstem fizjograficznym (m.in. formy i osady dolinne, elementy hydrologii/geomorfologii, cechy użytkowania). W części **3.2** opisano metody badań preferencji ekologicznych nawłoci w krajobrazie (w tym kartowanie stanowisk i budowę bazy danych przestrzennych), z wykorzystaniem **QGIS/QField** oraz zestawu zmiennych środowiskowych/strukturalnych przygotowanych do analiz statystycznych (m.in. transformacje i standaryzacja zmiennych udziałowych). W części **3.3** Autorka przedstawia schemat i procedury oceny wpływu nawłoci na różnorodność roślinności: porównania parowe fragmentów zajętych i niezajętych przez *Solidago*, analizy w kilku skalach (od poletek 1 m²), obliczanie wskaźników różnorodności alfa (Taxa_S, Shannon H', Pielou J) oraz beta (Jaccard, Bray–Curtis) i zastosowane testy nieparametryczne (m.in. Wilcoxon, Kruskal–Wallis z testami post hoc). W części **3.4** opisano metody badań „efektywności” nawłoci (dobór stanowisk, wieloletnie prace terenowe 2018–2021, transekty 6×1 m, rozdzielenie części zajętej i kontrolnej) oraz podejście do analizy zmian w miarach nawłoci i różnorodności alfa w zależności od przybliżonego czasu zasiedlenia (grupy S1–S3).

Rozdział 4. Wyniki. Rozdział wynikowy jest logicznie zorganizowany w trzy podrozdziały odpowiadające blokom metodycznym. W części **4.1** przedstawiono dynamikę rozmieszczenia i modele preferencji (osobno dla obecności i dla pokrycia) w badanym odcinku doliny Pilicy. W części **4.2** zaprezentowano wyniki dotyczące wpływu nawłoci na różnorodność roślinności: w obrębie poletek (z wyłączeniem *Solidago*) stwierdzono łącznie 166 gatunków, a inwazja powodowała spadek bogactwa gatunkowego i H' Shannona w większości typów roślinności i skal, z relatywnie odmienną reakcją zbiorowisk okrajkowych/nadrzecznych; wykazano też zróżnicowanie pokrycia nawłoci między typami roślinności. W części **4.3** pokazano zależności pomiędzy zmiennymi środowiskowymi a miarami efektywności nawłoci (m.in. dodatni wpływ

żywności i specyficzny, przeważnie ujemny wpływ cech siedlisk nadrzecznych na większość miar) oraz dynamikę zmian pokrycia i zagęszczenia w czasie od zasiedlenia (S1–S3).

Rozdział 5. Dyskusja. Dyskusja jest prowadzona w trzech częściach: preferencje ekologiczne w krajobrazie doliny Pilicy (5.1), wpływ na różnorodność roślinności (5.2) oraz efektywność nawłoci i jej relacje z różnorodnością alfa (5.3). W tekście Autorka interpretuje wyniki w odniesieniu do mechanizmów konkurencji i warunków siedliskowych, wskazując m.in. znaczenie żyzności dla sukcesu inwazyjnego oraz relatywnie wysoką odporność zbiorowisk nadrzecznych, a także konsekwencje sąsiedztwa różnych typów roślinności w dolinach rzecznych dla decyzji zarządczych dotyczących kontroli nawłoci.

Rozdział 6. Podsumowanie i wnioski. Rozdział zawiera syntetyczne, numerowane wnioski oparte na przeprowadzonych analizach: m.in. wskazanie, że badany odcinek doliny Pilicy pozostaje w fazie inwazji, której początki związane są z transportem wzdłuż koryta rzeki; podkreślenie roli kombinacji zróżnicowania rzeźby (TRI) i struktury/użytkowania roślinności dla kolonizacji; wykazanie negatywnego wpływu na różnorodność alfa w trzech skalach; dominację procesu dyferencjacji biotycznej (z wyjątkiem okrajków nadrzecznych) oraz znaczenie żyzności i specyfiki siedlisk nadrzecznych dla miar efektywności i tempa rozrostu wegetatywnego.

Rozdział 7. Bibliografia. Rozdział zawiera 158 numerowanych pozycji literatury, stanowiących podstawę osadzenia pracy w stanie badań i interpretacji wyników.

Załączniki. Końcowa część pracy obejmuje załączniki (materiały uzupełniające do analiz i wyników), wyodrębnione po bibliografii.

4. OCENA PROBLEMATYKI I CELÓW PRACY, W TYM ZASADNOŚCI I AKTUALNOŚCI TEMATU

Tematyka rozprawy dotyczy **inwazji biologicznych** – zjawiska wskazywanego jako jedno z najpoważniejszych współczesnych zagrożeń dla bioróżnorodności, szczególnie istotnego w warunkach szybkich zmian klimatycznych i przekształceń użytkowania ziemi. Autorka trafnie osadza badania w aktualnych trendach ochrony przyrody, podkreślając przejście od podejścia „eliminacyjnego” do **adaptacyjnego zarządzania ryzykiem ekologicznym**, które wymaga rozpoznania podatności różnych typów zbiorowisk na presję gatunków obcych.

Wybór gatunku modelowego – **nawłoci późnej *Solidago gigantea*** – jest merytorycznie uzasadniony: w pracy wskazano, że należy ona do roślin osiągnęły wysoki sukces inwazyjny w Polsce, a jednocześnie jej wpływ na roślinność pozostaje **niewystarczająco rozpoznany**, zwłaszcza w ujęciu **wieloskalowym** i w kontekście procesów **homogenizacji biotycznej**. Autorka identyfikuje także lukę dotyczącą tempa ekspansji gatunku w różnych typach zbiorowisk oraz mechanizmów warunkujących odporność roślinności.

Za uzasadniony należy uznać również dobór obiektu badań. Autorka wskazuje, że **zmiany w strukturze użytkowania krajobrazu (m.in. porzucanie działalności rolniczej)** mogą sprzyjać dalszej ekspansji nawłoci, a dolina Pilicy – jako przykład nieuregulowanej nizinnej rzeki z mozaiką obszarów silnie opanowanych i jeszcze wolnych od inwazji – stanowi „naturalne laboratorium” do analizy **przyczyn, mechanizmów i skutków** rozprzestrzeniania się *S. gigantea* w skali krajobrazu doliny rzecznej.

Cel główny został sformułowany jednoznacznie: określenie dynamiki i wzorców rozprzestrzeniania się *S. gigantea* w krajobrazie doliny rzecznej oraz – przede wszystkim – ocena jej wpływu na roślinność, w tym na proces homogenizacji biotycznej.

Cele szczegółowe tworzą spójną, logiczną sekwencję: (1) identyfikacja uwarunkowań rozmieszczenia i obfitości gatunku w skali krajobrazu, (2) ocena wpływu na różnorodność roślinności i homogenizację biotyczną w reprezentatywnych typach zbiorowisk nieleśnych, (3) analiza zależności pomiędzy zmiennymi środowiskowymi a wskaźnikami „efektywności” *S. gigantea* oraz dynamiką jej rozrostu wegetatywnego i powiązaniem z miarami różnorodności alfa.

W mojej ocenie cele pracy są **aktualne, dobrze uzasadnione i adekwatne do zidentyfikowanej luki badawczej**, a ich konstrukcja ułatwia późniejszą ocenę stopnia realizacji (przejrzyste przyporządkowanie bloków metodycznych do kolejnych celów). Warto jedynie odnotować, że w rozprawie cele zostały sformułowane wprost, natomiast **nie wyodrębniono osobnego zestawu hipotez badawczych** – przy takim układzie pracy nie jest to konieczne, ale ich doprecyzowanie mogłoby dodatkowo wzmocnić „ramę wnioskowania” (zwłaszcza w części dotyczącej homogenizacji/dyferencjacji biotycznej).

5. OCENA STRUKTURY, SPÓJNOŚCI ORAZ STRONY FORMALNO-REDAKCYJNEJ ROZPRAWY

Rozprawa doktorska mgr inż. Ewy Zaniewskiej pt. „Homogenizacja biotyczna roślinności zasiedlanej przez nawłoc późną *Solidago gigantea* L. na przykładzie terenów rolnych doliny rzeki Pilicy” została przygotowana w formie klasycznej monografii naukowej (124 strony).

Już na poziomie „elementów porządkowych” praca ma przejrzysty układ: zawiera m.in. streszczenie w języku polskim oraz *Summary* w języku angielskim, a następnie rozbudowany spis treści, ułatwiający nawigację po tekście.

Struktura zasadnicza jest logiczna i spójna z typowym porządkiem dysertacji przyrodniczo-środowiskowej: część wprowadzająca (rozdz. 1) prowadzi czytelnika od kontekstu problemowego inwazji biologicznych (w tym przeglądu zagadnień dotyczących negatywnych skutków inwazji i rozwoju metod badawczych) do zasadniczych bloków badawczych, po czym następują rozdziały metod i wyników, a następnie dyskusja, podsumowanie oraz wnioski.

Na szczególne podkreślenie zasługuje **konsekwencja kompozycyjna części analitycznej**. Rozdział „Wyniki” (rozd. 4) został uporządkowany w trzy czytelne moduły tematyczne: (i) preferencje ekologiczne nawłoci późnej w krajobrazie doliny Pilicy, (ii) wpływ nawłoci późnej na różnorodność roślinności oraz (iii) efektywność nawłoci i jej związek z różnorodnością alfa.

Taki podział porządkuje materiał empiryczny i porównania między skalami analiz. Co ważne, analogiczny układ zachowano w rozdziale „Dyskusja” (rozd. 5), gdzie wprost odpowiadają sobie bloki 5.1–5.3, co sprzyja spójności narracji i ułatwia weryfikację wniosków względem wyników.

Z perspektywy **przejrzystości metodycznej** dobrze oceniana jest praktyka dołączania obszerniejszych materiałów uzupełniających w formie załączników. W rozprawie zamieszczono m.in. pełne modele (np. GLMM) w tabelach załącznikowych, co wzmacnia transparentność analiz i umożliwia wgląd w „pełny aparat” obliczeń poza głównym tokiem narracji.

Strona formalno-redakcyjna w ujęciu ogólnym jest poprawna: zachowano jednolity schemat numeracji rozdziałów i podrozdziałów oraz klarowną hierarchię nagłówków.

W pracy konsekwentnie stosowana jest nomenklatura, a dwujęzyczne elementy tytułu (polski i angielski) porządkują identyfikację tematu w obiegu międzynarodowym.

Dobór i charakterystyka źródeł. Bibliografia obejmuje 158 numerowanych pozycji, co dokumentuje zarówno zakres kwerendy, jak i oparcie argumentacji na literaturze przedmiotu. Zdecydowanie dominuje literatura anglojęzyczna (około 130 pozycji), obejmująca kluczowe prace z zakresu ekologii inwazji, homogenizacji biotycznej, ekologii krajobrazu oraz źródła metodyczne (w tym narzędzia analityczne i statystyczne). Uzupełnieniem jest około 30 źródeł polskojęzycznych (m.in. opracowania regionalne, prace fitosocjologiczne oraz publikacje/opracowania instytucjonalne), co dobrze osadza badania w realiach krajowych i lokalnych (w tym obszaru doliny Pilicy).

6. OCENA MERYTORYCZNA ROZPRAWY (rdzeń recenzji)

Ocena metodyki badań i poprawności analiz. Metodyka pracy została zaplanowana konsekwentnie w układzie odpowiadającym celom szczegółowym i obejmuje trzy uzupełniające się poziomy analiz: (i) krajobrazowy (rozmszczenie i preferencje siedliskowe *Solidago gigantea*), (ii) zbiorowiskowy (wpływ inwazji na różnorodność alfa i beta w kilku skalach przestrzennych) oraz (iii) quasi-czasowy (dynamika cech „efektywności” nawłoci i jej relacja z różnorodnością alfa). Takie podejście jest merytorycznie adekwatne do problematyki homogenizacji/dyferencjacji biotycznej, której przebieg i kierunek bywa silnie zależny od skali.

W części dotyczącej wpływu nawłoci na różnorodność biologiczną zastosowano poprawny i czytelny zestaw miar różnorodności alfa (**Taxa_S**, **H' Shannona**, **J Pieloua**) oraz różnorodności beta (**Jaccard**, **Bray–Curtis**) i przeprowadzono porównania w kilku skalach (1 m², 4 m² oraz poziom krajobrazu). Dobór testów nieparametrycznych jest w tym układzie uzasadniony; konsekwentnie zastosowano test Wilcozona dla prób zależnych (parowych), a dla porównań między typami zbiorowisk – test Kruskala-Wallisa oraz testy post hoc Manna-Whitneya z korektą Bonferroni. Z punktu widzenia poprawności warsztatu jest to zestaw procedur standardowych i adekwatnych do danych terenowych o rozkładach odbiegających od normalnych.

W module krajobrazowym preferencje siedliskowe oceniono z użyciem modelowania, rozdzielając logicznie model dla samej **obecności** gatunku od modelu dla **pokrycia** (intensywności ekspansji). Rozwiązanie to jest szczególnie trafne w sytuacji „nadmiaru zer” (duża liczba miejsc bez gatunku), a jednocześnie chroni interpretację przed mieszaniem determinant „pojawienia się” z determinantami „dominacji”. W pracy wskazano dobór modeli wg kryterium AIC/AICc, przedstawiono parametry i miary dopasowania (w tym R² marginalne/warunkowe), a w interpretacji odrębnie omówiono uwarunkowania obecności i pokrycia.

W module dotyczącym „efektywności” nawłoci na uznanie zasługuje próba wprowadzenia wymiaru temporalnego poprzez kategoryzację poletek względem przybliżonego czasu zasiedlenia (S1–S3), opartej na zmierzonej średniorocznej prędkości rozrostu wegetatywnego. Pozytywnie należy ocenić to, że Autorka ujawnia założenia (względna stałość prędkości rozrostu w obrębie stanowiska, przybliżenie wieku zasiedlenia dla S2 i S3), co zwiększa transparentność wnioskowania. Zagadnienia wymagające doprecyzowania (m.in. dotyczące doboru prób, hierarchii danych oraz diagnostyki modeli) omówiono w części „Uwagi krytyczne”.

Oryginalność rezultatów i stopień rozwiązania problemu

Oryginalność pracy wynika przede wszystkim z połączenia podejścia wieloskalowego (krajobraz → zbiorowisko → synuzja) z oceną konsekwencji inwazji w wymiarze różnorodności alfa i beta oraz z próbą powiązania tych efektów z parametrami „efektywności” gatunku inwazyjnego. Na tle wielu prac koncentrujących się na pojedynczej skali lub na samych miarach alfa, przedstawione podejście jest ambitne i poznawczo wartościowe.

Wyniki pracy wskazują m.in. na:

- Potwierdzony negatywny wpływ *S. gigantea* na różnorodność alfa w trzech poziomach przestrzennych oraz zróżnicowaną reakcję siedlisk nadrzecznych (słabszy efekt, lokalnie wzrost J Pieloua);

- Przewagę dyferencjacji biotycznej (spadek podobieństwa składu gatunkowego po inwazji) nad homogenizacją w większości typów roślinności i skal, przy wyjątku: homogenizacja w zbiorowiskach okrajków nadrzecznych na poziomie synuzjalnym;
- Wskazanie roli żyzności jako czynnika dodatnio związanego z parametrami efektywności nawłoci (m.in. pokrycie, wysokość pędów, tempo rozrostu) oraz specyficznej roli siedlisk nadrzecznych (ujemny wpływ na większość parametrów przy jednoczesnym wzroście tempa rozrostu), co interpretowane jest jako przejaw podwyższonej odporności tych zbiorowisk.

W mojej ocenie zestaw uzyskanych rezultatów tworzy spójny obraz procesów zachodzących w badanym krajobrazie i w istotnym stopniu realizuje cel pracy.

Klarowność prezentacji i kompletność analiz

Prezentacja wyników jest na ogół czytelna dzięki zachowaniu równoległej struktury (wyniki → dyskusja w trzech odpowiadających sobie blokach). Na plus należy ocenić to, że Autorka explicite rozdziela wnioskowanie dla obecności i pokrycia gatunku, co ogranicza ryzyko nadinterpretacji.

Analizy dotyczące różnorodności alfa i beta są kompletne w tym sensie, że:

- Zastosowano zarówno miary oparte o skład gatunkowy, jak i o obfitość (Jaccard vs Bray-Curtis);
- Wykonano porównania w kilku skalach i dla kilku typów roślinności;
- Sprawdzono zróżnicowanie efektów pomiędzy typami zbiorowisk testami wielogrupowymi.

Adekwatność do hipotez / logika weryfikacji

W rozprawie dominują cele i pytania badawcze, natomiast nie wyodrębniono formalnie zestawu hipotez. W praktyce nie obniża to wartości merytorycznej – metody i analizy są jasno przypisane do celów – jednak z perspektywy rygoru wnioskowania jawne hipotezy ułatwiłyby jednoznaczną ocenę stopnia ich falsyfikacji/potwierdzenia, szczególnie w module homogenizacji/dyferencjacji biotycznej. Warto odnotować to jako sugestię podnoszącą przejrzystość ram interpretacyjnych.

Ocena wyników, dyskusji i odniesienia do literatury; interpretacje i ograniczenia

Dyskusja jest prowadzona rzeczowo i odnosi wyniki do literatury, w tym do koncepcji interpretacji zmian różnorodności beta jako homogenizacji lub dyferencjacji. Jednocześnie Autorka nie pomija alternatywnych wyjaśnień: wskazuje m.in., że spadek podobieństwa może być związany również ze zmianami sukcesyjnymi – co stanowi ważny „bezpiecznik” przed zbyt daleko idącą atrybucją efektów wyłącznie inwazji.

Uogólnienia – na ile uprawnione

Uogólnienia Autorki są na ogół ostrożne i oparte na danych z badanego odcinka doliny Pilicy. Wnioski dotyczące roli żyzności i specyfiki siedlisk nadrzecznych jako czynników modyfikujących efektywność inwazji można traktować jako hipotezy dobrze podparte empirycznie, możliwe do weryfikacji w innych dolinach rzecznych, choć wymagające sprawdzenia w odmiennych układach hydromorfologicznych i użytkowania terenu. Zasadne jest również utrzymanie ostrożności w przypisywaniu obserwowanych zmian wyłącznie inwazji, ze względu na potencjalne współoddziaływanie inwazji i sukcesji oraz możliwą niejednoznaczność wnioskowania o homogenizacji zależnie od skali i metryki.

Szczegółowe uwagi krytyczne oraz pytania do Autorki przedstawiono w końcowej części recenzji.

Uwagi krytyczne (od najważniejszych do bardziej szczegółowych)

1. Reprezentatywność doboru stanowisk (ryzyko selekcji): dobór lokalizacji oparty na rozpoznaniu terenowym i „materiałach własnych” może sprzyjać preferencyjnemu wykrywaniu większych płatów lub miejsc łatwo dostępnych. Warto jednoznacznie opisać kryteria doboru oraz sposób ograniczania błędu wykrywalności/ dostępności.
2. Zagnieżdżona struktura danych a niezależność obserwacji (pseudoreplikacja): układ poletka → bloki → płyty/stanowiska → typ roślinności wskazuje na hierarchiczność danych, której testy nieparametryczne nie modelują *explicite*. Należy doprecyzować, jakie jednostki traktowano jako niezależne oraz czy weryfikowano, na ile wyniki są odporne na to założenie.
3. Autokorelacja przestrzenna w analizach krajobrazowych: efekt losowy (np. związany z jednostką administracyjną) nie zastępuje testowania/modelowania autokorelacji przestrzennej. Przy danych krajobrazowych warto jednoznacznie wskazać, czy sprawdzano autokorelację przestrzenną (np. w resztach modeli; statystyka Morana I lub analiza semiwariogramu) oraz – w razie jej stwierdzenia – czy rozważono uwzględnienie struktury przestrzennej w modelu (jak wpływa ona na wiarygodność estymacji efektów zmiennych środowiskowych)¹.
4. Selekcja zmiennych w modelach (p-value + AIC/AICc): łączenie eliminacji zmiennych na podstawie p z doбором wg AIC/AICc może prowadzić do niestabilności modeli. Warto uzasadnić przyjętą strategię i rozważyć przedstawienie zestawu modeli kandydujących (lub wag Akaike’a) dla głównych wniosków.
5. Diagnostyka modeli GLMM/LMM: w pracy wskazano elementy diagnostyki dla modeli liniowych (LM/LMM), natomiast warto doprecyzować, czy przeprowadzono diagnostykę właściwą dla GLMM (np. ocenę nadmiernej dyspersji *overdispersion*, obserwacji

¹ Chodzi o sprawdzenie, czy „błędy” modelu (reszty) albo sama zmienna objaśniana mają strukturę przestrzenną – czyli czy punkty leżące blisko siebie są do siebie bardziej podobne niż wynikałoby to z przypadku. Jeśli tak, to klasyczne założenie niezależności obserwacji jest naruszone i część wniosków (błędy standardowe, istotność efektów) może być zbyt optymistyczna. W krajobrazie wiele zmiennych (użytkowanie, wilgotność, rzeźba terenu, roślinność) jest przestrzennie uporządkowanych, więc też obecność/pokrycie nawłoci bywa uporządkowane. Jeśli model tego w pełni nie przechwytuje, reszty mogą być skorelowane przestrzennie. Wtedy: testy istotności w modelu mogą „zawyżać” pewność; część zależności może wynikać z samego „układu przestrzennego”, a nie czystego wpływu zmiennych.

- wpływowych, analizę reszt/dopasowania). Jest to szczególnie istotne przy interpretacji efektów o granicznej istotności.
6. Operacjonalizacja homogenizacji/dyferencjacji biotycznej: wnioski sformułowano w oparciu o miary podobieństwa beta (Jaccard/Bray–Curtis). Zasadne byłoby syntetyczne doprecyzowanie, jakie zestawienia (porównania parowe: zasiedlone–kontrolne; porównania między typami roślinności) stanowią podstawę rozstrzygnięcia o homogenizacji bądź dyferencjacji w poszczególnych skalach (synuzja, zbiorowisko, krajobraz) oraz jak interpretowano wzrost/spadek podobieństwa.
 7. Usunięcie *Solidago* z obliczeń różnorodności: zabieg ten jest metodycznie uzasadniony (ocena komponentu rodzimego), ale wymaga jednoznacznego podkreślenia konsekwencji: wnioski o homogenizacji/dyferencjacji dotyczą głównie roślinności rodzimej, a nie „pełnej wspólnoty”, w której sam gatunek inwazyjny może wpływać na podobieństwo płatów.
 8. Wielkość efektu vs istotność statystyczna: przy wielu porównaniach (różne skale i typy roślinności) warto mocniej akcentować znaczenie ekologiczne wyników poprzez prezentację wielkości efektów (np. różnic median/średnich, przedziałów ufności, ewentualnie miar standaryzowanych), aby uniknąć przeceniania efektów o małej sile (aby ograniczyć ryzyko nadinterpretacji statystycznie istotnych, lecz biologicznie słabych efektów).
 9. Część „quasi-czasowa” (S1–S3) – niepewność rekonstrukcji wieku zasiedlenia: przybliżone wyznaczenie wieku zasiedlenia na podstawie tempa rozrostu wegetatywnego może prowadzić do błędów klasyfikacji; część wniosków czasowych powinna być wyraźnie osadzona jako wnioskowanie eksploracyjne lub hipotezy do dalszej weryfikacji.
 10. Rozdzielenie wpływu inwazji od sukcesji i zmian użytkowania: Autorka słusznie sygnalizuje możliwe współdziałanie inwazji i sukcesji, jednak warto mocniej zaznaczyć, w jakim stopniu przyjęty schemat badań pozwala (lub nie pozwala) rozdzielić te procesy bez danych historycznych/monitoringu długoterminowego.
 11. Uogólnienia na inne doliny rzeczne: wnioski są formułowane ostrożnie, ale warto wyraźnie wskazać warunki brzegowe uogólnień (np. typ doliny, reżim hydrologiczny, intensywność użytkowania, typy siedlisk), aby uniknąć nadmiernego rozszerzania rezultatów poza badany układ.
 12. Drobniejsze kwestie doprecyzowujące: wskazane byłoby podanie w jednym miejscu (np. w metodyce lub w formie krótkiej tabeli) liczby stanowisk/płatów i poletek w podziale na typy roślinności oraz skale analiz, a także informacji, jak postępowano w przypadku nierównoliczności prób (jeśli występowała). Ułatwiłoby to ocenę porównywalności analiz i interpretację wyników między grupami.

Pytania do Autorki na obronę

1. **Operacjonalizacja homogenizacji:** Jak Autorka definiuje homogenizację biotyczną w pracy i jakie konkretne wyniki (w jakiej skali: synuzja/zbiorowisko/krajobraz; dla jakich metryk: np. Jaccard/Bray–Curtis) stanowią rozstrzygający argument za homogenizacją bądź dyferencjacją?

2. **Hierarchiczność danych i niezależność obserwacji:** W jaki sposób Autorka ocenia wpływ zagnieżdżonej struktury danych (poletka–bloki–stanowiska) na wnioskowanie statystyczne? Czy rozważała modelowanie hierarchiczne dla części analiz lub weryfikację odporności wyników na potencjalną pseudoreplikację?
3. **Autokorelacja przestrzenna:** Czy i w jaki sposób sprawdzano możliwość autokorelacji przestrzennej w danych krajobrazowych (obecność/pokrycie *S. gigantea*) oraz w resztach modeli? Jak mogłaby ona wpływać na interpretację wykrytych zależności środowiskowych?
4. **Wyłączenie *Solidago* z analiz różnorodności:** Jak zmieniłyby się wnioski dotyczące homogenizacji/dyferencjacji, gdyby analizować pełną wspólnotę (łącznie z *S. gigantea*), a nie tylko komponent rodzimy? Jak Autorka uzasadnia wybór przyjętego podejścia?
5. **Czas zasiedlenia (S1–S3):** Jakie są główne źródła niepewności w rekonstrukcji wieku zasiedlenia i jak Autorka ocenia ich wpływ na wnioski dotyczące dynamiki „efektywności” nawłoci?
6. **Inwazja a sukcesja i zmiany użytkowania:** Jak Autorka rozdziela (konceptyjnie i metodycznie) efekty inwazji *S. gigantea* od równoległe zachodzących procesów sukcesyjnych i zmian użytkowania terenu? Jakie dodatkowe dane lub podejście badawcze (np. monitoring wieloletni, dane historyczne) najbardziej wzmocniłyby takie rozdzielenie?

7. Konkluzja ostateczna

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Ewy Zaniewskiej pt. „**Homogenizacja biotyczna roślinności zasiedlanej przez nawłoc późną *Solidago gigantea* L. na przykładzie terenów rolnych doliny rzeki Pilicy**” stanowi samodzielne opracowanie naukowe, w którym Autorka podejmuje aktualny i istotny problem badawczy, stosuje adekwatne metody analizy oraz przedstawia wyniki wnoszące wymierny wkład do wiedzy z zakresu ekologii inwazji i zmian różnorodności biologicznej w krajobrazach dolin rzecznych.

W mojej ocenie rozprawa spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz.U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.), w szczególności: prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Autorki w dyscyplinie, potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

W związku z powyższym wnoszę o **dopuszczenie mgr inż. Ewy Zaniewskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego i do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.**



dr hab. Mirosław Grzybowski, prof. UWM