



Warszawa, 29.01.2024 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr Anny Zielińskiej  
pt. Ocena warunków siedliskowych dla inwazyjnych gatunków pluskwiaków  
różnoskrzydłych (Hemiptera: Heteroptera) na terenie Europy, ze szczególnym  
uwzględnieniem Polski

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska została napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Jerzego Lisa, promotora, a także dr. Pawła Domagały, promotora pomocniczego, w Instytucie Biologii na Uniwersytecie Opolskim.

Powyższa rozprawa jest oryginalnym opracowaniem naukowym danych dotyczących występowania w Europie 40 inwazyjnych gatunków pluskwiaków różnoskrzydłych. Zastosowanie metody modelowania niszy ekologicznej pozwoliło doktorantce na polaryzację i wskazanie obszarów o największym prawdopodobieństwie sukcesu utrwalenia inwazji lub powiększenia obecnego jej zasięgu.

Maszynopis liczy łącznie 466 stron, w tym 537 rycin, 46 tabel oraz 40 wykazów stanowisk.

Rozdział pierwszy to „Wprowadzenie”. W punkcie pierwszym doktorantka zamieściła ogólne omówienie inwazyjnych gatunków obcych (IGO) kładąc nacisk na problematykę prawną i ekonomiczną. Obszerny przegląd przykładów gatunków inwazyjnych obejmuje zarówno zwierzęta, jak i rośliny, koncentrując się głównie na ich negatywnym wpływie na gospodarkę człowieka oraz ponoszonych stratach ekonomicznych. Autorka podkreśliła konieczność badania dróg rozprzestrzeniania się IGO wynikającą z zapisów zawartych w aktach prawnych, jednocześnie dodając uwagę o niskiej skuteczności tzw. migracji nieantropogenicznych. Punkt ten kończy się informacją o Centralnym Rejestrze Danych o IGO oraz podkreśleniem istotności prowadzenia monitoringu gatunków inwazyjnych.

Kolejny punkt „Wprowadzenia” poświęcony jest istocie i metodom ENM (ecological niche modeling), czyli modelowaniu niszy ekologicznej. Po precyzyjnym zdefiniowaniu pojęcia „obszaru” będącego wynikiem modelowania niszy ekologicznej, jako „potencjalnego zasięgu gatunku”, doktorantka krótko nawiązała do historycznych korzeni badań relacji zasięgów, migracji i elementów środowiskowych, a także budowania modeli opisujących powyższe zależności. Na podstawie adekwatnie dobranych opracowań autorka maszynopisu uzasadniła wybór konkretnej metody badawczej, która została przedstawiona w osobnym podpunkcie „Modelowanie niszy ekologicznej z wykorzystaniem programu Maxent”. W tabeli 1 autorka maszynopisu stosuje nazwę „metoda maksymalnej entropii (Maxent)”, a na stronie 14 pisze „w niniejszej pracy wykorzystano metodę korelacyjną, mianowicie oprogramowanie Maxent 3.4.1”. Metoda i oprogramowanie to dwa różne pojęcia. Rozdzieliłbym pojęcie „Maxent” jako jednej z metod ENM od oprogramowania „Maxent 3.4.1” wykorzystującego algorytm oparty o zasadę maksymalnej entropii. W literaturze fachowej najczęściej spotyka się pisownię „MaxEnt”, z towarzyszącymi określeniami: program, metoda, algorytm, model. Wymienne traktowanie tych określeń nie do końca jest prawidłowe. Opis interpretacji algorytmu wraz z załączonymi wzorami zapewne zaciekawi matematyków, jednak w podjętych badaniach jego zamieszczenie i analiza nie mają istotnego znaczenia. Tym bardziej, że doktorantka wybierając opcję „cloglog” (funkcja łączenia komplementarnego logarytmiczno-logarytmiczna w ogólnym modelu liniowym GLM) powołuje się na zalecenia podane w literaturze (Phillips i in., 2017) [na stronie 14 w pisowni nazwiska Phillips wypadło jedno I]. Również wybór metody i zastosowanie programu Maxent w analizie danych zawartej w doktoracie wynika z zaleceń opublikowanych przez innych badaczy.

W trzecim, ostatnim, punkcie „Wprowadzenia” zatytułowanym „Inwazyjne gatunki pluskwiaków różnoskrzydłych (Hemiptera: Heteroptera) w Europie” doktorantka przedstawia ogólne dane na temat budowy i trofizmu badanej grupy owadów, a także omawia ich negatywne znaczenie gospodarcze. Podany jest jeden przykład pozytywny dla działalności człowieka – możliwość ograniczenia stosowania pestycydów poprzez wykorzystywanie drapieżnych pluskwiaków. Doktorantka, chyba podświadomie, posługuje się modelem badanych owadów, które oceniane są tylko przez pryzmat bezpośrednich szkód lub korzyści jakie przynoszą człowiekowi, trochę zagubił się motyw ich naturalnego funkcjonowania w przyrodzie, naturalnych procesów migracji, zmian liczebności etc. etc. Zbudowany został już na wstępie aksjomat, że IGO to obiekty, które „zagrażają obszarom”, na których pojawią się. Stąd w akapicie określającym cele pracy podkreślono, że wyniki przedstawionych badań mają służyć



instytucjom i specjalistom „w monitoringu i zwalczaniu inwazyjnych gatunków Heteroptera”. Sądę, że doktorantka niepotrzebnie zawężyła krąg odbiorców wyników jej badań. Najpewniej opublikowane w przyszłości efekty jej analiz będą wykorzystywane nie tylko do zwalczania gatunków uznanych za inwazyjne, ale również w badaniach różnych aspektów procesów populacyjnych zachodzących w środowisku. Wskazują na to przytoczone w pracy dane dotyczące pluskwiaków europejskich, gdzie liczba gatunków zaliczonych do inwazyjnych stanowi już 1.7%. Ich introdukcja uważana jest za przypadkową, mającą głównie związek ze sprowadzaniem roślin ozdobnych. Stąd z całą pewnością niezwykle ważnym aspektem przyszłych badań IGO będzie określenie liczebności i zasięgu występowania tych gatunków oraz innych parametrów traktowanych jako procesy zachodzące w środowisku naturalnym.

Doktorantka starannie przygotowała dane i metody ich analiz. Jest świadoma założeń i procedur stosowanych metod, co podkreśla pisząc na stronie 12: „bez odpowiedniego przygotowania danych, wyboru predyktorów, kalibracji modelu i interpretacji danych wyjściowych, wynik modelowania może być niewiarygodny”. W rozdziale „Materiał i metody”, w punkcie pierwszym „Dane o występowaniu” niezwykle starannie przedstawiła źródła i przygotowanie informacji o lokalizacjach 40 gatunków pluskwiaków, które stanowiły przedmiot badań. Szczególnie istotne w badaniach statystycznych są wiarygodne informacje i odpowiednio liczne, poprawnie zweryfikowane próby. Na uwagę zasługuje wykorzystanie oryginalnych danych (doktorantki oraz Promotora), natomiast w przypadku korzystania z takich źródeł jak bazy internetowe np. GBIF (Global Biodiversity Information Facility) byłbym bardziej ostrożny. Oznaczenie materiałów, poprawność interpretacji nazw lokalizacji (nie zawsze mamy podane współrzędne geograficzne), a także stosowane dla pluskwiaków nazewnictwo wymagają dokładnej weryfikacji, co w większości przypadków jest możliwe poprzez sprawdzenie wiarygodności oryginalnego źródła informacji (publikacji, kolekcji, wprowadzającego dane). Liczba wykorzystanych informacji o występowaniu IGO jest imponująca, biorąc pod uwagę zarówno obszar, jak i liczbę gatunków. Wyjściowe dane, liczące 174 704 lokalizacje, zostały poddane redukcji autokorelacji przestrzennej, w wyniku której uzyskano 28 931 stanowisk wykorzystanych do dalszych analiz. W zasadzie były to już wyniki pierwszych analiz, ale ich wyjściowy charakter usprawiedliwia umieszczenie ich w rozdziale „Materiał i metody”, tym bardziej, że były to procedury automatycznie wykonywana przy użyciu standardowego narzędzia SDMtoolbox 2.4. Doktorantka wykorzystwała w modelowaniu warstwy korygujące utworzone dla poszczególnych gatunków, a po przetestowaniu ENM ustaliła, że najlepsze rezultaty osiągała przy wyborze odległości równej 0,5 stopnia dziesiątego.

W kolejnych punktach rozdziału „Materiał i metody” zostały zaprezentowane metody analiz i testy np. współistotność predyktorów oraz tabele zawierające zmienne środowiskowe wykorzystane podczas modelowania niszy ekologicznej, strefy klimatyczne, typy gleb. Wynikiem analiz były wybrane zmienne środowiskowe wyfiltrowane na podstawie kolejnych redukcji nieistotnych zmiennych, przy wykorzystaniu współczynników (AUC i AICc) istotności statystycznej poszczególnych zmiennych w modelu. Uważam, za niezwykle ważne włączenie przez doktorantkę do oceny warunków siedliskowych IGO predyktorów istotnych z punktu widzenia ich biologii (wstępnie odrzuconych w analizach statystycznych).

Kolejną procedurą zapobiegającą skutkom uzyskania nadmiernego dopasowania modelu była jego kalibracja, którą przeprowadzono w oparciu o program Maxent. Jedną z możliwości konfiguracji funkcji jest wybór liczby lokalizacji gatunku. To pozwala na zastosowanie programu do swoistych analiz gatunków o dużej różnicy stanowisk – w niniejszej pracy wahała się ona od zbioru liczącego 18 jednostek do 8 494. W przypadku badań taksonomicznych często stosuje się najniższą konfigurację (2-9 stanowisk) i dla takich niskich wartości program ten jest również bardzo efektywny. Tabela 6 ilustruje szczegóły wyboru ustawienia poszczególnych opcji oraz ich opis, a kolejny punkt zawiera wykaz parametrów wyboru modelu. Ostatni punkt tego rozdziału zatytułowany jest „Obróbka graficzna wyników” [może lepiej użyć słowa ‘opracowanie’] i zawiera opis metod, za pomocą których wyniki modelowania zostały przedstawione w formie graficznej jako mapy, a także wykresy.

Najobszerniejszy rozdział 3, „Ocena warunków siedliskowych na terenie Europy dla inwazyjnych gatunków pluskwiaków różnoskrzydłych”, zawiera wyniki badań, które są przedstawione według schematu: (1) skrócona systematyka obejmująca szerebiec infrarzędu, rodziny, gatunku, (2) notatka zawierająca cechy diagnostyczne gatunku, dane biologiczne oraz informacje o rozmieszczeniu w powiązaniu ze źródłami, (3) występowanie w Europie, (4) wyniki modelowania i ocena warunków siedliskowych. Ten ostatni podpunkt ma oparcie w tabeli zawierającej wybrane zmienne środowiskowe w modelowaniu niszy ekologicznej dla danego gatunku. Dane wyników modelowania oraz zmienne środowiskowe opisane są wykresami opatrzonymi obszernymi komentarzami. Ostatni akapit poświęcony jest opisowi „najlepszych warunków siedliskowych w Polsce”, które zostały wskazane poprzez analizę załączonych mapek z naniesionymi poziomami przydatności siedliska w skali od 0 do 1, gdzie przedział powyżej wartości 0,5 uznawany jest za optymalny, a powyżej 0,9 określany jako bardzo wysoki. Zamieszczone elementy graficzne (tabela, wykresy i mapki) oraz komentarze i podsumowania tekstowe uzupełniają się i pozwoliły doktorantce w niezwykle klarowny sposób

przedstawić wyniki modelowania nisz ekologicznych badanych IGO. Przyjęty schemat prezentacji danych umożliwi czytelnikowi dokonanie porównań wyników w odniesieniu do każdego gatunku, a wnioski np. polaryzacja możliwości ekspansji populacji określonego IGO, z łatwością nasuwają się już po wstępnej analizie tekstu. Tym bardziej, że autorka zamieściła akapit omawiający mapy z naniesionymi obszarami poziomu przydatności środowiska, mający formę narracyjną, co jest bardzo przydatnym omówieniem obrazu uzyskanego modelu.

Główny problem badawczy (cel badań) – modelowanie niszy ekologicznej dla inwazyjnych pluskwiaków różnoskrzydłych – mimo opracowania już jakiś czas temu skutecznych metod badawczych, nie był do tej pory podejmowany w tak szerokim zakresie jaki został przedstawiony w dysertacji doktorskiej Pani magister Anny Zielińskiej. Stąd, z jednej strony badania dostarczyły olbrzymi zbiór cennych, oryginalnych wyników, a jednocześnie powstał problem, gdyż stosunkowo duża ilość informacji powinna być poddana odpowiedniej interpretacji. Doktorantka poradziła sobie z tym problemem. Z całą pewnością istotną rolę odegrał fakt, że doktorat był realizowany w zespole naukowym, którego członkowie mają duże doświadczenie badawcze z zakresu taksonomii, faunistyki, ekologii i biologii pluskwiaków różnoskrzydłych. W tym sensie tworzą ośrodek mający tradycje wieloletnich badań z zakresu nauk podstawowych. Stąd można było podjąć tak trudny temat z zakresu nauk stosowanych, mając pewność posiadania prawdziwych danych wyjściowych i możliwość poprawnej interpretacji uzyskanych wyników. W ten sposób statystyczny charakter badań uzyskał walory biologiczne, niezależnie od dominującego antropocentrycznego podejścia do procesów biologicznych, czego symbolem jest używanie wyrażań takich jak „gatunki będące największym zagrożeniem dla Polski”, „najbardziej zagrożone obszary Europy”, „ryzyko inwazji zakończonej sukcesem”, czy też skrót IGO (inwazyjne gatunki obce).

Niezwykle cenna jest świadomość doktorantki konieczności współpracy z szeroko rozumianym środowiskiem amatorskim w ramach tzw. nauki obywatelskiej. Muzeum Historii Naturalnej w Londynie już od kilku dziesięcioleci sformalizowało taką działalność jako projekt „amatorzy dla nauki”. Problemy z oznaczaniem niektórych gatunków pluskwiaków, konieczność wykorzystywania preparatów anatomicznych i/lub metody barkodingu DNA stanowi problem nie tylko dla amatorów, ale również dla naukowców nie mających odpowiedniego doświadczenia i zaplecza badawczego. Realizacja doktoratu w Instytucie Biologii Uniwersytetu Opolskiego była prawidłowym wyborem, a uzyskane wyniki z całą pewnością zostaną wykorzystane przez środowisko naukowe do dalszych badań i analiz.



## Podsumowanie i ocena końcowa.

Doktorantka prezentuje wysoki poziom wiedzy teoretycznej w zakresie realizowanej problematyki badawczej, zarówno jeśli chodzi o metody jak i obiekt badań. Rozdział „Wprowadzenie” wraz z elementami rozdziału „Materiał i metody” mógłby stanowić wyodrębnioną opublikowaną pracę przeglądową. Pracę przydatną w szeroko rozumianych badaniach ekologicznych i taksonomicznych, w tym biologii konserwatorskiej.

Prawidłowa i dobrze skonstruowana forma i sposób przedstawienia problemu badawczego, metod, wyników oraz ich interpretacji i dyskusji pokazują zdolność kandydatki do poprawnego formułowania celów badawczych, prawidłowego doboru metod, prezentacji wyników, czyli samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Przedstawiona do oceny praca doktorska zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, którego wyniki obejmują również zagadnienia związane z działalnością w sferze gospodarczej.

Podsumowując, stwierdzam, że dysertacja pt. „Ocena warunków siedliskowych dla inwazyjnych gatunków pluskwiaków różnoskrzydłych (Hemiptera: Heteroptera) na terenie Europy, ze szczególnym uwzględnieniem Polski” spełnia warunki wymagane dla rozprawy doktorskiej zawarte w art. 187 Ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz. U. z 2022 r. poz. 574, ze zm.)”. W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Uniwersytetu Opolskiego o dopuszczenie Pani mgr Anny Zielińskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Jednocześnie, mając na uwadze wysoki poziom naukowy rozprawy oraz dojrzałość naukową autorki, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy.

Prof. dr hab. Dariusz Iwan

