



UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Biologii  
Instytut Botaniki  
Białowieńska Stacja Geobotaniczna



dr hab. inż. Bogdan Jaroszewicz, prof. ucz.  
Białowieńska Stacja Geobotaniczna  
Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego  
ul. Sportowa 19  
17-230 Białowieża

## **Recenzja** **pracy doktorskiej mgr Mariusza Gławendy** **"Dendroekologiczna analiza przyrostów rocznych** **introdukowanych gatunków drzew leśnych"**

Znajomość biologii gatunków obcych, a zwłaszcza czynników decydujących o kolonizacji przez nie nowych terenów i czynników ograniczających ich rozwój i namnażanie się, jest bardzo istotna zarówno z gospodarczego jak i ekologicznego punktu widzenia. Bez tych informacji nie jest możliwe dokonanie oceny zagrożenia niekontrolowanym rozprzestrzenieniem się gatunku (inwazji) ani dokonanie oceny jego potencjalnej gospodarczej przydatności. W przypadku drzew, bardzo istotnym elementem oceny przydatności gospodarczej jest ich produktywność, która zależy m.in. od ich fizjologicznej reakcji na warunki środowiskowe miejsca introdukcji. Zbadanie czynników wpływających na przyrost drzew poza ich naturalnym zasięgiem jest sporym wyzwaniem, gdyż badacze dysponują na potrzeby badań z reguły bardzo niewielką populacją, do tego często są to populacje nieznannej proveniencji i jakości genetycznej. W przypadku analiz dendroklimatologicznych dodatkową komplikacją jest duża liczba złożonych interakcji decydujących o szerokości słoja rocznego w danym roku, które mogą w znacznym stopniu maskować wpływ czynników klimatycznych, zwłaszcza w lokalizacjach, w których temperatura czy wilgotność nie są czynnikami ograniczającymi. Tak więc Doktorant podjął temat bardzo ambitny i istotny z punktu widzenia nauki i praktyki leśnej.

W maszynopisie liczącym 196 stron i zawierającym 98 rycin, 12 tabel i 132 pozycje literatury (plus odsyłacze do 20 stron internetowych) mgr Mariusz Gławenda analizuje klimatyczne uwarunkowania przyrostów radialnych dziewięciu nagonasiennych obcych gatunków drzew

wprowadzonych do polskich lasów w okresie ostatnich dwóch wieków. Materiał do badań został zebrany z 27 stanowisk położonych głównie w Polsce północno-zachodniej i środkowej. Liczba przebadanych stanowisk waha się od jednego dla jodły kaukaskiej i choiny zachodniej do siedmiu dla żywotnika olbrzymiego. Próby drewna do badań były pobierane świdrem Presslera, po dwa odwierty z 10 drzew na stanowisku. Lokalne uwarunkowania spowodowały jednak, że na jednym stanowisku cyprysika Lawsona próby pobrano tylko z pięciu drzew, natomiast na dwóch stanowiskach (odpowiednio sosny czarnej i sosny smołowej) z 21 i 31 drzew. Charakterystyki siedliskowe badanych drzewostanów zostały pozyskane z Bazy Danych o Lasach, a dane meteorologiczne pozyskano ze stacji meteorologicznych położonych najbliżej badanych stanowisk, a posiadających długie ciągi obserwacyjne. Do zbadania potencjalnego prawdopodobieństwa przydatności polskich warunków klimatycznych do hodowli badanych gatunków drzew Doktorant wykorzystał metodę MaxEnt (Philips i in. 2004 i 2006) i wybrane zmienne bioklimatyczne z bazy danych Bioclim (Hijmans i in. 2005). Metodyka badań mieści się w standardzie badań dendrochronologicznych, jednak niektóre jej szczegóły mające wpływ na wiarygodność uzyskanych wyników i możliwość ich interpretacji budzą poważne wątpliwości metodyczne. Wątpliwości te powinny zostać przez Doktoranta wychwycone i omówione w pracy, jednak skoro zostały zignorowane, więc mam nadzieję, że ustosunkuje się przynajmniej do najważniejszych z nich:

1) Co prawda próba 10 drzew wystarczająco dobrze reprezentowała lokalny sygnał dendrochronologiczny w badaniach Mäkinen i Vanninen (1999), to jednak Ci sami autorzy podkreślają, że im większa próba, tym odzwierciedlenie sygnału klimatycznego w chronologii jest bardziej wiarygodne. Należy też uwzględnić, że Mäkinen i Vanninen pracowali w Finlandii, a więc regionie, w którym klimat odgrywa dużo ważniejszą rolę w kształtowaniu przyrostów drzew niż ma to miejsce w strefie klimatu umiarkowanego, w dodatku na stosunkowo dobrze uwodnionych i żyznych siedliskach objętych badaniami. W związku z tym należy zadać pytanie, czy próba złożona z 10 drzew rzeczywiście jest wystarczająca?

2) Ze względu na to, że wiarygodność odzwierciedlenia sygnału klimatycznego rośnie z liczbą drzew w próbie, stanowiska na których pobrano próby z 20 lub 30 drzew mają wyższą wiarygodność sygnału od stanowisk „standardowych”, gdzie pobrano je tylko z 10 drzew. Z kolei stanowisko na którym próby pobrano tylko z pięciu drzew ma tę wiarygodność niższą (świadczy o tym m.in. niska wartość współczynnika  $EPS = 0,650$ ; Tab. 7, str. 73). Jak te różnice w wiarygodności odzwierciedlenia sygnału w chronologii mogły wpłynąć na uzyskanie wyniki i ich interpretację?

3) W trakcie składania chronologii odrzucano część prób najbardziej odbiegających od średniej. W związku z tym również na stanowiskach, gdzie próby pobrano z 10 drzew, do

chronologii mogła wejść ich mniejsza liczba. Tak więc procedura dobierania odwiertów do chronologii mogła doprowadzić do obniżenia wiarygodności odzwierciedlenia sygnału dendrochronologicznego w chronologiach budowanych na bazie 10 drzew, redukując ich liczbę w składanej chronologii. Ile takich chronologii było i jak wpłynęło to na uzyskane wyniki badań?

4) W pracy brak informacji o przyjętym przez Autora progu zmiany szerokości przyrostu rocznego, która kwalifikowała dany rok jako wskaźnikowy. Jest podany próg liczby zgodnych serii (dana reakcja musiała wystąpić w >75% prób), ale to jest tylko jeden z dwóch parametrów, które w pakiecie dplR należy ustawić indywidualnie dla tej analizy (Bunn i in. 2018). Brak tej informacji powoduje, że ocena prawidłowości wyznaczenia i interpretacji lat wskaźnikowych nie jest możliwa. Z kolei wyznaczając lata wskaźnikowe dla gatunku (na podstawie chronologii wszystkich stanowisk) Doktorant przyjął, że jeśli lata wskaźnikowe o tym samym znaku wystąpiły na większości stanowisk danego gatunku, to jest to jego rok wskaźnikowy. Takie założenie przekłada się na niejednakową wiarygodność lat wskaźnikowych wyznaczonych dla różnych gatunków. Dla jodły kaukaskiej i choiny zachodniej za rok wskaźnikowy dla gatunku przyjęto rok z pojedynczego stanowiska, a więc odpowiedź przyrostową 10 drzew na zmienność lokalnych warunków środowiskowych uznano za charakterystyczną dla gatunku w kraju introdukcji. Dla obu cyprysików rokiem wskaźnikowym był taki rok, gdzie istotna dodatnia lub ujemna zmiana przyrostu została zaobserwowana na dwóch stanowiskach, czyli wszystkich przebadanych. Natomiast dla żywotnika olbrzymiego progiem uznania za rok wskaźnikowy było wystąpienie silnej reakcji przyrostowej o zgodnym znaku na co najmniej czterech stanowiskach z siedmiu badanych. Jest oczywiste, że prawdopodobieństwo zaobserwowania zjawiska jest zupełnie inne na pojedynczym stanowisku, niż na dwóch stanowiskach na dwa, czy czterech stanowiskach na siedem. Praca nie zawiera żadnej interpretacji czy dyskusji tych różnic. Wręcz przeciwnie, Doktorant bezrefleksyjnie porównuje liczbę lat wskaźnikowych wykazanych dla poszczególnych gatunków (str. 120), nie uwzględniając tego, że różnica może wynikać z liczby badanych stanowisk, specyficznych warunków mikroklimatycznych panujących na pojedynczym stanowisku oraz w dużym stopniu z różnic w długości chronologii gatunków. Tymczasem zmienność liczby lat wskaźnikowych wewnątrz grupy stanowisk żywotnika, czyli jednego z badanych gatunków, była zbliżona do zmienności tej liczby między wszystkimi gatunkami i wahała się od 12 na stanowisku DOZY po 33 na stanowisku BKZY, w tym od 5 do 17 lat negatywnych i od 5 do 16 lat pozytywnych.

5) Doktorant nie podaje jednoznacznie jakie zmienne bioklimatyczne zostały użyte do modelowania metodą MaxEnt. Jedynie domyślam się, że były to cztery zmienne: para standardowych zmiennych dla wszystkich gatunków (BIO1 i BIO12) + para zmiennych dobierana dla każdego gatunku osobno. Jednak na jakiej podstawie określone zostały wybrane dodatkowe

pary zmiennych do modelowania, skoro przy wielu gatunkach wartość wskaźnika AUC zmiennych nieuwzględnionych była bardzo zbliżona lub nawet wyższa niż pary wybranej (np.: BIO11 dla żywotnika, BIO17 dla cyprysika groszkowego, BIO9 dla cyprysika Lawsona, itd.)? Dlaczego do modelowania użyto tylko czterech zmiennych bioklimatycznych, skoro nie wynika to z ograniczeń programu?

W dalszej części pracy Doktorant wykonał analizy, które obejmowały dla każdego z badanych gatunków: złożenie rzeczywistych i rezydualnych chronologii, określenie warunków pogodowych (średnia miesięczna temperatura i średnia miesięczna suma opadów dla miesięcy roku przyrostu i połowy roku poprzedzającego) najsilniej korelujących z przyrostem rocznym badanych drzew, wyznaczenie lat wskaźnikowych, porównanie wybranych charakterystyk bioklimatycznych badanych stanowisk z charakterystykami zasięgu naturalnego oraz modelowanie przewidywanego prawdopodobieństwa obecności gatunku w regionie pochodzenia i jego przetrwania/rozwoju w regionie introdukcji. W interpretacji wyników, oprócz danych meteorologicznych, zostały częściowo uwzględnione również inne czynniki mogące mieć wpływ na przyrost: siedlisko, wiek drzew, kondycja drzew (stan fitosanitarny), zabiegi gospodarcze prowadzone w drzewostanie, itp. W tej części pojawia się szereg uchybień warsztatowych i interpretacyjnych, z których omówię w mojej opinii najważniejsze lub najczęściej powtarzające się:

1) W wielu miejscach, przy omawianiu wyników, Doktorant jednocześnie dokonywał ich interpretacji co powinno mieć miejsce dopiero w dyskusji. Być może zresztą jest to powód dla którego dyskusja jest bardzo daleka od tego, czego należałoby oczekiwać w pracy doktorskiej. Na przykład na str. 74 pisze: „Na niektórych stanowiskach widoczna jest wręcz odwrotność trendu wiekowego. Może mieć to związek z wysoką cieniożnością *T. plicata* i późną kulminacją wzrostu.”. O ile pierwsze z przytoczonych zdań jest wynikiem własnym uzyskanym przez Doktoranta, to drugie jest już dyskusją/interpretacją tego wyniku na podstawie informacji literaturowych (Autor nie badał osobiście ani cieniożności żywotnika ani dynamiki jego wzrostu), a skoro tak, to należało tę interpretację umieścić w dyskusji i opatrzyć cytowane twierdzenie stosownym odsyłaczem do literatury, którego brak. Tego typu uchybienia powtarzają się przy omawianiu wyników analiz większości badanych gatunków.

2) Jakość pięciu złożonych chronologii była niższa od przyjętego progu  $EPS = 0,85$  (tab. 7, str. 73), który miał zapewnić jednorodność sygnału klimatycznego reprezentowanego przez poszczególne próby. Niestety ani obniżona liczba drzew, które weszły do chronologii w wyniku odrzucenia chronologii silnie odbiegającej od średniej, ani niska wartość współczynnika EPS nie zostały uwzględnione przy dyskusji/interpretacji wyników. Na przykład stanowisko żywotnika olbrzymiego PIZY, o niskim  $EPS = 0,709$ , jest jednym z trzech, dla których znaleziono zależność

przyrostu od temperatur stycznia i jednym z zaledwie dwóch, gdzie taką zależność znaleziono dla grudnia (str. 75). Mimo to, Doktorant traktuje te zależności jakby były uzyskane na podstawie prawidłowych wysokiej jakości chronologii. Może jednak te zależności są jedynie lokalnym artefaktem związanym z niską jakością tej chronologii? Również interpretując wyniki, np. wyjaśniając różnicę w średniej szerokości słoików rocznych między dwoma przebadanymi stanowiskami cyprysika Lawsona Doktorant tłumaczy ją żyznością siedliska lub różnicą w zwarcu drzewostanu (str. 85), ale ani słowem nie wspomina o tym, że jedno z tych stanowisk charakteryzowało się bardzo niskim  $EPS = 0,650$  i niską liczbą prób (pięć drzew), co mogło mieć wpływ na uzyskany wynik. Dodatkowo stwierdza, że różnica ta była „znaczna” (str. 84), choć nie wyjaśnia na podstawie czego uznano, że różnica między średnią szerokością słoika rocznego 1,13 mm i 1,76 mm jest „znaczna”? Co oznacza termin „znaczna różnica”? Co jest wyznacznikiem „znaczności”, skoro różnica nie została zbadana statystycznie?

3) W całej pracy Doktorant często używa tego typu nieprecyzyjnych terminów, np.: „duża różnica”, „znaczna różnica”, „duże zróżnicowanie”, „zdecydowanie najniższa”, itp., nie podając co jest miarą lub wyznacznikiem tych terminów (brak wartości statystyk testowych, wartości współczynnika istotności, itp.). Czy te różnice rzeczywiście miały biologiczne znaczenie? Z kolei w działach „Wyniki analiz dendroklimatologicznych” Doktorant pisze o „istotnych statystycznie korelacjach” przedstawionych na rycinach, ale nigdzie nie podał ani jaki współczynnik korelacji był liczony (liniowy, rang, krzyżowy?) ani jaki przyjął próg istotności statystycznej i jakiej procedury statystycznej użył do jego wyznaczenia. Podobnie wskazując zmienne odpowiedzialne za szerokość przyrostów rocznych Doktorant powinien wykonać odpowiednie analizy statystyczne (najlepiej zbudować model), który pozwoliłby na uwiarygodnienie jego wnioskowania. Na przykład dla sosny wejmutki (str. 101/102) Doktorant napisał: „Na stanowisku ZAWĘ drzewa osiągnęły największy średni przyrost ponieważ rosły w żyznym siedlisku lasu świeżego”. Tego typu wnioskowanie miałyby jakąś podstawę, gdyby badane stanowiska były położone w bardzo bliskiej odległości, zapewniającej zbliżone warunki klimatyczne oraz były objęte takimi samymi zabiegami pielęgnacyjnymi, a siedlisko było jedyną cechą różnicującą stanowiska. Tymczasem stanowiska dzieliły często setki kilometrów. Skąd więc Autor wiedział, że wyższy średni przyrost na stanowisku ZAWĘ był efektem żyzności siedliska, a nie np. wyjątkowo sprzyjającego lokalnego klimatu, stabilności uwilgotnienia gleby, korzystnej ekspozycji na skłonie wzgórza, proveniencji drzew, wyższego/nizszego poziomu immisji, albo zabiegów pielęgnacyjnych? Za zaobserwowany efekt może odpowiadać tak wiele zmiennych, że bez odpowiedniej analizy statystycznej nie da się wiarygodnie wskazać tej o najsilniejszym wpływie. Sposób wnioskowania przyjęty przez Autora, oparty wyłącznie o intuicję i „wiedzę ekspercką” odbiega od standardów metody naukowej.

4) Doktorant używa w pracy również szeregu terminów w sposób niewłaściwy lub nieuprawniony. Na przykład wyniki modelowania przy użyciu programu MaxEnt określa jako „potencjalną niszę ekologiczną” (str. 155, 157, 162, 171, 178, 181, 183), podczas gdy nisza ekologiczna jest pojęciem dużo szerszym niż tylko charakterystyka lokalnych warunków bioklimatycznych. W innym miejscu wynik tego modelowania określa jako „prawdopodobieństwo naturalnego występowania” gatunku (str. 164, 167, 176), co też nie jest właściwe, gdyż prawdopodobieństwo naturalnego występowania północnoamerykańskich gatunków w Europie jest zerowe, ze względu na izolację geograficzną. Philips i in. (2004, 2006) podali, że „the output [of MaxEnt] can be interpreted as predicted probability of presence”, czyli jest to przewidywane prawdopodobieństwo obecności gatunku przy modelowaniu zasięgów naturalnych. Używając tego programu do sprawdzenia, czy warunki bioklimatyczne umożliwiają rozwój gatunku w regionie introdukcji powinno się mówić co najwyżej, że wynik jest prawdopodobieństwem rozwoju/trwania gatunku w danym regionie. Równie nieuprawnione jest twierdzenie, że wysokie korelacje przyrostu rocznego introdukowanych drzew z wybranymi parametrami klimatycznymi, ich reakcje przyrostowe zgodne z reakcjami gatunków rodzimych lub naturalne odnawianie się świadczy o „dostosowaniu się gatunku do warunków klimatycznych w Polsce” (str. 160, 171). Cechy te świadczą jedynie o tym, że wymagania badanego gatunku w stosunku do warunków klimatycznych i jego fizjologia przyrostu są podobne do naszych rodzimych drzew, co pozwala mu na wzrost i rozwój w miejscu introdukcji. Termin „dostosowanie się” sugeruje, że fizjologia osobnika zmieniła się w porównaniu do drzew z populacji rodzimej, co najprawdopodobniej nie jest prawdą, a w każdym bądź razie zagadnienie to nie było przez Doktoranta badane.

5) Nie rozumiem na czym mógłby polegać fizjologiczny mechanizm „odreagowania” (np. str. 162, 164, 166, 171, 173, 175, 176, 178, 180) wysokim przyrostem (pozytywnym rokiem wskaźnikowym) na występujący w poprzednim roku bardzo niski przyrost (negatywny rok wskaźnikowy). Nawet na poziomie całego ekosystemu, gdzie poszczególne drzewa w różnym stopniu reagują na czynniki stresowe, las potrzebuje do czterech lat, aby powrócić do równowagi po ekstremalnych zdarzeniach takich jak np. susze (Wu i in. 2018). Tym bardziej więc, jeśli pojedyncze drzewo miało w roku poprzednim bardzo niski przyrost wymuszony niekorzystnymi warunkami klimatycznymi, to w kolejnym roku, przy średnich warunkach klimatycznych takie drzewo będzie się raczej regenerować po deficycie/uszkodzeniu roku poprzedniego. Tak więc wystąpienie dodatniego roku wskaźnikowego natychmiast po negatywnym musiałoby być albo efektem bardzo sprzyjających warunków klimatycznych w tym roku, albo wynikiem błędnego wyznaczenia tych lat – czego nie byłem w stanie zweryfikować nie znając założeń poczynionych w pakiecie dplR użytym do ich wyznaczania.

6) Interpretując wyniki Doktorant opiera się często na niepublikowanych danych, których nikt nie jest zweryfikować, gdyż praca nie zawiera ich zestawienia (np. zwarcie kęp w których były pobierane próby, zabiegi wykonywane w kępach drzew i intensywność tych zabiegów, zagęszczenie drzew na jednostkę powierzchni, intensywność zamierania drzew, itp.). Pochodzenie tych danych jest niewiadome – w metodyce nie ma opisu ich źródła ani metodyki ich pomiaru. Podważa to jedną z podstawowych zasad publikowania badań naukowych, która mówi, że informacja zawarta w pracy powinna umożliwić dowolnemu innemu badaczowi powtórzenie badań i analiz. Tego typu informacje, jeśli pochodzą z własnych obserwacji/pomiarów, czy kwerend w archiwach, muszą bezwzględnie być załączone do rozprawy doktorskiej jako aneks. W dysertacji przedstawionej przez mgra Gławendę czytelnik jest zmuszony do przyjęcia przedstawianych przez niego argumentów „na wiarę”, co w naukach ścisłych jest nieakceptowalne.

7) Doktorant nie zrobił także należytej kwerendy literatury przedmiotu, co spowodowało niewłaściwą/wątpliwą interpretację otrzymanych wyników w oparciu o intuicję. Np. obserwowany u kilku gatunków (w tym np. jodły kaukaskiej) wzrost średniej szerokości przyrostów rocznych w ostatnich 20-25 latach, jest interpretowany przez Autora jako prawdopodobny wpływ rozluźnienia drzewostanu. Brak jakiegokolwiek zestawienia zabiegów gospodarczych w badanych drzewostanach powoduje, że nie trudno zweryfikować, czy jakiegokolwiek rozluźnienie rzeczywiście miało miejsce. Tymczasem zjawisko wzrostu średniej szerokości słoików rocznych w ostatnim ćwierćwieczu jest znane z literatury dendrochronologicznej, np. dla naszego rodzimego świerka i tłumaczone obniżeniem się ilości zanieczyszczeń atmosferycznych, ociepleniem klimatu lub wzrostem dostępności składników odżywczych, itp. (np. Kolář et al. 2015, 2017; Cienciala et al. 2017). Podobnie wynik modelowania niszy bioklimatycznej, ujawniający u wielu gatunków dużo szerszy potencjalny zasięg niż zasięg zrealizowany nie jest żadną nowością. Większość naszych rodzimych europejskich gatunków drzew zajmuje średnio poniżej 40% potencjalnej koperty bioklimatycznej (Svenning i Skov 2004). Również rozbieżność pomiędzy regionami/stanowiskami w liczbie lat wskaźnikowych, a nawet ich nacechowaniu dodatnim lub ujemnym nie powinna dziwić (str. 176) w kontekście regionalizacji sygnału dendrochronologicznego, która nawet w skali naszego kraju jest zjawiskiem znanym i dawno opisanym (np. Zielski i Krapiec 2004). Dlaczego Doktorant nie używa tych argumentów i nie cytuje tych (lub podobnych) prac dyskutując wyniki?

## Podsumowanie

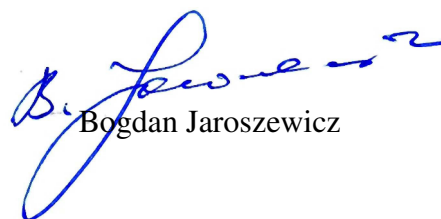
Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 Nr 650 poz. 595, z późn. zmianami) przewiduje, że „Rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką promotora [...] powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego” oraz „wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej”. Mając powyższe na uwadze, przyjąłem w podsumowaniu następujące kryteria oceny rozprawy doktorskiej mgra Mariusza Gławendy: znaczenie podjętej tematyki badań, poprawność sformułowania celów badawczych i hipotez, metodyka badań, struktura rozprawy oraz warsztat badawczy Autora. W zakresie **znaczenia tematyki badań**, jest to praca ważna nie tylko z poznawczego, ale również z aplikacyjnego punktu widzenia. Co prawda nie zgadzam się ze stwierdzeniem Doktoranta, że gatunki obce mogą okazać się w przyszłości rozwiązaniem problemu zagrożenia „istnienia lasów w Polsce”, bo w ekstremalnej sytuacji wymierania lasów badane gatunki obce, pochodzące z klimatów bardziej wilgotnych nie pozwolą na utrzymanie pokrywy leśnej. Jednak można założyć, że przy mniej drastycznych zmianach mogą one okazać się ewentualnym zamiennikiem dla ustępujących gatunków krajowych. **Cele badawcze i hipotezy** zostały sformułowane w sposób prawidłowy. Jednak jeden ze sformułowanych celów nie został zrealizowany: „próba syntezy efektów introdukcji dla gospodarki leśnej i trwałości zespołów leśnych w kontekście ocieplania się i osuszania klimatu w Polsce”. Jedyne przy niektórych gatunkach autor wspomina o ich potencjalnej przydatności, jednak nie przy wszystkich, a już z pewnością zabrakło w pracy próby syntezy tego tematu. **Metodyka badań** jest obciążona dużą liczbą błędów i uchybień opisanych szczegółowo w niniejszej recenzji. Należy podkreślić, że co prawda Doktorant używa zaawansowanych narzędzi statystycznych (program R, program MaxEnt), to jednocześnie z niezrozumiałych względów ignoruje podstawowe analizy statystyczne. **Struktura rozprawy** jest poprawna w swym schemacie, jednak treść niektórych rozdziałów nie odpowiada standardom. Zwłaszcza rozdział przedstawiający wyniki został niepotrzebnie rozszerzony o ich interpretację, co zaowocowało bardzo słabą dyskusją, powtarzającą interpretacje wcześniej przytoczone w wynikach. **Warsztat badawczy** Doktoranta oprócz opanowania metodyki badań dendrochronologicznych obejmuje użycie metod modelowania ekologicznego, co należy uznać za jego wielką zaletę. Przeprowadzone badania i analizy udowodniły, że posiadał on umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Niestety w zakresie prawidłowego pisania publikacji naukowych warsztat ten jest zaskakująco słaby jak na badacza, który jest autorem lub współautorem kilku artykułów o charakterze naukowym, w tym dwóch w recenzowanym czasopiśmie z listy Journal Citation Reports (Sylwan). Jako słabe strony warsztatu należy wymienić przede wszystkim: brak opisu metody pozyskania części danych, brak



wyraźnego rozgraniczenia prezentacji wyników z ich interpretacją, brak podstawowych analiz statystycznych, przytaczanie informacji zaczerpniętych z opublikowanych prac innych autorów bez cytowania ich źródła, niepełne opisy i brak legend w rycinach zmuszające czytelnika do poszukiwania w tekście informacji co oznacza np. dany odcień szarości (ryc. 4 i dalsze). Tymczasem każda figura i każda tabela w pracy naukowej powinna być „samoobjaśniająca się”. Dodatkowo część wniosków końcowych pracy jest moim zdaniem nieuprawniona: 1) o udatności introdukcji gatunku świadczy przeżywalność introdukowanych osobników i ewentualnie ich sukces rozrodczy, a nie ich reakcja przyrostowa; 2) modelowanie przy użyciu programu MaxEnt, z użyciem zmiennych bioklimatycznych, nie wskazuje na „prawdopodobieństwo naturalnego występowania gatunku” ani nie pozwala na przewidzenie, czy dany gatunek odnajdzie dla siebie potencjalną niszę ekologiczną, o czym wspominałem w szczegółowej części recenzji; 3) badane gatunki obce niekoniecznie będą mieć znaczenie dla naszej gospodarki leśnej w kontekście zmian klimatu, gdyż pochodzą co prawda z cieplejszych klimatów, ale o wyższych sumach opadów, tymczasem przyrost drewna w naszej strefie klimatycznej już współcześnie jest limitowany nie temperaturą, a brakiem wody (Babst i in. 2019), tak więc warunki bioklimatyczne raczej ulegną pogorszeniu a nie polepszeniu z punktu widzenia badanych gatunków; 4) gatunki obce nie przyczynią się do „utrzymania zespołów leśnych w kontekście zmian klimatu w Polsce”, ponieważ po wymianie rodzimych gatunków drzew na gatunki obce, zbiorowisko leśne zostanie przekształcone w zupełnie inne, prawdopodobnie nie mające analogii we współczesnej roślinności naszego kraju (będą to albo zbiorowiska zastępcze, albo tzw. „novel ecosystems”), a więc wprost przeciwnie, wprowadzenie gatunków obcych może przyczynić się raczej do jeszcze szybszego przekształcenia/degradacji naszych krajowych zespołów leśnych, a nie ich zachowania.

**Podsumowując, praca zawiera usterki na etapie założeń metodycznych, analiz i prezentacji wyników oraz dyskusji i formułowania wniosków. Jednak praca stanowi rozwiązanie oryginalnego problemu naukowego i nie ma podstaw, by zanegować twierdzenie, że Doktorant opanował warsztat badawczy z dziedziny dendrochronologii i wykazał dojrzałość do prowadzenia badań w dziedzinie, której praca dotyczy. Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska spełnia (choć jedynie w stopniu dostatecznym) wymagania stawiane przez ustawodawcę pracom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie mgr Mariusza Gławendy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

Białowieża, 24 czerwca 2019 roku



Bogdan Jaroszewicz

### **Literatura cytowana w recenzji:**

Babst F, Bouriaud O, Poulter B, Trouet V, Girardin MP, Frank DC (2019) Twentieth century redistribution in climatic drivers of global tree growth. *Sci Adv*, 5, 1, eaat4313

DOI:10.1126/sciadv.aat4313

Bunn A, Korpela M, Biondi F, Campelo F, Mérian P, Qeadan F, Zang C, Buras A, Cecile J, Mudelsee M, Schulz M, Pucha-Cofrep D, Wernicke J (2018) Package 'dplR'. *Dendrochronology Program Library in R*, Version 1.6.9

Cienciala E, Altman J, Doležal J, Kopáček J, Štěpánek P, Stáhl G, Tumajer J (2018) Increased spruce tree growth in Central Europe since 1960s. *Sci Total Environ* 619–620:1637–1647. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.138>

Kolář T, Čermák P, Oulehle F, Trnka M, Štěpánek P, Cudlín P, Hruška J, Büntgen U, Rybníček M (2015) Pollution control enhanced spruce growth in the “Black Triangle” near the Czech-Polish border. *Sci Total Environ* 538:703–711. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.105>

Kolář T, Čermák P, Trnka M, Žid T, Rybníček M (2017) Temporal changes in the climate sensitivity of Norway spruce and European beech along an elevation gradient in Central Europe. *Agric For Meteorol* 239:24–33. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.02.028>

Svenning J-C, Skov F (2004) Limited filling of the potential range in European tree species. *Ecol Lett* 7:565-573

Wu X, Liu H, Li X, Ciais P, Babst F, Guo W, et al. (2018) Differentiating drought legacy effects on vegetation growth over the temperate Northern Hemisphere. *Global Change Biology*, 24:504-516.



UNIWERSYTET  
WARSZAWSKI

Wydział Biologii  
Instytut Botaniki  
Białowieńska Stacja Geobotaniczna



dr hab. inż. Bogdan Jaroszewicz, prof. ucz.  
Białowieńska Stacja Geobotaniczna  
Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego  
ul. Sportowa 19  
17-230 Białowieża

## **Recenzja** **pracy doktorskiej mgra Mariusza Gławendy** **"Dendroekologiczna analiza przyrostów rocznych** **introdukowanych gatunków drzew leśnych"**

Znajomość biologii gatunków obcych, a zwłaszcza czynników decydujących o kolonizacji przez nie nowych terenów i czynników ograniczających ich rozwój i namnażanie się, jest bardzo istotna zarówno z gospodarczego jak i ekologicznego punktu widzenia. Bez tych informacji nie jest możliwe dokonanie oceny zagrożenia niekontrolowanym rozprzestrzenieniem się gatunku (inwazji) ani dokonanie oceny jego potencjalnej gospodarczej przydatności. W przypadku drzew, bardzo istotnym elementem oceny przydatności gospodarczej jest ich produktywność, która zależy m.in. od ich fizjologicznej reakcji na warunki środowiskowe miejsca introdukcji. Zbadanie czynników wpływających na przyrost drzew poza ich naturalnym zasięgiem jest sporym wyzwaniem, gdyż badacze dysponują na potrzeby badań z reguły bardzo niewielką populacją, do tego często są to populacje nieznannej proveniencji i jakości genetycznej. W przypadku analiz dendroklimatologicznych dodatkową komplikacją jest duża liczba złożonych interakcji decydujących o szerokości słoja rocznego w danym roku, które mogą w znacznym stopniu maskować wpływ czynników klimatycznych, zwłaszcza w lokalizacjach, w których temperatura czy wilgotność nie są czynnikami ograniczającymi. Tak więc Doktorant podjął temat bardzo ambitny i istotny z punktu widzenia nauki i praktyki leśnej.

W maszynopisie liczącym 196 stron i zawierającym 98 rycin, 12 tabel i 132 pozycje literatury (plus odsyłacze do 20 stron internetowych) mgr Mariusz Gławenda analizuje klimatyczne uwarunkowania przyrostów radialnych dziewięciu nagonasiennych obcych gatunków drzew

wprowadzonych do polskich lasów w okresie ostatnich dwóch wieków. Materiał do badań został zebrany z 27 stanowisk położonych głównie w Polsce północno-zachodniej i środkowej. Liczba przebadanych stanowisk waha się od jednego dla jodły kaukaskiej i choiny zachodniej do siedmiu dla żywotnika olbrzymiego. Próby drewna do badań były pobierane świdrem Presslera, po dwa odwierty z 10 drzew na stanowisku. Lokalne uwarunkowania spowodowały jednak, że na jednym stanowisku cyprysika Lawsona próby pobrano tylko z pięciu drzew, natomiast na dwóch stanowiskach (odpowiednio sosny czarnej i sosny smołowej) z 21 i 31 drzew. Charakterystyki siedliskowe badanych drzewostanów zostały pozyskane z Bazy Danych o Lasach, a dane meteorologiczne pozyskano ze stacji meteorologicznych położonych najbliżej badanych stanowisk, a posiadających długie ciągi obserwacyjne. Do zbadania potencjalnego prawdopodobieństwa przydatności polskich warunków klimatycznych do hodowli badanych gatunków drzew Doktorant wykorzystał metodę MaxEnt (Philips i in. 2004 i 2006) i wybrane zmienne bioklimatyczne z bazy danych Bioclim (Hijmans i in. 2005). Metodyka badań mieści się w standardzie badań dendrochronologicznych, jednak niektóre jej szczegóły mające wpływ na wiarygodność uzyskanych wyników i możliwość ich interpretacji budzą poważne wątpliwości metodyczne. Wątpliwości te powinny zostać przez Doktoranta wychwycone i omówione w pracy, jednak skoro zostały zignorowane, więc mam nadzieję, że ustosunkuje się przynajmniej do najważniejszych z nich:

1) Co prawda próba 10 drzew wystarczająco dobrze reprezentowała lokalny sygnał dendrochronologiczny w badaniach Mäkinen i Vanninen (1999), to jednak Ci sami autorzy podkreślają, że im większa próba, tym odzwierciedlenie sygnału klimatycznego w chronologii jest bardziej wiarygodne. Należy też uwzględnić, że Mäkinen i Vanninen pracowali w Finlandii, a więc regionie, w którym klimat odgrywa dużo ważniejszą rolę w kształtowaniu przyrostów drzew niż ma to miejsce w strefie klimatu umiarkowanego, w dodatku na stosunkowo dobrze uwodnionych i żyznych siedliskach objętych badaniami. W związku z tym należy zadać pytanie, czy próba złożona z 10 drzew rzeczywiście jest wystarczająca?

2) Ze względu na to, że wiarygodność odzwierciedlenia sygnału klimatycznego rośnie z liczbą drzew w próbie, stanowiska na których pobrano próby z 20 lub 30 drzew mają wyższą wiarygodność sygnału od stanowisk „standardowych”, gdzie pobrano je tylko z 10 drzew. Z kolei stanowisko na którym próby pobrano tylko z pięciu drzew ma tę wiarygodność niższą (świadczy o tym m.in. niska wartość współczynnika  $EPS = 0,650$ ; Tab. 7, str. 73). Jak te różnice w wiarygodności odzwierciedlenia sygnału w chronologii mogły wpłynąć na uzyskanie wyniki i ich interpretację?

3) W trakcie składania chronologii odrzucano część prób najbardziej odbiegających od średniej. W związku z tym również na stanowiskach, gdzie próby pobrano z 10 drzew, do

chronologii mogła wejść ich mniejsza liczba. Tak więc procedura dobierania odwiertów do chronologii mogła doprowadzić do obniżenia wiarygodności odzwierciedlenia sygnału dendrochronologicznego w chronologiach budowanych na bazie 10 drzew, redukując ich liczbę w składanej chronologii. Ile takich chronologii było i jak wpłynęło to na uzyskane wyniki badań?

4) W pracy brak informacji o przyjętym przez Autora progu zmiany szerokości przyrostu rocznego, która kwalifikowała dany rok jako wskaźnikowy. Jest podany próg liczby zgodnych serii (dana reakcja musiała wystąpić w >75% prób), ale to jest tylko jeden z dwóch parametrów, które w pakiecie dplR należy ustawić indywidualnie dla tej analizy (Bunn i in. 2018). Brak tej informacji powoduje, że ocena prawidłowości wyznaczenia i interpretacji lat wskaźnikowych nie jest możliwa. Z kolei wyznaczając lata wskaźnikowe dla gatunku (na podstawie chronologii wszystkich stanowisk) Doktorant przyjął, że jeśli lata wskaźnikowe o tym samym znaku wystąpiły na większości stanowisk danego gatunku, to jest to jego rok wskaźnikowy. Takie założenie przekłada się na niejednakową wiarygodność lat wskaźnikowych wyznaczonych dla różnych gatunków. Dla jodły kaukaskiej i choiny zachodniej za rok wskaźnikowy dla gatunku przyjęto rok z pojedynczego stanowiska, a więc odpowiedź przyrostową 10 drzew na zmienność lokalnych warunków środowiskowych uznano za charakterystyczną dla gatunku w kraju introdukcji. Dla obu cyprysików rokiem wskaźnikowym był taki rok, gdzie istotna dodatnia lub ujemna zmiana przyrostu została zaobserwowana na dwóch stanowiskach, czyli wszystkich przebadanych. Natomiast dla żywotnika olbrzymiego progiem uznania za rok wskaźnikowy było wystąpienie silnej reakcji przyrostowej o zgodnym znaku na co najmniej czterech stanowiskach z siedmiu badanych. Jest oczywiste, że prawdopodobieństwo zaobserwowania zjawiska jest zupełnie inne na pojedynczym stanowisku, niż na dwóch stanowiskach na dwa, czy czterech stanowiskach na siedem. Praca nie zawiera żadnej interpretacji czy dyskusji tych różnic. Wręcz przeciwnie, Doktorant bezrefleksyjnie porównuje liczbę lat wskaźnikowych wykazanych dla poszczególnych gatunków (str. 120), nie uwzględniając tego, że różnica może wynikać z liczby badanych stanowisk, specyficznych warunków mikroklimatycznych panujących na pojedynczym stanowisku oraz w dużym stopniu z różnic w długości chronologii gatunków. Tymczasem zmienność liczby lat wskaźnikowych wewnątrz grupy stanowisk żywotnika, czyli jednego z badanych gatunków, była zbliżona do zmienności tej liczby między wszystkimi gatunkami i wahała się od 12 na stanowisku DOZY po 33 na stanowisku BKZY, w tym od 5 do 17 lat negatywnych i od 5 do 16 lat pozytywnych.

5) Doktorant nie podaje jednoznacznie jakie zmienne bioklimatyczne zostały użyte do modelowania metodą MaxEnt. Jedynie domyślam się, że były to cztery zmienne: para standardowych zmiennych dla wszystkich gatunków (BIO1 i BIO12) + para zmiennych dobierana dla każdego gatunku osobno. Jednak na jakiej podstawie określone zostały wybrane dodatkowe

pary zmiennych do modelowania, skoro przy wielu gatunkach wartość wskaźnika AUC zmiennych nieuwzględnionych była bardzo zbliżona lub nawet wyższa niż pary wybranej (np.: BIO11 dla żywotnika, BIO17 dla cyprysika groszkowego, BIO9 dla cyprysika Lawsona, itd.)? Dlaczego do modelowania użyto tylko czterech zmiennych bioklimatycznych, skoro nie wynika to z ograniczeń programu?

W dalszej części pracy Doktorant wykonał analizy, które obejmowały dla każdego z badanych gatunków: złożenie rzeczywistych i rezydualnych chronologii, określenie warunków pogodowych (średnia miesięczna temperatura i średnia miesięczna suma opadów dla miesięcy roku przyrostu i połowy roku poprzedzającego) najsilniej korelujących z przyrostem rocznym badanych drzew, wyznaczenie lat wskaźnikowych, porównanie wybranych charakterystyk bioklimatycznych badanych stanowisk z charakterystykami zasięgu naturalnego oraz modelowanie przewidywanego prawdopodobieństwa obecności gatunku w regionie pochodzenia i jego przetrwania/rozwoju w regionie introdukcji. W interpretacji wyników, oprócz danych meteorologicznych, zostały częściowo uwzględnione również inne czynniki mogące mieć wpływ na przyrost: siedlisko, wiek drzew, kondycja drzew (stan fitosanitarny), zabiegi gospodarcze prowadzone w drzewostanie, itp. W tej części pojawia się szereg uchybień warsztatowych i interpretacyjnych, z których omówię w mojej opinii najważniejsze lub najczęściej powtarzające się:

1) W wielu miejscach, przy omawianiu wyników, Doktorant jednocześnie dokonywał ich interpretacji co powinno mieć miejsce dopiero w dyskusji. Być może zresztą jest to powód dla którego dyskusja jest bardzo daleka od tego, czego należałoby oczekiwać w pracy doktorskiej. Na przykład na str. 74 pisze: „Na niektórych stanowiskach widoczna jest wręcz odwrotność trendu wiekowego. Może mieć to związek z wysoką cienioznością *T. plicata* i późną kulminacją wzrostu.”. O ile pierwsze z przytoczonych zdań jest wynikiem własnym uzyskanym przez Doktoranta, to drugie jest już dyskusją/interpretacją tego wyniku na podstawie informacji literaturowych (Autor nie badał osobiście ani cieniozności żywotnika ani dynamiki jego wzrostu), a skoro tak, to należało tę interpretację umieścić w dyskusji i opatrzyć cytowane twierdzenie stosownym odsyłaczem do literatury, którego brak. Tego typu uchybienia powtarzają się przy omawianiu wyników analiz większości badanych gatunków.

2) Jakość pięciu złożonych chronologii była niższa od przyjętego progu  $EPS = 0,85$  (tab. 7, str. 73), który miał zapewnić jednorodność sygnału klimatycznego reprezentowanego przez poszczególne próby. Niestety ani obniżona liczba drzew, które weszły do chronologii w wyniku odrzucenia chronologii silnie odbiegającej od średniej, ani niska wartość współczynnika EPS nie zostały uwzględnione przy dyskusji/interpretacji wyników. Na przykład stanowisko żywotnika olbrzymiego PIZY, o niskim  $EPS = 0,709$ , jest jednym z trzech, dla których znaleziono zależność

przyrostu od temperatur stycznia i jednym z zaledwie dwóch, gdzie taką zależność znaleziono dla grudnia (str. 75). Mimo to, Doktorant traktuje te zależności jakby były uzyskane na podstawie prawidłowych wysokiej jakości chronologii. Może jednak te zależności są jedynie lokalnym artefaktem związanym z niską jakością tej chronologii? Również interpretując wyniki, np. wyjaśniając różnicę w średniej szerokości słoików rocznych między dwoma przebadanymi stanowiskami cyprysika Lawsona Doktorant tłumaczy ją żyznością siedliska lub różnicą w zwarcu drzewostanu (str. 85), ale ani słowem nie wspomina o tym, że jedno z tych stanowisk charakteryzowało się bardzo niskim  $EPS = 0,650$  i niską liczbą prób (pięć drzew), co mogło mieć wpływ na uzyskany wynik. Dodatkowo stwierdza, że różnica ta była „znaczna” (str. 84), choć nie wyjaśnia na podstawie czego uznano, że różnica między średnią szerokością słoika rocznego 1,13 mm i 1,76 mm jest „znaczna”? Co oznacza termin „znaczna różnica”? Co jest wyznacznikiem „znaczności”, skoro różnica nie została zbadana statystycznie?

3) W całej pracy Doktorant często używa tego typu nieprecyzyjnych terminów, np.: „duża różnica”, „znaczna różnica”, „duże zróżnicowanie”, „zdecydowanie najniższa”, itp., nie podając co jest miarą lub wyznacznikiem tych terminów (brak wartości statystyk testowych, wartości współczynnika istotności, itp.). Czy te różnice rzeczywiście miały biologiczne znaczenie? Z kolei w działach „Wyniki analiz dendroklimatologicznych” Doktorant pisze o „istotnych statystycznie korelacjach” przedstawionych na rycinach, ale nigdzie nie podał ani jaki współczynnik korelacji był liczony (liniowy, rang, krzyżowy?) ani jaki przyjął próg istotności statystycznej i jakiej procedury statystycznej użył do jego wyznaczenia. Podobnie wskazując zmienne odpowiedzialne za szerokość przyrostów rocznych Doktorant powinien wykonać odpowiednie analizy statystyczne (najlepiej zbudować model), który pozwoliłby na uwiarygodnienie jego wnioskowania. Na przykład dla sosny wejmutki (str. 101/102) Doktorant napisał: „Na stanowisku ZAWĘ drzewa osiągnęły największy średni przyrost ponieważ rosły w żyznym siedlisku lasu świeżego”. Tego typu wnioskowanie miałyby jakąś podstawę, gdyby badane stanowiska były położone w bardzo bliskiej odległości, zapewniającej zbliżone warunki klimatyczne oraz były objęte takimi samymi zabiegami pielęgnacyjnymi, a siedlisko było jedyną cechą różnicującą stanowiska. Tymczasem stanowiska dzieliły często setki kilometrów. Skąd więc Autor wiedział, że wyższy średni przyrost na stanowisku ZAWĘ był efektem żyzności siedliska, a nie np. wyjątkowo sprzyjającego lokalnego klimatu, stabilności uwilgotnienia gleby, korzystnej ekspozycji na skłonie wzgórza, proveniencji drzew, wyższego/nizszego poziomu immisji, albo zabiegów pielęgnacyjnych? Za zaobserwowany efekt może odpowiadać tak wiele zmiennych, że bez odpowiedniej analizy statystycznej nie da się wiarygodnie wskazać tej o najsilniejszym wpływie. Sposób wnioskowania przyjęty przez Autora, oparty wyłącznie o intuicję i „wiedzę ekspercką” odbiega od standardów metody naukowej.

4) Doktorant używa w pracy również szeregu terminów w sposób niewłaściwy lub nieuprawniony. Na przykład wyniki modelowania przy użyciu programu MaxEnt określa jako „potencjalną niszę ekologiczną” (str. 155, 157, 162, 171, 178, 181, 183), podczas gdy nisza ekologiczna jest pojęciem dużo szerszym niż tylko charakterystyka lokalnych warunków bioklimatycznych. W innym miejscu wynik tego modelowania określa jako „prawdopodobieństwo naturalnego występowania” gatunku (str. 164, 167, 176), co też nie jest właściwe, gdyż prawdopodobieństwo naturalnego występowania północnoamerykańskich gatunków w Europie jest zerowe, ze względu na izolację geograficzną. Philips i in. (2004, 2006) podali, że „the output [of MaxEnt] can be interpreted as predicted probability of presence”, czyli jest to przewidywane prawdopodobieństwo obecności gatunku przy modelowaniu zasięgów naturalnych. Używając tego programu do sprawdzenia, czy warunki bioklimatyczne umożliwiają rozwój gatunku w regionie introdukcji powinno się mówić co najwyżej, że wynik jest prawdopodobieństwem rozwoju/trwania gatunku w danym regionie. Równie nieuprawnione jest twierdzenie, że wysokie korelacje przyrostu rocznego introdukowanych drzew z wybranymi parametrami klimatycznymi, ich reakcje przyrostowe zgodne z reakcjami gatunków rodzimych lub naturalne odnawianie się świadczy o „dostosowaniu się gatunku do warunków klimatycznych w Polsce” (str. 160, 171). Cechy te świadczą jedynie o tym, że wymagania badanego gatunku w stosunku do warunków klimatycznych i jego fizjologia przyrostu są podobne do naszych rodzimych drzew, co pozwala mu na wzrost i rozwój w miejscu introdukcji. Termin „dostosowanie się” sugeruje, że fizjologia osobnika zmieniła się w porównaniu do drzew z populacji rodzimej, co najprawdopodobniej nie jest prawdą, a w każdym bądź razie zagadnienie to nie było przez Doktoranta badane.

5) Nie rozumiem na czym mógłby polegać fizjologiczny mechanizm „odreagowania” (np. str. 162, 164, 166, 171, 173, 175, 176, 178, 180) wysokim przyrostem (pozytywnym rokiem wskaźnikowym) na występujący w poprzednim roku bardzo niski przyrost (negatywny rok wskaźnikowy). Nawet na poziomie całego ekosystemu, gdzie poszczególne drzewa w różnym stopniu reagują na czynniki stresowe, las potrzebuje do czterech lat, aby powrócić do równowagi po ekstremalnych zdarzeniach takich jak np. susze (Wu i in. 2018). Tym bardziej więc, jeśli pojedyncze drzewo miało w roku poprzednim bardzo niski przyrost wymuszony niekorzystnymi warunkami klimatycznymi, to w kolejnym roku, przy średnich warunkach klimatycznych takie drzewo będzie się raczej regenerować po deficycie/uszkodzeniu roku poprzedniego. Tak więc wystąpienie dodatniego roku wskaźnikowego natychmiast po negatywnym musiałoby być albo efektem bardzo sprzyjających warunków klimatycznych w tym roku, albo wynikiem błędnego wyznaczenia tych lat – czego nie byłem w stanie zweryfikować nie znając założeń poczynionych w pakiecie dplR użytym do ich wyznaczania.



6) Interpretując wyniki Doktorant opiera się często na niepublikowanych danych, których nikt nie jest zweryfikować, gdyż praca nie zawiera ich zestawienia (np. zwarcie kęp w których były pobierane próby, zabiegi wykonywane w kępach drzew i intensywność tych zabiegów, zagęszczenie drzew na jednostkę powierzchni, intensywność zamierania drzew, itp.). Pochodzenie tych danych jest niewiadome – w metodyce nie ma opisu ich źródła ani metodyki ich pomiaru. Podważa to jedną z podstawowych zasad publikowania badań naukowych, która mówi, że informacja zawarta w pracy powinna umożliwić dowolnemu innemu badaczowi powtórzenie badań i analiz. Tego typu informacje, jeśli pochodzą z własnych obserwacji/pomiarów, czy kwerend w archiwach, muszą bezwzględnie być załączone do rozprawy doktorskiej jako aneks. W dysertacji przedstawionej przez mgra Gławendę czytelnik jest zmuszony do przyjęcia przedstawianych przez niego argumentów „na wiarę”, co w naukach ścisłych jest nieakceptowalne.

7) Doktorant nie zrobił także należytej kwerendy literatury przedmiotu, co spowodowało niewłaściwą/wątpliwą interpretację otrzymanych wyników w oparciu o intuicję. Np. obserwowany u kilku gatunków (w tym np. jodły kaukaskiej) wzrost średniej szerokości przyrostów rocznych w ostatnich 20-25 latach, jest interpretowany przez Autora jako prawdopodobny wpływ rozluźnienia drzewostanu. Brak jakiegokolwiek zestawienia zabiegów gospodarczych w badanych drzewostanach powoduje, że nie trudno zweryfikować, czy jakiegokolwiek rozluźnienie rzeczywiście miało miejsce. Tymczasem zjawisko wzrostu średniej szerokości słoików rocznych w ostatnim ćwierćwieczu jest znane z literatury dendrochronologicznej, np. dla naszego rodzimego świerka i tłumaczone obniżeniem się ilości zanieczyszczeń atmosferycznych, ociepleniem klimatu lub wzrostem dostępności składników odżywczych, itp. (np. Kolář et al. 2015, 2017; Cienciala et al. 2017). Podobnie wynik modelowania niszy bioklimatycznej, ujawniający u wielu gatunków dużo szerszy potencjalny zasięg niż zasięg zrealizowany nie jest żadną nowością. Większość naszych rodzimych europejskich gatunków drzew zajmuje średnio poniżej 40% potencjalnej koperty bioklimatycznej (Svenning i Skov 2004). Również rozbieżność pomiędzy regionami/stanowiskami w liczbie lat wskaźnikowych, a nawet ich nacechowaniu dodatnim lub ujemnym nie powinna dziwić (str. 176) w kontekście regionalizacji sygnału dendrochronologicznego, która nawet w skali naszego kraju jest zjawiskiem znanym i dawno opisanym (np. Zielski i Krapiec 2004). Dlaczego Doktorant nie używa tych argumentów i nie cytuje tych (lub podobnych) prac dyskutując wyniki?

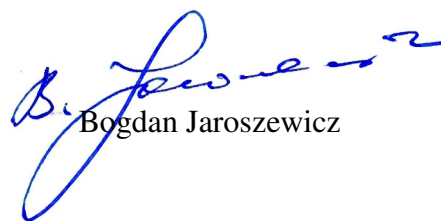
## Podsumowanie

Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 Nr 650 poz. 595, z późn. zmianami) przewiduje, że „Rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką promotora [...] powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego” oraz „wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej”. Mając powyższe na uwadze, przyjąłem w podsumowaniu następujące kryteria oceny rozprawy doktorskiej mgra Mariusza Gławendy: znaczenie podjętej tematyki badań, poprawność sformułowania celów badawczych i hipotez, metodyka badań, struktura rozprawy oraz warsztat badawczy Autora. W zakresie **znaczenia tematyki badań**, jest to praca ważna nie tylko z poznawczego, ale również z aplikacyjnego punktu widzenia. Co prawda nie zgadzam się ze stwierdzeniem Doktoranta, że gatunki obce mogą okazać się w przyszłości rozwiązaniem problemu zagrożenia „istnienia lasów w Polsce”, bo w ekstremalnej sytuacji wymierania lasów badane gatunki obce, pochodzące z klimatów bardziej wilgotnych nie pozwolą na utrzymanie pokrywy leśnej. Jednak można założyć, że przy mniej drastycznych zmianach mogą one okazać się ewentualnym zamiennikiem dla ustępujących gatunków krajowych. **Cele badawcze i hipotezy** zostały sformułowane w sposób prawidłowy. Jednak jeden ze sformułowanych celów nie został zrealizowany: „próba syntezy efektów introdukcji dla gospodarki leśnej i trwałości zespołów leśnych w kontekście ocieplania się i osuszania klimatu w Polsce”. Jedyne przy niektórych gatunkach autor wspomina o ich potencjalnej przydatności, jednak nie przy wszystkich, a już z pewnością zabrakło w pracy próby syntezy tego tematu. **Metodyka badań** jest obciążona dużą liczbą błędów i uchybień opisanych szczegółowo w niniejszej recenzji. Należy podkreślić, że co prawda Doktorant używa zaawansowanych narzędzi statystycznych (program R, program MaxEnt), to jednocześnie z niezrozumiałych względów ignoruje podstawowe analizy statystyczne. **Struktura rozprawy** jest poprawna w swym schemacie, jednak treść niektórych rozdziałów nie odpowiada standardom. Zwłaszcza rozdział przedstawiający wyniki został niepotrzebnie rozszerzony o ich interpretację, co zaowocowało bardzo słabą dyskusją, powtarzającą interpretacje wcześniej przytoczone w wynikach. **Warsztat badawczy** Doktoranta oprócz opanowania metodyki badań dendrochronologicznych obejmuje użycie metod modelowania ekologicznego, co należy uznać za jego wielką zaletę. Przeprowadzone badania i analizy udowodniły, że posiadał on umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Niestety w zakresie prawidłowego pisania publikacji naukowych warsztat ten jest zaskakująco słaby jak na badacza, który jest autorem lub współautorem kilku artykułów o charakterze naukowym, w tym dwóch w recenzowanym czasopiśmie z listy Journal Citation Reports (Sylwan). Jako słabe strony warsztatu należy wymienić przede wszystkim: brak opisu metody pozyskania części danych, brak

wyraźnego rozgraniczenia prezentacji wyników z ich interpretacją, brak podstawowych analiz statystycznych, przytaczanie informacji zaczerpniętych z opublikowanych prac innych autorów bez cytowania ich źródła, niepełne opisy i brak legend w rycinach zmuszające czytelnika do poszukiwania w tekście informacji co oznacza np. dany odcień szarości (ryc. 4 i dalsze). Tymczasem każda figura i każda tabela w pracy naukowej powinna być „samoobjaśniająca się”. Dodatkowo część wniosków końcowych pracy jest moim zdaniem nieuprawniona: 1) o udatności introdukcji gatunku świadczy przeżywalność introdukowanych osobników i ewentualnie ich sukces rozrodczy, a nie ich reakcja przyrostowa; 2) modelowanie przy użyciu programu MaxEnt, z użyciem zmiennych bioklimatycznych, nie wskazuje na „prawdopodobieństwo naturalnego występowania gatunku” ani nie pozwala na przewidzenie, czy dany gatunek odnajdzie dla siebie potencjalną niszę ekologiczną, o czym wspominałem w szczegółowej części recenzji; 3) badane gatunki obce niekoniecznie będą mieć znaczenie dla naszej gospodarki leśnej w kontekście zmian klimatu, gdyż pochodzą co prawda z cieplejszych klimatów, ale o wyższych sumach opadów, tymczasem przyrost drewna w naszej strefie klimatycznej już współcześnie jest limitowany nie temperaturą, a brakiem wody (Babst i in. 2019), tak więc warunki bioklimatyczne raczej ulegną pogorszeniu a nie polepszeniu z punktu widzenia badanych gatunków; 4) gatunki obce nie przyczynią się do „utrzymania zespołów leśnych w kontekście zmian klimatu w Polsce”, ponieważ po wymianie rodzimych gatunków drzew na gatunki obce, zbiorowisko leśne zostanie przekształcone w zupełnie inne, prawdopodobnie nie mające analogii we współczesnej roślinności naszego kraju (będą to albo zbiorowiska zastępcze, albo tzw. „novel ecosystems”), a więc wprost przeciwnie, wprowadzenie gatunków obcych może przyczynić się raczej do jeszcze szybszego przekształcenia/degradacji naszych krajowych zespołów leśnych, a nie ich zachowania.

**Podsumowując, praca zawiera usterki na etapie założeń metodycznych, analiz i prezentacji wyników oraz dyskusji i formułowania wniosków. Jednak praca stanowi rozwiązanie oryginalnego problemu naukowego i nie ma podstaw, by zanegować twierdzenie, że Doktorant opanował warsztat badawczy z dziedziny dendrochronologii i wykazał dojrzałość do prowadzenia badań w dziedzinie, której praca dotyczy. Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska spełnia (choć jedynie w stopniu dostatecznym) wymagania stawiane przez ustawodawcę pracom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie mgr Mariusza Gławendy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

Białowieża, 24 czerwca 2019 roku



Bogdan Jaroszewicz

### **Literatura cytowana w recenzji:**

Babst F, Bouriaud O, Poulter B, Trouet V, Girardin MP, Frank DC (2019) Twentieth century redistribution in climatic drivers of global tree growth. *Sci Adv*, 5, 1, eaat4313

DOI:10.1126/sciadv.aat4313

Bunn A, Korpela M, Biondi F, Campelo F, Mérian P, Qeadan F, Zang C, Buras A, Cecile J, Mudelsee M, Schulz M, Pucha-Cofrep D, Wernicke J (2018) Package 'dplR'. *Dendrochronology Program Library in R*, Version 1.6.9

Cienciala E, Altman J, Doležal J, Kopáček J, Štěpánek P, Stáhl G, Tumajer J (2018) Increased spruce tree growth in Central Europe since 1960s. *Sci Total Environ* 619–620:1637–1647. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.138>

Kolář T, Čermák P, Oulehle F, Trnka M, Štěpánek P, Cudlín P, Hruška J, Büntgen U, Rybníček M (2015) Pollution control enhanced spruce growth in the “Black Triangle” near the Czech-Polish border. *Sci Total Environ* 538:703–711. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.105>

Kolář T, Čermák P, Trnka M, Žid T, Rybníček M (2017) Temporal changes in the climate sensitivity of Norway spruce and European beech along an elevation gradient in Central Europe. *Agric For Meteorol* 239:24–33. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.02.028>

Svenning J-C, Skov F (2004) Limited filling of the potential range in European tree species. *Ecol Lett* 7:565-573

Wu X, Liu H, Li X, Ciais P, Babst F, Guo W, et al. (2018) Differentiating drought legacy effects on vegetation growth over the temperate Northern Hemisphere. *Global Change Biology*, 24:504-516.



UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Biologii  
Instytut Botaniki  
Białowieńska Stacja Geobotaniczna



dr hab. inż. Bogdan Jaroszewicz, prof. ucz.  
Białowieńska Stacja Geobotaniczna  
Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego  
ul. Sportowa 19  
17-230 Białowieża

## **Recenzja** **pracy doktorskiej mgr Mariusza Gławendy** **"Dendroekologiczna analiza przyrostów rocznych** **introdukowanych gatunków drzew leśnych"**

Znajomość biologii gatunków obcych, a zwłaszcza czynników decydujących o kolonizacji przez nie nowych terenów i czynników ograniczających ich rozwój i namnażanie się, jest bardzo istotna zarówno z gospodarczego jak i ekologicznego punktu widzenia. Bez tych informacji nie jest możliwe dokonanie oceny zagrożenia niekontrolowanym rozprzestrzenieniem się gatunku (inwazji) ani dokonanie oceny jego potencjalnej gospodarczej przydatności. W przypadku drzew, bardzo istotnym elementem oceny przydatności gospodarczej jest ich produktywność, która zależy m.in. od ich fizjologicznej reakcji na warunki środowiskowe miejsca introdukcji. Zbadanie czynników wpływających na przyrost drzew poza ich naturalnym zasięgiem jest sporym wyzwaniem, gdyż badacze dysponują na potrzeby badań z reguły bardzo niewielką populacją, do tego często są to populacje nieznannej proveniencji i jakości genetycznej. W przypadku analiz dendroklimatologicznych dodatkową komplikacją jest duża liczba złożonych interakcji decydujących o szerokości słoja rocznego w danym roku, które mogą w znacznym stopniu maskować wpływ czynników klimatycznych, zwłaszcza w lokalizacjach, w których temperatura czy wilgotność nie są czynnikami ograniczającymi. Tak więc Doktorant podjął temat bardzo ambitny i istotny z punktu widzenia nauki i praktyki leśnej.

W maszynopisie liczącym 196 stron i zawierającym 98 rycin, 12 tabel i 132 pozycje literatury (plus odsyłacze do 20 stron internetowych) mgr Mariusz Gławenda analizuje klimatyczne uwarunkowania przyrostów radialnych dziewięciu nagonasiennych obcych gatunków drzew

wprowadzonych do polskich lasów w okresie ostatnich dwóch wieków. Materiał do badań został zebrany z 27 stanowisk położonych głównie w Polsce północno-zachodniej i środkowej. Liczba przebadanych stanowisk waha się od jednego dla jodły kaukaskiej i choiny zachodniej do siedmiu dla żywotnika olbrzymiego. Próby drewna do badań były pobierane świdrem Presslera, po dwa odwierty z 10 drzew na stanowisku. Lokalne uwarunkowania spowodowały jednak, że na jednym stanowisku cyprysika Lawsona próby pobrano tylko z pięciu drzew, natomiast na dwóch stanowiskach (odpowiednio sosny czarnej i sosny smołowej) z 21 i 31 drzew. Charakterystyki siedliskowe badanych drzewostanów zostały pozyskane z Bazy Danych o Lasach, a dane meteorologiczne pozyskano ze stacji meteorologicznych położonych najbliżej badanych stanowisk, a posiadających długie ciągi obserwacyjne. Do zbadania potencjalnego prawdopodobieństwa przydatności polskich warunków klimatycznych do hodowli badanych gatunków drzew Doktorant wykorzystał metodę MaxEnt (Philips i in. 2004 i 2006) i wybrane zmienne bioklimatyczne z bazy danych Bioclim (Hijmans i in. 2005). Metodyka badań mieści się w standardzie badań dendrochronologicznych, jednak niektóre jej szczegóły mające wpływ na wiarygodność uzyskanych wyników i możliwość ich interpretacji budzą poważne wątpliwości metodyczne. Wątpliwości te powinny zostać przez Doktoranta wychwycone i omówione w pracy, jednak skoro zostały zignorowane, więc mam nadzieję, że ustosunkuje się przynajmniej do najważniejszych z nich:

1) Co prawda próba 10 drzew wystarczająco dobrze reprezentowała lokalny sygnał dendrochronologiczny w badaniach Mäkinen i Vanninen (1999), to jednak Ci sami autorzy podkreślają, że im większa próba, tym odzwierciedlenie sygnału klimatycznego w chronologii jest bardziej wiarygodne. Należy też uwzględnić, że Mäkinen i Vanninen pracowali w Finlandii, a więc regionie, w którym klimat odgrywa dużo ważniejszą rolę w kształtowaniu przyrostów drzew niż ma to miejsce w strefie klimatu umiarkowanego, w dodatku na stosunkowo dobrze uwodnionych i żyznych siedliskach objętych badaniami. W związku z tym należy zadać pytanie, czy próba złożona z 10 drzew rzeczywiście jest wystarczająca?

2) Ze względu na to, że wiarygodność odzwierciedlenia sygnału klimatycznego rośnie z liczbą drzew w próbie, stanowiska na których pobrano próby z 20 lub 30 drzew mają wyższą wiarygodność sygnału od stanowisk „standardowych”, gdzie pobrano je tylko z 10 drzew. Z kolei stanowisko na którym próby pobrano tylko z pięciu drzew ma tę wiarygodność niższą (świadczą o tym m.in. niska wartość współczynnika  $EPS = 0,650$ ; Tab. 7, str. 73). Jak te różnice w wiarygodności odzwierciedlenia sygnału w chronologii mogły wpłynąć na uzyskanie wyniki i ich interpretację?

3) W trakcie składania chronologii odrzucano część prób najbardziej odbiegających od średniej. W związku z tym również na stanowiskach, gdzie próby pobrano z 10 drzew, do

chronologii mogła wejść ich mniejsza liczba. Tak więc procedura dobierania odwiertów do chronologii mogła doprowadzić do obniżenia wiarygodności odzwierciedlenia sygnału dendrochronologicznego w chronologiach budowanych na bazie 10 drzew, redukując ich liczbę w składanej chronologii. Ile takich chronologii było i jak wpłynęło to na uzyskane wyniki badań?

4) W pracy brak informacji o przyjętym przez Autora progu zmiany szerokości przyrostu rocznego, która kwalifikowała dany rok jako wskaźnikowy. Jest podany próg liczby zgodnych serii (dana reakcja musiała wystąpić w >75% prób), ale to jest tylko jeden z dwóch parametrów, które w pakiecie dplR należy ustawić indywidualnie dla tej analizy (Bunn i in. 2018). Brak tej informacji powoduje, że ocena prawidłowości wyznaczenia i interpretacji lat wskaźnikowych nie jest możliwa. Z kolei wyznaczając lata wskaźnikowe dla gatunku (na podstawie chronologii wszystkich stanowisk) Doktorant przyjął, że jeśli lata wskaźnikowe o tym samym znaku wystąpiły na większości stanowisk danego gatunku, to jest to jego rok wskaźnikowy. Takie założenie przekłada się na niejednakową wiarygodność lat wskaźnikowych wyznaczonych dla różnych gatunków. Dla jodły kaukaskiej i choiny zachodniej za rok wskaźnikowy dla gatunku przyjęto rok z pojedynczego stanowiska, a więc odpowiedź przyrostową 10 drzew na zmienność lokalnych warunków środowiskowych uznano za charakterystyczną dla gatunku w kraju introdukcji. Dla obu cyprysików rokiem wskaźnikowym był taki rok, gdzie istotna dodatnia lub ujemna zmiana przyrostu została zaobserwowana na dwóch stanowiskach, czyli wszystkich przebadanych. Natomiast dla żywotnika olbrzymiego progiem uznania za rok wskaźnikowy było wystąpienie silnej reakcji przyrostowej o zgodnym znaku na co najmniej czterech stanowiskach z siedmiu badanych. Jest oczywiste, że prawdopodobieństwo zaobserwowania zjawiska jest zupełnie inne na pojedynczym stanowisku, niż na dwóch stanowiskach na dwa, czy czterech stanowiskach na siedem. Praca nie zawiera żadnej interpretacji czy dyskusji tych różnic. Wręcz przeciwnie, Doktorant bezrefleksyjnie porównuje liczbę lat wskaźnikowych wykazanych dla poszczególnych gatunków (str. 120), nie uwzględniając tego, że różnica może wynikać z liczby badanych stanowisk, specyficznych warunków mikroklimatycznych panujących na pojedynczym stanowisku oraz w dużym stopniu z różnic w długości chronologii gatunków. Tymczasem zmienność liczby lat wskaźnikowych wewnątrz grupy stanowisk żywotnika, czyli jednego z badanych gatunków, była zbliżona do zmienności tej liczby między wszystkimi gatunkami i wahała się od 12 na stanowisku DOZY po 33 na stanowisku BKZY, w tym od 5 do 17 lat negatywnych i od 5 do 16 lat pozytywnych.

5) Doktorant nie podaje jednoznacznie jakie zmienne bioklimatyczne zostały użyte do modelowania metodą MaxEnt. Jedynie domyślam się, że były to cztery zmienne: para standardowych zmiennych dla wszystkich gatunków (BIO1 i BIO12) + para zmiennych dobierana dla każdego gatunku osobno. Jednak na jakiej podstawie określone zostały wybrane dodatkowe

pary zmiennych do modelowania, skoro przy wielu gatunkach wartość wskaźnika AUC zmiennych nieuwzględnionych była bardzo zbliżona lub nawet wyższa niż pary wybranej (np.: BIO11 dla żywotnika, BIO17 dla cyprysika groszkowego, BIO9 dla cyprysika Lawsona, itd.)? Dlaczego do modelowania użyto tylko czterech zmiennych bioklimatycznych, skoro nie wynika to z ograniczeń programu?

W dalszej części pracy Doktorant wykonał analizy, które obejmowały dla każdego z badanych gatunków: złożenie rzeczywistych i rezydualnych chronologii, określenie warunków pogodowych (średnia miesięczna temperatura i średnia miesięczna suma opadów dla miesięcy roku przyrostu i połowy roku poprzedzającego) najsilniej korelujących z przyrostem rocznym badanych drzew, wyznaczenie lat wskaźnikowych, porównanie wybranych charakterystyk bioklimatycznych badanych stanowisk z charakterystykami zasięgu naturalnego oraz modelowanie przewidywanego prawdopodobieństwa obecności gatunku w regionie pochodzenia i jego przetrwania/rozwoju w regionie introdukcji. W interpretacji wyników, oprócz danych meteorologicznych, zostały częściowo uwzględnione również inne czynniki mogące mieć wpływ na przyrost: siedlisko, wiek drzew, kondycja drzew (stan fitosanitarny), zabiegi gospodarcze prowadzone w drzewostanie, itp. W tej części pojawia się szereg uchybień warsztatowych i interpretacyjnych, z których omówię w mojej opinii najważniejsze lub najczęściej powtarzające się:

1) W wielu miejscach, przy omawianiu wyników, Doktorant jednocześnie dokonywał ich interpretacji co powinno mieć miejsce dopiero w dyskusji. Być może zresztą jest to powód dla którego dyskusja jest bardzo daleka od tego, czego należałoby oczekiwać w pracy doktorskiej. Na przykład na str. 74 pisze: „Na niektórych stanowiskach widoczna jest wręcz odwrotność trendu wiekowego. Może mieć to związek z wysoką cienioznością *T. plicata* i późną kulminacją wzrostu.”. O ile pierwsze z przytoczonych zdań jest wynikiem własnym uzyskanym przez Doktoranta, to drugie jest już dyskusją/interpretacją tego wyniku na podstawie informacji literaturowych (Autor nie badał osobiście ani cieniozności żywotnika ani dynamiki jego wzrostu), a skoro tak, to należało tę interpretację umieścić w dyskusji i opatrzyć cytowane twierdzenie stosownym odsyłaczem do literatury, którego brak. Tego typu uchybienia powtarzają się przy omawianiu wyników analiz większości badanych gatunków.

2) Jakość pięciu złożonych chronologii była niższa od przyjętego progu  $EPS = 0,85$  (tab. 7, str. 73), który miał zapewnić jednorodność sygnału klimatycznego reprezentowanego przez poszczególne próby. Niestety ani obniżona liczba drzew, które weszły do chronologii w wyniku odrzucenia chronologii silnie odbiegającej od średniej, ani niska wartość współczynnika EPS nie zostały uwzględnione przy dyskusji/interpretacji wyników. Na przykład stanowisko żywotnika olbrzymiego PIZY, o niskim  $EPS = 0,709$ , jest jednym z trzech, dla których znaleziono zależność



przyrostu od temperatur stycznia i jednym z zaledwie dwóch, gdzie taką zależność znaleziono dla grudnia (str. 75). Mimo to, Doktorant traktuje te zależności jakby były uzyskane na podstawie prawidłowych wysokiej jakości chronologii. Może jednak te zależności są jedynie lokalnym artefaktem związanym z niską jakością tej chronologii? Również interpretując wyniki, np. wyjaśniając różnicę w średniej szerokości słoików rocznych między dwoma przebadanymi stanowiskami cyprysika Lawsona Doktorant tłumaczy ją żyznością siedliska lub różnicą w zwarcu drzewostanu (str. 85), ale ani słowem nie wspomina o tym, że jedno z tych stanowisk charakteryzowało się bardzo niskim  $EPS = 0,650$  i niską liczbą prób (pięć drzew), co mogło mieć wpływ na uzyskany wynik. Dodatkowo stwierdza, że różnica ta była „znaczna” (str. 84), choć nie wyjaśnia na podstawie czego uznano, że różnica między średnią szerokością słoika rocznego 1,13 mm i 1,76 mm jest „znaczna”? Co oznacza termin „znaczna różnica”? Co jest wyznacznikiem „znaczności”, skoro różnica nie została zbadana statystycznie?

3) W całej pracy Doktorant często używa tego typu nieprecyzyjnych terminów, np.: „duża różnica”, „znaczna różnica”, „duże zróżnicowanie”, „zdecydowanie najniższa”, itp., nie podając co jest miarą lub wyznacznikiem tych terminów (brak wartości statystyk testowych, wartości współczynnika istotności, itp.). Czy te różnice rzeczywiście miały biologiczne znaczenie? Z kolei w działach „Wyniki analiz dendroklimatologicznych” Doktorant pisze o „istotnych statystycznie korelacjach” przedstawionych na rycinach, ale nigdzie nie podał ani jaki współczynnik korelacji był liczony (liniowy, rang, krzyżowy?) ani jaki przyjął próg istotności statystycznej i jakiej procedury statystycznej użył do jego wyznaczenia. Podobnie wskazując zmienne odpowiedzialne za szerokość przyrostów rocznych Doktorant powinien wykonać odpowiednie analizy statystyczne (najlepiej zbudować model), który pozwoliłby na uwiarygodnienie jego wnioskowania. Na przykład dla sosny wejmutki (str. 101/102) Doktorant napisał: „Na stanowisku ZAWĘ drzewa osiągnęły największy średni przyrost ponieważ rosły w żyznym siedlisku lasu świeżego”. Tego typu wnioskowanie miałyby jakąś podstawę, gdyby badane stanowiska były położone w bardzo bliskiej odległości, zapewniającej zbliżone warunki klimatyczne oraz były objęte takimi samymi zabiegami pielęgnacyjnymi, a siedlisko było jedyną cechą różnicującą stanowiska. Tymczasem stanowiska dzieliły często setki kilometrów. Skąd więc Autor wiedział, że wyższy średni przyrost na stanowisku ZAWĘ był efektem żyzności siedliska, a nie np. wyjątkowo sprzyjającego lokalnego klimatu, stabilności uwilgotnienia gleby, korzystnej ekspozycji na skłonie wzgórza, proveniencji drzew, wyższego/nizszego poziomu immisji, albo zabiegów pielęgnacyjnych? Za zaobserwowany efekt może odpowiadać tak wiele zmiennych, że bez odpowiedniej analizy statystycznej nie da się wiarygodnie wskazać tej o najsilniejszym wpływie. Sposób wnioskowania przyjęty przez Autora, oparty wyłącznie o intuicję i „wiedzę ekspercką” odbiega od standardów metody naukowej.

4) Doktorant używa w pracy również szeregu terminów w sposób niewłaściwy lub nieuprawniony. Na przykład wyniki modelowania przy użyciu programu MaxEnt określa jako „potencjalną niszę ekologiczną” (str. 155, 157, 162, 171, 178, 181, 183), podczas gdy nisza ekologiczna jest pojęciem dużo szerszym niż tylko charakterystyka lokalnych warunków bioklimatycznych. W innym miejscu wynik tego modelowania określa jako „prawdopodobieństwo naturalnego występowania” gatunku (str. 164, 167, 176), co też nie jest właściwe, gdyż prawdopodobieństwo naturalnego występowania północnoamerykańskich gatunków w Europie jest zerowe, ze względu na izolację geograficzną. Philips i in. (2004, 2006) podali, że „the output [of MaxEnt] can be interpreted as predicted probability of presence”, czyli jest to przewidywane prawdopodobieństwo obecności gatunku przy modelowaniu zasięgów naturalnych. Używając tego programu do sprawdzenia, czy warunki bioklimatyczne umożliwiają rozwój gatunku w regionie introdukcji powinno się mówić co najwyżej, że wynik jest prawdopodobieństwem rozwoju/trwania gatunku w danym regionie. Równie nieuprawnione jest twierdzenie, że wysokie korelacje przyrostu rocznego introdukowanych drzew z wybranymi parametrami klimatycznymi, ich reakcje przyrostowe zgodne z reakcjami gatunków rodzimych lub naturalne odnawianie się świadczy o „dostosowaniu się gatunku do warunków klimatycznych w Polsce” (str. 160, 171). Cechy te świadczą jedynie o tym, że wymagania badanego gatunku w stosunku do warunków klimatycznych i jego fizjologia przyrostu są podobne do naszych rodzimych drzew, co pozwala mu na wzrost i rozwój w miejscu introdukcji. Termin „dostosowanie się” sugeruje, że fizjologia osobnika zmieniła się w porównaniu do drzew z populacji rodzimej, co najprawdopodobniej nie jest prawdą, a w każdym bądź razie zagadnienie to nie było przez Doktoranta badane.

5) Nie rozumiem na czym mógłby polegać fizjologiczny mechanizm „odreagowania” (np. str. 162, 164, 166, 171, 173, 175, 176, 178, 180) wysokim przyrostem (pozytywnym rokiem wskaźnikowym) na występujący w poprzednim roku bardzo niski przyrost (negatywny rok wskaźnikowy). Nawet na poziomie całego ekosystemu, gdzie poszczególne drzewa w różnym stopniu reagują na czynniki stresowe, las potrzebuje do czterech lat, aby powrócić do równowagi po ekstremalnych zdarzeniach takich jak np. susze (Wu i in. 2018). Tym bardziej więc, jeśli pojedyncze drzewo miało w roku poprzednim bardzo niski przyrost wymuszony niekorzystnymi warunkami klimatycznymi, to w kolejnym roku, przy średnich warunkach klimatycznych takie drzewo będzie się raczej regenerować po deficycie/uszkodzeniu roku poprzedniego. Tak więc wystąpienie dodatniego roku wskaźnikowego natychmiast po negatywnym musiałoby być albo efektem bardzo sprzyjających warunków klimatycznych w tym roku, albo wynikiem błędnego wyznaczenia tych lat – czego nie byłem w stanie zweryfikować nie znając założeń poczynionych w pakiecie dplR użytym do ich wyznaczania.

6) Interpretując wyniki Doktorant opiera się często na niepublikowanych danych, których nikt nie jest zweryfikować, gdyż praca nie zawiera ich zestawienia (np. zwarcie kęp w których były pobierane próby, zabiegi wykonywane w kępach drzew i intensywność tych zabiegów, zagęszczenie drzew na jednostkę powierzchni, intensywność zamierania drzew, itp.). Pochodzenie tych danych jest niewiadome – w metodyce nie ma opisu ich źródła ani metodyki ich pomiaru. Podważa to jedną z podstawowych zasad publikowania badań naukowych, która mówi, że informacja zawarta w pracy powinna umożliwić dowolnemu innemu badaczowi powtórzenie badań i analiz. Tego typu informacje, jeśli pochodzą z własnych obserwacji/pomiarów, czy kwerend w archiwach, muszą bezwzględnie być załączone do rozprawy doktorskiej jako aneks. W dysertacji przedstawionej przez mgra Gławendę czytelnik jest zmuszony do przyjęcia przedstawianych przez niego argumentów „na wiarę”, co w naukach ścisłych jest nieakceptowalne.

7) Doktorant nie zrobił także należytej kwerendy literatury przedmiotu, co spowodowało niewłaściwą/wątpliwą interpretację otrzymanych wyników w oparciu o intuicję. Np. obserwowany u kilku gatunków (w tym np. jodły kaukaskiej) wzrost średniej szerokości przyrostów rocznych w ostatnich 20-25 latach, jest interpretowany przez Autora jako prawdopodobny wpływ rozluźnienia drzewostanu. Brak jakiegokolwiek zestawienia zabiegów gospodarczych w badanych drzewostanach powoduje, że nie trudno zweryfikować, czy jakiegokolwiek rozluźnienie rzeczywiście miało miejsce. Tymczasem zjawisko wzrostu średniej szerokości słoików rocznych w ostatnim ćwierćwieczu jest znane z literatury dendrochronologicznej, np. dla naszego rodzimego świerka i tłumaczone obniżeniem się ilości zanieczyszczeń atmosferycznych, ociepleniem klimatu lub wzrostem dostępności składników odżywczych, itp. (np. Kolář et al. 2015, 2017; Cienciala et al. 2017). Podobnie wynik modelowania niszy bioklimatycznej, ujawniający u wielu gatunków dużo szerszy potencjalny zasięg niż zasięg zrealizowany nie jest żadną nowością. Większość naszych rodzimych europejskich gatunków drzew zajmuje średnio poniżej 40% potencjalnej koperty bioklimatycznej (Svenning i Skov 2004). Również rozbieżność pomiędzy regionami/stanowiskami w liczbie lat wskaźnikowych, a nawet ich nacechowaniu dodatnim lub ujemnym nie powinna dziwić (str. 176) w kontekście regionalizacji sygnału dendrochronologicznego, która nawet w skali naszego kraju jest zjawiskiem znanym i dawno opisanym (np. Zielski i Krapiec 2004). Dlaczego Doktorant nie używa tych argumentów i nie cytuje tych (lub podobnych) prac dyskutując wyniki?

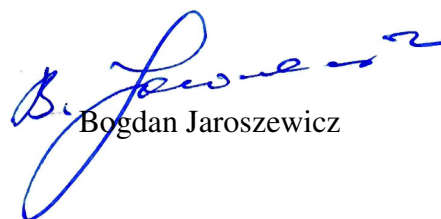
## Podsumowanie

Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 Nr 650 poz. 595, z późn. zmianami) przewiduje, że „Rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką promotora [...] powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego” oraz „wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej”. Mając powyższe na uwadze, przyjąłem w podsumowaniu następujące kryteria oceny rozprawy doktorskiej mgra Mariusza Gławendy: znaczenie podjętej tematyki badań, poprawność sformułowania celów badawczych i hipotez, metodyka badań, struktura rozprawy oraz warsztat badawczy Autora. W zakresie **znaczenia tematyki badań**, jest to praca ważna nie tylko z poznawczego, ale również z aplikacyjnego punktu widzenia. Co prawda nie zgadzam się ze stwierdzeniem Doktoranta, że gatunki obce mogą okazać się w przyszłości rozwiązaniem problemu zagrożenia „istnienia lasów w Polsce”, bo w ekstremalnej sytuacji wymierania lasów badane gatunki obce, pochodzące z klimatów bardziej wilgotnych nie pozwolą na utrzymanie pokrywy leśnej. Jednak można założyć, że przy mniej drastycznych zmianach mogą one okazać się ewentualnym zamiennikiem dla ustępujących gatunków krajowych. **Cele badawcze i hipotezy** zostały sformułowane w sposób prawidłowy. Jednak jeden ze sformułowanych celów nie został zrealizowany: „próba syntezy efektów introdukcji dla gospodarki leśnej i trwałości zespołów leśnych w kontekście ocieplania się i osuszania klimatu w Polsce”. Jedyne przy niektórych gatunkach autor wspomina o ich potencjalnej przydatności, jednak nie przy wszystkich, a już z pewnością zabrakło w pracy próby syntezy tego tematu. **Metodyka badań** jest obciążona dużą liczbą błędów i uchybień opisanych szczegółowo w niniejszej recenzji. Należy podkreślić, że co prawda Doktorant używa zaawansowanych narzędzi statystycznych (program R, program MaxEnt), to jednocześnie z niezrozumiałych względów ignoruje podstawowe analizy statystyczne. **Struktura rozprawy** jest poprawna w swym schemacie, jednak treść niektórych rozdziałów nie odpowiada standardom. Zwłaszcza rozdział przedstawiający wyniki został niepotrzebnie rozszerzony o ich interpretację, co zaowocowało bardzo słabą dyskusją, powtarzającą interpretacje wcześniej przytoczone w wynikach. **Warsztat badawczy** Doktoranta oprócz opanowania metodyki badań dendrochronologicznych obejmuje użycie metod modelowania ekologicznego, co należy uznać za jego wielką zaletę. Przeprowadzone badania i analizy udowodniły, że posiadał on umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Niestety w zakresie prawidłowego pisania publikacji naukowych warsztat ten jest zaskakująco słaby jak na badacza, który jest autorem lub współautorem kilku artykułów o charakterze naukowym, w tym dwóch w recenzowanym czasopiśmie z listy Journal Citation Reports (Sylwan). Jako słabe strony warsztatu należy wymienić przede wszystkim: brak opisu metody pozyskania części danych, brak

wyraźnego rozgraniczenia prezentacji wyników z ich interpretacją, brak podstawowych analiz statystycznych, przytaczanie informacji zaczerpniętych z opublikowanych prac innych autorów bez cytowania ich źródła, niepełne opisy i brak legend w rycinach zmuszające czytelnika do poszukiwania w tekście informacji co oznacza np. dany odcień szarości (ryc. 4 i dalsze). Tymczasem każda figura i każda tabela w pracy naukowej powinna być „samoobjaśniająca się”. Dodatkowo część wniosków końcowych pracy jest moim zdaniem nieuprawniona: 1) o udatności introdukcji gatunku świadczy przeżywalność introdukowanych osobników i ewentualnie ich sukces rozrodczy, a nie ich reakcja przyrostowa; 2) modelowanie przy użyciu programu MaxEnt, z użyciem zmiennych bioklimatycznych, nie wskazuje na „prawdopodobieństwo naturalnego występowania gatunku” ani nie pozwala na przewidzenie, czy dany gatunek odnajdzie dla siebie potencjalną niszę ekologiczną, o czym wspominałem w szczegółowej części recenzji; 3) badane gatunki obce niekoniecznie będą mieć znaczenie dla naszej gospodarki leśnej w kontekście zmian klimatu, gdyż pochodzą co prawda z cieplejszych klimatów, ale o wyższych sumach opadów, tymczasem przyrost drewna w naszej strefie klimatycznej już współcześnie jest limitowany nie temperaturą, a brakiem wody (Babst i in. 2019), tak więc warunki bioklimatyczne raczej ulegną pogorszeniu a nie polepszeniu z punktu widzenia badanych gatunków; 4) gatunki obce nie przyczynią się do „utrzymania zespołów leśnych w kontekście zmian klimatu w Polsce”, ponieważ po wymianie rodzimych gatunków drzew na gatunki obce, zbiorowisko leśne zostanie przekształcone w zupełnie inne, prawdopodobnie nie mające analogii we współczesnej roślinności naszego kraju (będą to albo zbiorowiska zastępcze, albo tzw. „novel ecosystems”), a więc wprost przeciwnie, wprowadzenie gatunków obcych może przyczynić się raczej do jeszcze szybszego przekształcenia/degradacji naszych krajowych zespołów leśnych, a nie ich zachowania.

**Podsumowując, praca zawiera usterki na etapie założeń metodycznych, analiz i prezentacji wyników oraz dyskusji i formułowania wniosków. Jednak praca stanowi rozwiązanie oryginalnego problemu naukowego i nie ma podstaw, by zanegować twierdzenie, że Doktorant opanował warsztat badawczy z dziedziny dendrochronologii i wykazał dojrzałość do prowadzenia badań w dziedzinie, której praca dotyczy. Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska spełnia (choć jedynie w stopniu dostatecznym) wymagania stawiane przez ustawodawcę pracom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie mgr Mariusza Gławendy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

Białowieża, 24 czerwca 2019 roku



Bogdan Jaroszewicz

### **Literatura cytowana w recenzji:**

Babst F, Bouriaud O, Poulter B, Trouet V, Girardin MP, Frank DC (2019) Twentieth century redistribution in climatic drivers of global tree growth. *Sci Adv*, 5, 1, eaat4313

DOI:10.1126/sciadv.aat4313

Bunn A, Korpela M, Biondi F, Campelo F, Mérian P, Qeadan F, Zang C, Buras A, Cecile J, Mudelsee M, Schulz M, Pucha-Cofrep D, Wernicke J (2018) Package 'dplR'. *Dendrochronology Program Library in R*, Version 1.6.9

Cienciala E, Altman J, Doležal J, Kopáček J, Štěpánek P, Stáhl G, Tumajer J (2018) Increased spruce tree growth in Central Europe since 1960s. *Sci Total Environ* 619–620:1637–1647. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.138>

Kolář T, Čermák P, Oulehle F, Trnka M, Štěpánek P, Cudlín P, Hruška J, Büntgen U, Rybníček M (2015) Pollution control enhanced spruce growth in the “Black Triangle” near the Czech-Polish border. *Sci Total Environ* 538:703–711. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.105>

Kolář T, Čermák P, Trnka M, Žid T, Rybníček M (2017) Temporal changes in the climate sensitivity of Norway spruce and European beech along an elevation gradient in Central Europe. *Agric For Meteorol* 239:24–33. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.02.028>

Svenning J-C, Skov F (2004) Limited filling of the potential range in European tree species. *Ecol Lett* 7:565-573

Wu X, Liu H, Li X, Ciais P, Babst F, Guo W, et al. (2018) Differentiating drought legacy effects on vegetation growth over the temperate Northern Hemisphere. *Global Change Biology*, 24:504-516.