

Dr hab. inż. Sławomir Wilczyński, prof. URK
Katedra Ochrony Ekosystemów Leśnych
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
Al. 29-Listopada 46, 31-425 Kraków
e-mail: slawomir.wilczynski@urk.edu.pl
tel.: 668 22 43 23

Kraków 7.01.2024r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Katarzyny Izworskiej

pt.: Zapis zmian klimatycznych oraz zaburzeń w szerokościach przyrostów rocznych
modrzewia (*Larix decidua* Mill.) i limby (*Pinus cembra* L.) w Tatrach

wykonanej

w Katedrze Botaniki, Wydziału Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Instytutu Biologii i Nauk o
Ziemi, Uniwersytetu Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie,

pod kierunkiem

promotora dr hab. inż. Tomasz Zielonka, profesora Uniwersytetu Komisji Edukacji
Narodowej w Krakowie

oraz promotor pomocniczej dr inż. Elżbiety Muter z Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona
Kołłątaja w Krakowie.

Podstawą do wykonania niniejszej recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny – Nauki
Biologiczne Uniwersytetu Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie z dnia 29 listopada 2023
roku, która powołała mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej Pani mgr Katarzyny
Izworskiej.

1. Opis formalny rozprawy doktorskiej

Rozprawa jest złożona z cyklu trzech spójnych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w recenzowanych, wysoko punktowanych czasopismach naukowych, w których doktorantka jest pierwszą, korespondencyjną współautorką, mającą przeważający udział procentowy w niniejszych pracach.

Cykl powyższych prac występuje pod wspólnym tytułem: „*Zapis zmian klimatycznych oraz zaburzeń w szerokościach przyrostów rocznych modrzewia (*Larix decidua* Mill.) i limby (*Pinus cembra* L.) w Tatrach*” opatrzonej streszczeniem tychże artykułów.

Artykuł nr 1: Izworska, K., Muter, E., Fleischer, P., Zielonka, T. 2022. Delay of growth release after a windthrow event and climate response in a light-demanding species (European larch *Larix decidua* Mill.). *Trees* 36: 427–438.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00468-021-02218-4>, IF: 2,3; Punkty MEiN: 100

Artykuł nr 2: Izworska, K., Muter, E., Matulewski, P., Zielonka, T. 2023. Tree rings as an ecological indicator of the reaction of Swiss stone pine (*Pinus cembra* L.) to climate change and disturbance regime in the extreme environment of cliff forests. *Ecological Indicators* 148: 110102. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110102>

IF: 6,9; Punkty MEiN: 200

Artykuł nr 3: Izworska, K., Zielonka, T., Matulewski, P., Muter, E. 2023. Daily Climatic Data Better Explain the Radial Growth of Swiss Stone Pine (*Pinus cembra* L.) in High-Elevation Cliffs in the Carpathians. *Forests* 14 (7): 1411.

DOI: <https://doi.org/10.3390/f14071411>, IF: 2,9; Punkty MEiN: 100

Sumaryczna ilość punktów MEiN uzyskanych za powyższe artykuły: 400, Impact Factor (IF): 12,1, liczba cytowań według Scopus (13.11.2023 r.): 7

2. Ocena podjętej przez Doktorantkę problematyki badawczej

Obserwowane obecnie zmiany warunków klimatycznych rejestrowane w niemal każdym regionie kuli ziemskiej polegają głównie na stałym wzroście temperatury powietrza oraz wielokierunkowych zmianach wielkości opadów atmosferycznych, w tym szczególnie niebezpiecznego dla drzew i drzewostanów zjawiska, jakim jest coraz częstsze występowanie oraz wydłużanie się okresów bezopadowych. Scenariusze klimatyczne jednoznacznie wskazują na dalszy wzrost temperatury powietrza, skutkujący pozornie korzystnym dla drzew wydłużeniem się okresu wegetacyjnego, lecz równocześnie potęguje on negatywny wpływ na ich żywotność i możliwości przyrostowe niedoborów opadów w sezonie wegetacyjnym.

Stosunkowo szybkie tempo zmian warunków klimatycznych może ograniczać naturalne procesy ważne dla zachowania trwałości biocenoz oraz ekosystemów leśnych, zwłaszcza tych, które już teraz znajdują się w szczególnie trudnych warunkach środowiskowych, jakim są na przykład wysokie położenia górskie. Należy podkreślić, że lasy coraz bardziej są zagrożone, zarówno w skali od globalnego zasięgu poprzez pojedyncze drzewostany, a nawet do poszczególnych osobników.

Za obiecującą strategię poprawy adaptacji do zmieniających się na niekorzyść warunków środowiskowych, a tym samym trwałości lasów uważa się wprowadzanie lub utrzymanie najbardziej plastycznych gatunków drzew. To wymaga jednak sprawdzenia ich

dotychczasowych wymagań ekologicznych, w tym w szczególności klimatycznych, bowiem informacja o wrażliwości drzew na poszczególne elementy meteorologiczne daje możliwość predykcji ich witalności oraz zachowań przyrostowych w przyszłości przy określonych kierunkach zmian warunków klimatycznych.

Drzewa rosnące w strefie w klimacie umiarkowanym, w wielkościach odkładanych co roku słoików drewna, zapisują na przestrzeni wielu dziesięcioleci, a nawet setek lat, wartości poszczególnych elementów meteorologicznych, jak również wszelkiego rodzaju zdarzenia losowe, w tym tzw. „zaburzenia” o różnej skali, występujące w środowisku ich życia. Są one zatem niezwykle wdzięcznym obiektem tego typu badań.

Doktorantka w pracach składających się na dysertację podjęła się rozwiązania dwóch ważnych problemów. Po pierwsze podjęła ona próbę identyfikacji elementów klimatycznych mających istotny wpływ na kondycję przyrostową dwóch, ważnych dla środowiska przyrodniczego gór, gatunków drzew światłożądnych – modrzewia europejskiego *Larix decidua* oraz sosny limby *Pinus cembra* oraz, po drugie, rekonstrukcji występowania zdarzeń losowych i ich wpływu na zachowania przyrostowe oraz relacje klimat-przyrost obu ww. gatunków. Wybór akurat tych dwu gatunków drzew oraz miejsca badań jest bardzo przemyślany i cenny zarazem w związku z tym, że gatunki te mogą stanowić w przyszłości ważny element i składnik lasów wyższych położań górskich, zwłaszcza w dobie wycofywania się świerka z tych rejonów, a które to narażone są już obecnie, jak również będą w przyszłości, na zmiany warunków klimatycznych oraz na ekstremalne zdarzenia losowe.

Dobór plastycznych gatunków drzew oparty na ocenie ich dotychczasowych zdolności przystosowawczych i uwzględnieniu zmian ważnych dla ich wzrostu elementów klimatycznych jest istotny dla gospodarowania zasobami leśnymi, zwiększając, miejmy nadzieję, witalność oraz stabilność drzew i tworzonych przez nie drzewostanów stabilizujących z kolej krajobraz i środowisko ich życia. W zakresie badań naukowych pozwoli to na zrozumienie i przewidywanie zachodzących zmian w środowisku i ich przyrodniczych skutków. Analizy te są niezwykle ważne dla zrozumienia odpowiedzi drzew pionierskich na prognozowane zmiany klimatyczne oraz wszelkie zdarzenia losowe, dotyczące drzewostanów górskich, w tym szczególnie niebezpieczne masowe powały drzewostanów wywołane przez wiatr.

Identyfikacja powyższych zagadnień jest ważna i przydatna, zarówno dla teorii jak i praktyki nie tylko leśnej. Uzupełnia lukę badawczą w zakresie rozpoznania zachowań przyrostowych na różne czynniki środowiskowe gatunków, jakim jest modrzew oraz limba, dwa ważne składniki lasów wysokogórskich, zwłaszcza w epoce wycofywania się dominującego dotychczas na tym terenie świerka pospolitego.

Uważam, że wymienione względy w pełni uzasadniają problemy badawcze podjęte w publikacjach składających się na rozprawę doktorską Doktorantki, co jedynie potwierdza dojrzałość badawczą doktorantki.

We wstępie podsumowującym cykl prac Doktorantka omawia obszernie zagadnienia związane ze zmianami klimatycznymi i ich skutkami przyrodniczymi, w tym ewentualnymi skutkami dla przyrostu drzew i drzewostanów, które uzasadniają podjęcie przez nią tej tematyki w ramach dysertacji. Podkreśla również doniosłą rolę drzew, które jako organizmy długowieczne potrafią zapisywać w wielkościach tworzonych przez siebie słoików drewna zmiany zachodzące w ich środowisku życia, stanowiąc tym samym ważne źródło informacji o klimacie w przeszłości oraz jego wpływie na wzrost drzew oraz o zdarzeniach o charakterze klęskowym. Stąd też informacje o zmianach szerokości słoików rocznych drzew wykorzystana do określenia wpływu czynnika klimatycznego na ich kondycję i możliwości przyrostowe oraz rekonstrukcję zdarzeń w przeszłości.

Doktorantka przyjęła i sprawdzała tezę, że w przypadku gatunków światłożądnych, jakim jest modrzew oraz limba, ich reakcje przyrostowe w przypadku nagłego odsłonięcia (uwolnienia) powstałego w wyniku na przykład zdarzenia klęskowego, nie jest tak wyraźna jak w przypadku gatunków rosnących przez wiele lat w ocienieniu. Doktorantka postanowiła, co jest niezwykle cenne, przeanalizować ten problem, bowiem w literaturze naukowej brakuje tego typu badań.

W dysertacji swojej analizowała ona dynamikę zmian przyrostów rocznych drewna obu ww. gatunków zarówno pod kątem wpływu na nie warunków klimatycznych oraz zaburzeń w dwóch unikalnych drzewostanach Tatr. Pierwszy z nich to bór Larici–Piceetum, położony na południowych stokach słowackich Tatr Wysokich, który cyklicznie nawiedzany był przez huraganowe wiatry powodujące wielko-powierzchniowe wiatrowały. Wiatrował z roku 2004, dał możliwość śledzenia reakcji przyrostowych modrzewia na to zdarzenie, o czym informuje artykuł pierwszy. Drugi obszar badań to urwiskowe lasy z reliktową sosną limbą w polskiej części Tatr Wysokich. Ten unikalny ekosystem okazał się być użytecznym modelem do badań dynamiki przyrostów rocznych limby w obliczu ekstremalnych warunków środowiskowych, co zostało opisane w artykule drugim i trzecim.

3. Ocena merytoryczna najważniejszych wyników dysertacji

Artykuł nr 1: Izworska, K., Muter, E., Fleischer, P., Zielonka, T. 2022. Delay of growth release after a windthrow event and climate response in a light-demanding species (European larch *Larix decidua* Mill.). *Trees* 36: 427–438.

W publikacji tej Doktorantka wraz ze współautorami stwierdziła, że modrzew zwiększa przyrost radialny po uwolnieniu w wyniku wiatrowału z opóźnieniem ok. 4–5 lat, przy czym drzewa starsze reagują szybciej niż młode, zdominowane, które reagują zdecydowanie później tj. ok. 10 lat po zaburzeniu. Informacja ta pozwala na identyfikację z dokładnością niemal do jednego roku zdarzeń skutkujących masowym uwolnieniem drzew. Autorka skonkludowała tę obserwację wskazując, że to głównie dominujące w drzewostanie modrzewie po uwolnieniu w pierwszej kolejności korzystają w wyniku uwolnienia i reagują wzrostem przyrostu drewna, lecz z kilkuletnim opóźnieniem. Stwierdziła dodatkowo, że modrzew zwiększa przyrost, gdy w marcu i czerwcu roku tworzenia słoja temperatura powietrza jest relatywnie wysoka oraz gdy poprzedni listopad obfituje w opady, natomiast we wrześniu roku tworzenia słoja opady są relatywnie niskie. Wyniki te znajdują swoje pełne uzasadnienie w fizjologii i ekologii gatunku. Wynika stąd, że o wielkości przyrostu drewna decyduje obfitość wody w glebie zimą oraz długość okresu wegetacyjnego, determinowana w tym przypadku nie tylko przez jego początek, ale jego i koniec. Interesującym jest spostrzeżeniem, że po wiatrowale z 2004 roku ujawnia się negatywny wpływ na przyrost drewna wysokiej temperatury oraz pozytywny wpływ obfitych opadów w lipcu roku tworzenia słoja. Zatem uwolnienie drzew tego światłożądnego gatunku powoduje zmianę wpływu na jego odpowiedź przyrostową warunków pogodowych podczas lata, wzmacniających często negatywny efekt obserwowanych zmian klimatycznych, w których wysokie temperatury powietrza oraz niedobór opadów atmosferycznych w krótkim sezonie letnim są głównymi czynnikami ograniczającymi przyrost drzew na południowych, ciepłych, górskich stokach.

Artykuł nr 2: Izworska, K., Muter, E., Matulewski, P., Zielonka, T. 2023. Tree rings as an ecological indicator of the reaction of Swiss stone pine (*Pinus cembra* L.) to climate change and disturbance regime in the extreme environment of cliff forests. *Ecological Indicators* 148: 110102.

W artykule drugim Doktorantka opisuje zmieniające się w ostatnich stu latach relacje klimat-przyrost drewna u sosny limby tworzących lasy urwiskowe w Tatrach. Najbardziej stabilny w czasie okazał się być pozytywny wpływ na przyrost radialny limby temperatury powietrza w okresie czerwiec-lipiec roku formowania słoja, co świadczy o jej stałym niedoborze w wysokich położeniach górskich. Z kolei pozytywny wpływ na wielkość przyrostu drewna limby temperatury powietrza panującej podczas poprzedniej jesieni, zimą oraz wczesną wiosną, w ostatnich dekadach staje się coraz mniej istotny. Sugerować to może, że wzrost temperatury w tych sezonach był szybszy niż w sezonie letnim, gdzie nadal limba cierpi na jego niedobór. Ponadto maleje również negatywny wpływ letnich opadów atmosferycznych na możliwości przyrostowe limby, które z natury swojej ograniczają, poprzez zwiększone zachmurzenie, dopływ promieniowania słonecznego, będące na tych wysokościach substytutem temperatury powietrza.

Limba okazała się być czułym „barometrem” warunków klimatycznych wskazującym wyraźnie kierunek zmian poszczególnych jego elementów. Odkryte związki, a zwłaszcza ich zmiany w czasie świadczą jednoznacznie o ocieplaniu się klimatu stref wysokogórskich i sugerują możliwość przesuwania się w wznwyż zasięgu limby, aż do bariery, jaką stanowić będzie brak odpowiednich warunków glebowych. Z kolei rozpoznane uwolnienia w wielkościach przyrostów drewna badanych limb wskazują, że przeszłe zaburzenia miały charakter lokalny, a nie wielkoskalowy, i można je wiązać raczej z występowaniem ekstremalnych zjawisk klimatycznych oraz wydzielaniem się pojedynczych, sąsiednich drzew.

Artykuł nr 3: Izworska, K., Zielonka, T., Matulewski, P., Muter, E. 2023. Daily Climatic Data Better Explain the Radial Growth of Swiss Stone Pine (*Pinus cembra* L.) in High-Elevation Cliffs in the Carpathians. *Forests* 14 (7): 1411.

W artykule trzecim Doktorantka zastosowała oryginalną, stosunkowo nową metodę analityczną polegającą na poszukiwaniu relacji klimat-przyrost słoju drewna sosny limby w oparciu o dobowe dane klimatyczne. Pozwalają one znacznie dokładniej określić przedziały czasu, w których określone elementy meteorologiczne determinują w istotny sposób wielkość przyrostu drewna drzew. W pracy tej doktorantka uściśliła pozytywny wpływ temperatury powietrza na przyrost limby na okres od 21 czerwca do 4 lipca. Zauważyła ona ponadto, że w ostatnich dekadach zanika negatywny wpływ na vitalność przyrostową limby głównie temperatury minimalnej, co ponownie sugeruje, że jest to wynikiem ocieplania się klimatu w Tatrach. Analiza danych dobowych wskazała ponadto, że obecnie opady występujące w sezonie zimowym nadal pozytywnie wpływają na przyrost drewna limb, co można tłumaczyć zabezpieczeniem gleby przed głębokim zamarzaniem i stanowiącym jednocześnie źródło wody na wiosnę dla rozpoczynających wegetację drzew.

Chciałbym podkreślić, że w pracach składających się na dysertację Doktorantka każdorazowo wyczerpała wszystkie etapy badawcze. Dokonała obserwacji obiektów badawczych, terenu oraz zjawisk i procesów tam zachodzących, które skłoniły ją do zadawania pytań, formułując w ten sposób kolejne problemy badawcze. Następnie stawiała celne hipotezy. Prawidłowo zaplanowała i przeprowadziła doświadczenia sprawdzając, czy

stawiane przez nią hipotezy są prawdziwe, stosując przy tym najnowsze metody badawcze z zakresu dendrochronologii. Wyczerpująco przeanalizowała uzyskane wyniki weryfikując je z licznymi wynikami dotychczasowymi badań innych autorów. Na końcu prawidłowo formułowała wiele ciekawych wniosków.

4. Podsumowanie recenzji

Recenzowana przez mnie dysertacja w ujęciu problemowym dotyczy ważnej aktualnie kwestii związanej z tempem i kierunkiem zmian klimatycznych w górach oraz obaw, co do skuteczności naturalnych procesów adaptacyjnych gatunków drzew, w tym przypadku modrzewia oraz sosny limby, ważnych składników wysokogórskich lasów.

Prace składające się na dysertację doktorantki stanowią oryginalne rozwiązania wielu problemów naukowych. Uzyskane wyniki mają znaczącą wartość poznawczą i dobry poziom merytoryczny. Badania zostały dobrze udokumentowane. Prace wymagały opanowania wielu metod analitycznych, statystycznych. Materiał badawczy był obszerny z bardzo dużą liczebnością prób i wykonanych pomiarów. Realizacja tak szeroko zakrojonych badań wskazuje na duże zaangażowanie i pasję badawczą Doktorantki. Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością i prawidłowym doбором literatury z zakresu objętego przedmiotem rozprawy. Szkoda jednak, że analizy relacji klimat-przyrost na bazie danych dobowych nie zostały zaprezentowane także dla modrzewia, co dałoby możliwość bezpośredniego porównania jego zachowań z limbą. Tę lukę zalecam w kolejnych pracach uzupełnić. Wartym rozważenia jest w przyszłych badaniach rozwijających ten problem wykorzystanie innego parametru przyrostowego, jakim jest pole powierzchni słoju.

Na podkreślenie zasługuje zastosowany warsztat badawczy, szczególnie metody wykorzystane w badaniach dendrochronologicznych oraz dobór i poziom zaawansowania analiz statystycznych. Istotną częścią ocenianych prac są obszerne i wyczerpujące dyskusje. Zawierają one pełną interpretację uzyskanych wyników skonfrontowaną z rezultatami innych badaczy. Są one wnikliwe, a ich mocnym punktem są liczne cytowania i odniesienia do najnowszej literatury. Wyczerpują one większość zagadnień poruszanych w tychże pracach. Poszczególne prace kończą każdorazowo wnioski, które są adekwatne do przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników, a które wynikają z analizy badań empirycznych. Mają one charakter poprawnie sformułowanych uogólnień opisowych. Cytowana bogata literatura obejmuje zarówno najnowsze opracowania dotyczące omawianych przez nią zagadnień, jak również te pozycje, które wskazują na ponadczasowe znaczenie zagadnień poruszanych w dysertacji.

Do najważniejszych osiągnięć prezentowanej pracy zaliczam:

- przeprowadzenie oryginalnych (pionierskich) badań zmienności wzrostu promieniowego modrzewia oraz sosny limby rosnących w wysokich położeniach Tatr, uwzględniających specyficzne warunki klimatyczne gór,
- rozpoznanie wrażliwości obu gatunków na poszczególne elementy klimatu oraz ich reakcji przyrostowej na występujące obecnie i przewidywane w przyszłości uwarunkowania klimatyczne oraz możliwość identyfikacji zdarzeń losowych w przeszłości,
- zastosowanie zaawansowanego warsztatu badawczego - metod statystycznych, wielowymiarowej analizy danych w badaniach dendrochronologicznych wymagających dużej wiedzy i umiejętności interpretacji wyników.

5. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska, Pani mgr Katarzyny Izworskiej pod tytułem „Zapis zmian klimatycznych oraz zaburzeń w szerokościach przyrostów rocznych modrzewia (*Larix decidua* Mill.) i limby (*Pinus cembra* L.) w Tatrach”, przygotowaną pod opieką promotorską Dra hab. inż. Tomasza Zielonki, profesora UKEN oraz promotora pomocniczego Panią dr inż. Elżbiety Muter, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wskazując jednocześnie na szeroką wiedzę teoretyczną i praktyczną Doktorantki, dotyczącą nie tylko zagadnień związanych z tematem rozprawy oraz potwierdza Jej umiejętność do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Dysertacja odpowiada zatem warunkom określonym w artykule 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 roku poz. 1668 ze zmianami. Tym samym składam wniosek o dopuszczenie mgr Katarzyny Izworskiej do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora nauk biologicznych.

Biorąc pod uwagę szeroki zakres pracy, jej poziom merytoryczny i naukowy wnioskuję o wyróżnienie przedłożonej mi do recenzji rozprawy doktorskiej.

Kraków, 7 styczeń 2024 r.

Sławomir Wilczyński