

Dr hab. Magdalena Żywiec

Instytut Botaniki im. Władysława Szafera Polskiej Akademii Nauk

ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków

Ocena rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Adamusa

pt. „Procesy demograficzne w populacjach świerka z naturalnych lasów górnego regla, objętych gradacjami korników w Karpatach Zachodnich”

przygotowanej pod kierunkiem

prof. dr hab. Jerzego Szwagrzyka i dr hab. Janusza Szewczyka

Dynamika lasów naturalnych to temat fascynujący od lat kolejne pokolenia leśników i ekologów lasu. Dynamika lasu realizuje się w na dużych obszarach i w długim okresie czasu. Jest zatem bardzo wymagającym przedmiotem badań, który wymaga międzypokoleniowej współpracy badaczy. Badania dotyczące procesów demograficznych w populacjach świerka z naturalnych lasów górnego regla, jakich podjął się mgr inż. Michał Adamus, możliwe były dzięki założonym przed kilkudziesięciu laty sieciom stałych powierzchni badawczych. Stałe powierzchniowe badawcze są świetną, i chyba najlepszą jaką znamy, bazą dla prowadzenia badań nad dynamiką ekosystemów leśnych. Sieci takich powierzchni do prowadzenia stałych pomiarów powstały m.in. w dwóch rozległych kompleksach boru górnoreglowego o charakterze zbliżonym do naturalnego: w Tatrach - na Skoruśniaku oddzielającym Dolinę Suchej Wody od Doliny Pańszczyca i na Babiej Górze. Na Skoruśniaku sieć stałych powierzchni wytyczona została w latach 70-tych z inicjatywy Profesora Rutkowskiego, a na Babiej Górze w latach 90-tych w ramach prac związanych z przygotowaniem Planu Ochrony Babiogórskiego Parku Narodowego. Mgr inż. Michał Adamus skorzystał z założonych sieci i danych zebranych przez swoich poprzedników i włączył się w międzypokoleniowa sztafetę dokonując kolejnych pomiarów.

Mgr inż. Michał Adamus zajął się badaniami nad odnowieniem świerka w ekosystemach naturalnych. Na temat warunków sprzyjających odnawianiu się świerka dość dużo już wiadomo zarówno z lasów borealnych jak i górnoreglowych. Doktorant podjął się jednak poszerzenia szczególnego fragmentu wiedzy o odnawianiu się świerka, a mianowicie - relacji między rozpadem górnoreglowego drzewostanu świerkowego a kształtowaniem się nowego pokolenia świerka. Skoncentrował się przy tym na wpływie zaburzeń w warstwie drzew, zachodzących w różnej skali przestrzennej, na odnowienie. Rozpad drzewostanu należy do najważniejszych czynników wpływających na odnowienie drzew. Przyczyna śmierci drzew, rozległość zaburzenia i tempo w jakim obumierają drzewa decydują o warunkach, w jakich rozwija się nowe pokolenie drzew. Badania nad znaczeniem rozległości i intensywności zaburzeń nie należą do częstych, ponieważ wymagają długoterminowych obserwacji prowadzonych na dużych obszarach. Problemy, których rozwiązania podjął się Doktorant, należą zatem do bardzo ważnych dla lepszego zrozumienia dynamiki lasów.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska jest opracowaniem monograficznym, które składa się z siedmiu głównych rozdziałów odpowiadających układowi rozpraw naukowych. Rozprawa liczy 104 strony, 47 rycin i 28 tabel. Konstrukcja rozprawy jest poprawna.

Rozprawa doktorska miała na celu poznanie roli intensywności zaburzeń w drzewostanie na odnowienie świerka ze szczególnym uwzględnieniem zagęszczenia młodych osobników, ich wysokości i przyrostów rocznych. W ramach dwóch obiektów badawczych, różniących się intensywnością obumierania drzewostanu, Doktorant badał wpływ bardzo licznej grupy czynników na odnowienie świerka. Czynniki te uwzględniały: (1) parametry drzewostanu w momencie pomiaru odnowienia i w terminach wcześniejszych; (2) śmiertelność drzew; (3) dostęp do światła; (4) ekspozycję; (5) mikrosiedlisko i (6) roślinność runa. Badania zostały zrealizowane w dwóch obiektach, w których zaburzenie w drzewostanie pojawiło się w podobnym czasie, ale różniło się intensywnością i gwałtownością. Doktorant zastosował klasyczne metody badawcze: prowadził pomiary w terenie i wykorzystał archiwalne bazy danych.

Zaletą badań, jakich podjął się mgr inż. Michał Adamus, jest połączenie własnych pomiarów terenowych z archiwalnymi danymi zebranymi przez poprzedników na tych samych powierzchniach badawczych w ciągu kilkudziesięciu lat. W efekcie, Doktorant uzyskał ogromny zbiór danych, którego analiza była bardzo ambitnym zadaniem. Zaletą przedstawionej mi do recenzji pracy jest również uwzględnienie bardzo różnorodnych aspektów rozwoju nowej generacji drzew, które obejmują nie tylko jej zagęszczenie, ale również rozmiary młodych osobników, tempo ich przyrostu i wiek. To bogactwo analiz jest równocześnie mankamentem, i wiąże się z niezbyt przejrzystym powiązaniem bardzo rozbudowanych wyników analiz z hipotezami postawionymi we wstępie. Skutkuje to w niektórych miejscach trudnościami w interpretacji otrzymanych wyników.

Rozprawę rozpoczyna rozdział *Wstęp*. Doktorant przedstawił w nim tło swoich badań i dokonał szczegółowego przeglądu stanu wiedzy nad obumieraniem i regeneracją drzewostanów świerkowych oraz zależnościami jakie zachodzą między tymi procesami. Ta część pracy napisana jest zwięźle, liczy bowiem zaledwie 5 stron. Poszczególne zagadnienia opisane są w przejrzysty i uporządkowany sposób i połączone ze sobą w logiczną całość. Doktorant podkreśla rolę różnej wielkości zaburzeń w drzewostanie w kształtowaniu się nowego pokolenia drzew. Wiąże proces regeneracji świerka zarówno ze zwiększeniem ilości światła jak i pojawieniem się martwego drewna, które następują po zaburzeniu, a których korzystny wpływ w rozwoju młodych świerków został już szeroko udokumentowany.

Na końcu *Wstępu* Doktorant postawił pięć hipotez, które postanowił zweryfikować w ramach swojej rozprawy doktorskiej. Dwie pierwsze z nich są moim zdaniem nieco zbyt ogólne. Na przykład hipoteza pierwsza brzmi: (1) „Zagęszczenie i struktura wiekowa zależy od rozmiaru zaburzenia”, a druga: (2) „Lokalna zmiana warunków świetlnych powoduje zmianę preferencji mikrosiedliskowych odnowienia”. Żadna z nich nie wskazuje na przewidywany rodzaj związku czy kierunek zmian. Interesujące jest jakiej różnicy (w przypadku pierwszej hipotezy) i jakich zmian (w przypadku drugiej) Doktorant spodziewał się formułując te hipotezy? Kolejne trzy, które dotyczą (3) nieliniowej relacji między tempem rekrutacji a zwiększającym się dostępem do światła, (4) obecności odnowienia świerkowego sprzed czasu wystąpienia zaburzenia oraz (5) pozytywnego wpływu obecności kłód o różnym stopniu rozkładu na różnorodność wiekową odnowienia, jasno

wskazują przewidywany charakter zależności. Dowodzą one dobrego rozeznania Doktoranta w problematyce podjętych przez niego badań.

Drugi rozdział pracy prezentuje metodykę badań. Na początku Doktorant przedstawił dwa obiekty badawcze – świerkowe drzewostany górnoreglowe na Skoruśniaku w Tatrach i na Babiej Górze. Wyczerpująco wyjaśnił, dlaczego wybrał te drzewostany do weryfikacji postawionych przez siebie hipotez. W obu obiektach w ostatnich latach pojawiły się zaburzenia w drzewostanie, przy czym miały inny zasięg przestrzenny i różniły się intensywnością i gwałtownością. Trzeba podkreślić, że wybór obiektów badań jest dużą zaletą pracy. W ramach recenzowanej rozprawy, Doktorant poddał kompleksowym pomiarom liczne grupy osobników z warstwy nalotu i podrostu świerkowego na kilkudziesięciu powierzchniach badawczych. Określał ich wysokość, wielkość ostatnich rocznych przyrostów, odnotowywał ślady zgryzania oraz mikrosiedlisko łącznie z uwzględnieniem stopnia rozkładu w przypadku martwych pni. Tak dokładne i pracochłonne pomiary młodego pokolenia drzew pozwoliły na zgromadzenie bardzo szczegółowych danych o 1823 i 1765 osobnikach nalotu oraz 1640 i 1653 osobnikach podrostu odpowiednio na Babiej Górze i na Skoruśniaku. W sumie dokonano pomiarów 6881 młodych świerków, co stanowi bardzo solidną bazę do późniejszych analiz.

Poszczególne metody pomiarów i analiz opisane są w kilku miejscach w sposób nieco mało uporządkowany lub nieprecyzyjny. Co do niektórych metod mam wątpliwości czy były właściwe. Na przykład, mam wątpliwości do zastosowanej metody określania zagęszczenia odnowienia. Zagęszczenie badano zliczając osobniki nalotu i podrostu od środka powierzchni do znalezienia 30. osobnika, dla którego odnotowywano odległość. Oznacza to, że w każdym przypadku zagęszczenie badano na innej powierzchni. Takie podejście byłoby poprawne, gdyby młode świerki były rozmieszczone w lesie równomiernie. Jednak najczęściej mają one rozmieszczenie skupiskowe. W efekcie, w skrajnych przypadkach, tam gdzie skupienie świerków znajdowało się na środku powierzchni można było wykazać bardzo wysokie zagęszczenie. Jednocześnie na powierzchni, na której najbliższe skupienie młodych osobników znajdowało się pewnej odległości od jej środka, wykazane zagęszczenie było niskie, i tym niższe im ta odległość była większa. Tymczasem obie powierzchnie mogłyby nie różnić się zagęszczeniem odnowienia, a jedynie jego rozmieszczeniem na powierzchni badawczej. Z opisu metod trudno się zorientować jak może to skutkować w wynikach pracy. Podane zostały maksymalne promienie powierzchni, na których prowadzone były poszukiwania, nie podano jednak rozkładu wielkości powierzchni badawczych w ramach obiektu i różnic między obiektami.

Kolejne wątpliwości dotyczące metodyki mogą wynikać nie tyle z ze sposobu przeprowadzenia pomiarów, co z ich nieprecyzyjnego opisu. Na przykład, w opisie metod pomiaru odnowienia dowiadujemy się, że obliczana była sumaryczna wysokość odnowienia. Nie mam pewności jaką metodę przyjęto w tych obliczeniach. Inny przykład dotyczy opisu analizy przyrostów rocznych. Napisano, że obliczane były następujące parametry: „średni i sumaryczny przyrost wysokości odnowienia w 7 ostatnich latach - 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010 a także średni przyrost w siedmioletnim okresie czasu”. Nie jest wyjaśnione jak liczone były te parametry.

Analizując statystycznie zebrane dane Doktorant podjął się trudnego zadania zastosowania nowoczesnych metod analizy danych jakimi są uogólnione modele addytywne (GAM). Są to zaawansowane metody analizy danych pozwalające na prześledzenie nieliniowych zależności. Wykorzystanie tych modeli świadczy o ambitnym i odważnym podejściu Doktoranta do analizy zebranych danych. W opisie statystycznej analizy danych nieco brakowało mi szerszego opisu

zasady działania i sposobu konstruowania tego typu modeli. Nie są to metody powszechnie znane i stosowane. Warto byłoby zatem poświęcić im nieco więcej miejsca w opisie metod badań.

Wyniki badań przedstawione są w rozprawie w bardzo rozbudowanym rozdziale podzielonym na 2 główne podrozdziały. Zostały opisane na 53 stronach i zilustrowane 16 rycinami i 22 tabelami, przy czym 3 kolejne ryciny i dość obszerny fragment tekstu dotyczący wyników umieszczony został w rozdziale *Dyskusja*. W pierwszym podrozdziale Doktorant opisuje intensywność zaburzeń i warunki świetlne na powierzchniach obu obiektów badawczych. Na Skorośniaku śmiertelność drzew budujących drzewostan była około trzykrotnie wyższa niż na Babiej Górze. Następnie przedstawione są porównania parametrów drzewostanu sprzed i po wystąpieniu zaburzenia w obu obiektach. Doktorant rzetelnie porównał oba obiekty pod względem licznych parametrów. Stanowiło to ważną podstawę do dalszych rozważań nad różnicami w parametrach młodego pokolenia drzew. Ta część jest też cennym elementem ilustrującym tempo i rozmiary zaburzeń w drzewostanach obu obiektów badawczych i wpisuje się w ciąg danych zbieranych od kilkudziesięciu lat.

Na początku drugiego podrozdziału *Wyników* Doktorant zajął się zagęszczeniem nalotów i podrostów. Pokazał, że pomimo dużych różnic w intensywności zaburzenia nie występują między nimi różnice w zagęszczeniu obu klas odnowienia. Jest to wyjątkowo interesujący wynik, bowiem można było się spodziewać, że intensywność zaburzenia wpłynie na warunki dla odnowienia, a tym samym na różnice w jego zagęszczeniu. Wydaje mi się, że szczególnie można było się spodziewać większego zagęszczenia podrostu na Skorośniaku w związku ze znacznie większą poprawą warunków świetlnych niż na Babiej Górze.

Następnie Doktorant zaprezentował wyniki pokazujące zależności między zagęszczeniem obu klas odnowienia, jego wysokością i ostatnimi przyrostami rocznymi na wysokość a licznymi zmiennymi wyjaśniającymi. Dla każdego z obiektów i każdej zmiennej wyjaśnianej uwzględniono około 50 zmiennych objaśniających. Jest to imponująca liczba świadcząca o kompleksowym podejściu i pracowitości Doktoranta. Wszystkie zależności analizowane są na dwa sposoby, przy pomocy nieparametrycznych korelacji Spearmana oraz modeli GAM. W efekcie Doktorant podjął się ambitnego zadania wykonania kilkuset korelacji i zbudowania kilkunastu uogólnionych modeli addytywnych GAM. Mgr inż. Michał Adamus opracował zatem ogromną liczbę analiz.

Wyniki setek korelacji jakie wykonał Doktorant zostały zaprezentowane w tabelach. Każda z tabel uwzględniała jedynie te zmienne, z którymi zależność była istotna. To zrozumiałe podejście zważywszy na to, że Doktorant uwzględnił aż około 50 zmiennych wyjaśniających. Jednak brak pełnej listy tych zmiennych powoduje, że o części wyników się nie dowiadujemy. Brak istotnej zależności również jest wynikiem, który może być interesujący.

W analizach stosowana była zasada uwzględniania wszystkich zmiennych wyjaśniających w korelacjach ze wszystkimi zmiennymi objaśnianymi. Mam wątpliwości czy podejście to jest właściwe wobec ogromu wyników, które są trudne w interpretacji. Ma to swoje konsekwencje w opisowej części wyników. Na przykład, dowiadujemy się, że na Babiej Górze „zagęszczenie nalotów jarzębu sprzyjało większym zagęszczeniom nalotu świerka”, a na Skorośniaku było odwrotnie. Trudno jest mi wyobrazić sobie związek przyczynowo skutkowy jaki za taką relacją mógłby stać. O „sprzyjaniu” chyba nie może być tu mowy. Oczywiście, szukanie relacji między obecnością odnowienia tych dwóch gatunków ma sens. Może być interesujące czy naloty obu gatunków pojawiają się w tych samych miejscach. W interpretacji tego wyniku pojawiły się

niejasności. W niektórych przypadkach Doktorant sam komentuje, że zaprezentowane istotne korelacje nie świadczą o bezpośrednim związku między badanymi zmiennymi. Mam zatem wątpliwości, czy wyniki wszystkich korelacji warto było prezentować w pracy. Dodatkowe wątpliwości, czy na pewno uwzględnianie wszystkich zmiennych we wszystkich korelacjach, to dobre podejście, budzi fakt, że niektóre zmienne były z całą pewnością silnie ze sobą skorelowane np. suma pierśnic drzew i pierśnicowe pole przekroju na powierzchni.

W wynikach bardzo pracochłonna była również prezentacja wszystkich modeli. Ich ogromną zaletą było jednoczesne uwzględnianie wielu zmiennych wyjaśniających dla każdej zmiennej wyjaśnianej oraz nieliniowego charakteru zależności. Trudna była jednak prezentacja przebiegu każdej z krzywych. A jeszcze trudniejsza była później interpretacja tych wyników w *Dyskusji*. Doktorant miał zatem przed sobą bardzo ambitne zadanie, które w dużej mierze udało mu się zrealizować.

W bardzo obszernych *Wynikach* brakuje natomiast szerszego zaprezentowania czasowych relacji między zaburzeniem a wiekiem odnowienia. W *Wynikach* poświęcono temu zagadnieniu jedno zdanie. Zabrakło mi pokazania udziału osobników, które pojawiły się w kolejnych latach kalendarzowych z uwzględnieniem lat przed, w trakcie i po zaburzeniu. Byłoby to bardzo interesującym dopełnieniem prezentacji wyników.

Na koniec opisu wyników umieszczono krótki, ale bardzo interesujący rozdział o zgryzaniu świerka. W tym kontekście nasuwa mi się pytanie czy Doktorant obserwował inne ślady związane z aktywnością jeleni? Na Babiej Górze stwierdzono bowiem, że czemchanie jest bardzo ważną przyczyną śmiertelności młodych świerków.

Kolejnym rozdziałem w rozprawie jest *Dyskusja* wyników. Próba zinterpretowania wszystkich wyników jakie mgr inż. Michał Adamus zaprezentował w swojej rozprawie była zadaniem bardzo trudnym. Ogrom wyników korelacji oraz nieliniowość związków w wynikach modeli GAM (krzywa zależności miała czasem aż 4 punkty przegięcia) powoduje, że niezwykle trudne było poradzenie sobie z interpretacją uzyskanych wyników. Doktorant dokonał jednak tej próby i w większości przypadków wyszedł z niej obronna ręką. Doktorant skonfrontował też wyniki swoich badań z wiedzą znaną z literatury, wykazując się dobrą jej znajomością, o czym świadczy lista 74 pozycji na końcu rozprawy, której większość stanowią prace anglojęzyczne.

W *Dyskusji* Doktorant omawia różnice między Tatrami i Babią Górą pod względem parametrów odnowienia i ich związku z licznymi czynnikami. Myślę, że przy okazji tej interesującej interpretacji wyników warto pamiętać, że w obu badanych obiektach różna była nie tylko skala zaburzeń, ale również różniły się one warunkami geologicznymi i wynikającymi z nich warunkami glebowymi. Odmienna była też struktura wiekowa drzewostanów przed pojawieniem się zaburzenia oraz zakres wysokości n.p.m., na których występują.

Bardzo interesujący i przejrzysty napisany jest rozdział *Dyskusji* dotyczący roli martwego drewna. Wyniki rozprawy potwierdzają, znany już z innych badań, pozytywny wpływ martwego drewna na zagęszczenie i wielkość przyrostów młodych świerków. Interesujące w tej części są zwłaszcza rozważania nad związkiem odnawiania się świerka na kłodach ze zróżnicowaniem wiekowym przyszedłego drzewostanu. Na końcu *Dyskusji* znalazł się też bardzo interesujący rozdział dotyczący zgryzania młodego pokolenia świerków. Dowiadujemy się z niego, że intensywność zgryzania była negatywnie skorelowana z ilością drewna zalegającego na dnie lasu. Doktorant słusznie tłumaczy to faktem, że kłody mogą stanowić przeszkodę dla poruszania się zwierzyny utrudniając dostęp do młodych świerków. Ten wynik jest jedną z wielu wartości dodanych pracy, bo choć nie wiąże się

bezpośrednio z hipotezami, pokazuje ciekawą i ważną dla dynamiki boru górnoreglowego interakcję między zwierzyną, młodym pokoleniem drzew i martwym drewnem.

W ostatnich dwóch rozdziałach pracy mgr inż. Michał Adamus przedstawia podsumowanie i wnioski ze swoich badań. Najważniejszy z nich dotyczy braku różnic w zagęszczeniu nalotów i podrostów pomimo dużych różnic w intensywności zaburzenia w obu badanych obiektach. Doktorant sugeruje, że na zróżnicowanie jest jeszcze za wcześnie, ponieważ minęło zaledwie kilka lat od wystąpienia zaburzenia. Jego wyniki są jednak z całą pewnością podstawą do dalszych obserwacji. Za jedną z największych zalet badań przeprowadzonych przez mgr inż. Michała Adamusa uważam wartość dokumentacyjną jego pracy. Badania jakie wykonał, w dwóch różniących się od siebie dynamiką zaburzeń obiektach badawczych, dokumentują stan drzewostanu i odnowienia w kilka lat po wystąpieniu zaburzenia. Różnice jakie między nimi zaobserwował nie są wprawdzie jeszcze wyraźne, ale dane jakie zostały zebrane pozwalają na śledzenie przebiegu zdarzeń w kolejnych latach.

Podsumowując, mgr inż. Michał Adamus napisał rozprawę, która poszerza naszą wiedzę na temat naturalnego odnawiania się świerków i dynamiki karpaccich borów górnoreglowych. Podjął się trudnego zadania analizy rozległej bazy danych obejmującej wiele lat. Doktorant w swojej rozprawie zwrócił uwagę na szereg czynników, które mają znaczenie dla zagęszczenia, wysokości i przyrostów rocznych odnowienia świerkowego. Za równie ważną, jak zbadane relacje między parametrami odnowienia a licznymi czynnikami, które miały na nie wpływ, uważam wartość dokumentacyjną jego pracy.

Końcowa konkluzja

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Michała Adamusa pt. *„Procesy demograficzne w populacjach świerka z naturalnych lasów górnego regła, objętych gradacjami korników w Karpatach Zachodnich”* spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Wnioskuje w związku z tym do Rady Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie o dopuszczenie mgr inż. Michała Adamusa do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Kraków, dnia 20 marca 2020 r.

Dr hab. Magdalena Żywiec

