

dr hab. Leszek Bolibok
Katera Hodowli Lasu
SGGW w Warszawie

RECENZJA

ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR INŻ. MICHAŁA ADAMUSA P.T.

„PROCESY DEMOGRAFICZNE W POPULACJACH ŚWIERKA Z NATURALNYCH LASÓW GÓRNEGO
REGLA, OBJĘTYCH GRADACJAMI KORNİKÓW W KARPATACH ZACHODNICH”.

WPROWADZENIE

Świerk pospolity należy do ważnych gospodarczo gatunków, których potencjał produkcyjny w związku z obserwowanymi zmianami klimatycznymi (zwiększenie średnich temperatur rocznych, susze, częstsze występowanie silnych porywów wiatru) ulega ograniczeniu. W przypadku tego gatunku szczególnie groźne jest masowe pojawianie się szkodników wtórnych (zwłaszcza kornika drukarza). Niewątpliwie czynniki antropogeniczne, szczególnie zanieczyszczenie powietrza, przyczyniły się do osłabienia kondycji górskich drzewostanów świerkowych w Polsce, ale również mogły pośrednio do tego przyczynić się błędne decyzje gospodarcze - tworzenie monokultur świerkowych w strefie regla dolnego, jak też przyjęcie zbyt wysokiego wieku rębności dla drzewostanów świerkowych. Utrzymywanie dużego udziału powierzchniowego drzewostanów w starszych klasach wieku, w których świerk zazwyczaj charakteryzuje się mniejszą żywotnością, nie było raczej roztropnym rozwiązaniem. Szereg wspomnianych czynników doprowadził do sytuacji, w której zamiast planowych cięć odnowieniowych w drzewostanach świerkowych dokonuje się cieć o charakterze sanitarno -uprzętającym. Rozmiar powierzchniowy tego typu drzewostanów bywa tak duży, że względy finansowo - organizacyjne sprawiają, że spontaniczne odnawianie się różnych gatunków drzew (nieinicjowanie i niewspierane przez specjalnie ukierunkowane cięcia odnowieniowe) nabiera szczególnego znaczenia gospodarczego. Gromadzenie i analiza danych dotyczących odnawiania się świerka w silnie zaburzonych drzewostanach górskich jest ważne nie tylko z poznawczego punktu widzenia, ale może też dostarczyć cennych gospodarczo wskazówek dotyczących postępowania w tzw. drzewostanach pokłeskowych. Z powyższych powodów uważam, że tematyka badań podjętych w pracy pana Michała Adamusa zatytułowana „Procesy demograficzne w populacjach świerka z naturalnych lasów

górnego regła, objętych gradacjami korników w Karpatach Zachodnich" wydaje się bardzo aktualna i potrzebna.

OCENA PRACY

WSTĘP, jest krótkim, zajmującym cztery i pół strony rozdziałem, który łączy w sobie treści w innych rozprawach doktorskich rozdzielone na rozdziały wstęp, przegląd literatury oraz cel i zakres pracy. Taki sposób komponowania tekstu charakterystyczny jest dla współczesnych publikacji w periodykach naukowych narzucających skąpe limity objętości tekstu, ale w przypadku monografii trzymanie się tej konwencji niepotrzebnie ogranicza autora. Podczas pisania pracy naukowej zawsze istnieje konieczność wyważenia proporcji pomiędzy opisem aktualnego stanu wiedzy, niezbędnym do wskazania mniej wyeksplorowanych naukowo obszarów, a odwołaniami do aktualnego stanu wiedzy niezbędnymi do skomentowania przedstawionych wyników eksploracji tych obszarów. Autor recenzowanej rozprawy zdecydowanie więcej nacisku położył na ten drugi aspekt szeroko nawiązując do współczesnych publikacji w dyskusji wyników, ale niestety kosztem fragmentu tekstu odpowiadającego przeglądowi literatury. Interesujące z poznawczego punktu widzenia hipotezy badawcze przedstawione w końcowej części wstępu nie są poprzedzone wyraźnym wskazaniem luk w aktualnym stanie wiedzy, które zostałyby uzupełnione poprzez odpowiedzi na postawione pytania badawcze. Pewną słabością postawionych hipotez badawczych jest ich bardzo zgeneralizowana forma, bowiem dotyczą one ogólnie odnowienia świerkowego nie precyzując jego stadium. Już we wstępie Autor zwraca uwagę, zresztą bardzo słusznie, że w trakcie wzrostu odnowienia jego wymagania zmieniają się. Jeżeli okaże się, że wybrany czynnik ma inne znaczenie dla nalotów, a inne dla podrostów trudno będzie udzielić jednoznacznej odpowiedzi na hipotezę badawczą dotyczącą ogólnie odnowienia. Próba takiej odpowiedzi siłą rzeczy może sprowadzić się do odpowiedzi na dwa pytania: jedno dotyczące nalotów a drugie podrostów. Czemu więc nie zadać ich oddzielnie na wstępie?

METODYKA została podzielona na trzy podrozdziały: teren badań, prace terenowe i obróbka zebranych danych oraz analizy statystyczne.

W podrozdziale 2.1 Teren badań, Autor zwięźle przedstawił historię pomiarów w obu obiektach badawczych (sieć kołowych powierzchni próbnych na Babiej Górze oraz na Skoruśniaku) oraz swoje zaangażowanie w gromadzenie danych drzewostanowych wykorzystywanych w recenzowanej pracy. Ponadto została przedstawiona bardzo zwięzła charakterystyka roślinności runa spotykanej w obu obiektach oraz panujących tam warunków klimatycznych i glebowych. Autor w formie graficznej podsumował ważne informacje na

temat wystawy zbocza nachylenia i wysokości nad poziomem morza, zarejestrowanej na poszczególnych powierzchniach kołowych. Zostały one uzupełnione przez opis ogólnych tendencji kształtowania się wystawy w obu obiektach badawczych. Nie do końca jest zrozumiałe odniesienie do południowej strony Tatr przy opisie Skoruśniaka, leżącego w dolnej części Doliny Gąsiennicowej po północnej stronie głównego grzbietu Tatr.

W podrozdziale 2.2 Prace terenowe opisany został zakres prac przeprowadzonych przez Autora w 2016 roku na 61 powierzchniach próbnych na Babiej Górze i 60 na Skoruśniaku. Zastosowanie kołowych powierzchni próbnych o zmiennym promieniu pozwoliło zoptymalizować nakład koniecznej pracy, który i tak, ze względu na szeroki zakres i szczegółowość zbieranych informacji o nalotach i podrostach jak też pokrywie glebowej i martwym drewnie porośniętym przez odnowienie, był bardzo duży.

W rozdziale tym Autor również bardzo lakonicznie opisuje procedurę wykonywania zdjęć hemisferycznych, które zostały później wykorzystane do określenia ażurowości okapu drzewostanu. Niestety nie zostały podane informacje, w jakich warunkach zachmurzenia Autor wykonywał zdjęcia, a w jakich się od tego powstrzymywał, aby nie uzyskać obrazów nieprzydatnych do dalszych analiz. Brakuje również w opisie ważnej metodycznie informacji dotyczącej ustawień ekspozycji zastosowanych podczas wykonywania zdjęć. Domyślne ustawienia aparatu (AUTO) zazwyczaj dają gorsze obrazy sklepienia niż odpowiednio skorygowane ustawienia ekspozycji. Są to ważne czynniki o potencjalnie bardzo dużym wpływie na wyniki analizy zdjęć hemisferycznych i powinny być podawane w opisie metodyki.

W podrozdziale 2.3. Obróbka zebranych danych i analizy statystyczne, Autor opisuje swoje dalsze postępowanie ze zdjęciami zmierzające do oszacowania ażurowości okapu. W zasadzie opis sprowadza się do stwierdzenia, że użyto programu Gap Light Analyzer (Frazer et al. 1999), oraz, że niektóre zdjęcia „retuszowano” wcześniej w programach graficznych (Gimp) w celu poprawy kontrastu pomiędzy niebem a koronami drzew. Ważnym elementem procesu przetwarzania zdjęć hemisferycznych jest progowanie. Sprowadzało się ono, historycznie rzecz ujmując, do wskazania poziomu szarości rozgraniczającego transformację pikseli obrazu na czarne i białe obrazujące w domyśle odpowiednio zasłonięte i niezasłonięte fragmenty nieboskłonu. W dobie aparatów cyfrowych zazwyczaj dokonuje się to na jednym z wybranych zakresów barwnych (często polecany jest niebieski). Ten moment obróbki zdjęcia ma rozstrzygające znaczenie, ponieważ bardzo silnie wpływa na oszacowanie otwartości nieboskłonu. W programie Gap Light Analyzer omawiane zadanie wykonuje użytkownik kierując się swoją subiektywną oceną zgodności obrazu sklepienia po progowaniu ze stanem

rzeczywistym porównując obraz czarno biały z obrazem nietransformowanym. Manualne progowanie jest wskazywane, jako jedna z głównych przyczyn w trudności uzyskania powtarzalności oceny otwartości sklepienia drzewostanu z użyciem fotografii hemisferycznej. Z tego powodu upowszechniły się programy (np. LIA32), które za pomocą różnych algorytmów starają się dokonać optymalnej segmentacji obrazu tak by był on jak najwierniejszą mapą zasłoniętych i niezasłoniętych przez drzewa fragmentów nieboskłonu. Po obróbce w takim programie obraz można zaimportować do programu GLA. Bardzo ważne jest zamieszczenie w opisie metodyki informacji o tym, w jaki sposób było prowadzone progowanie zdjęć.

Nie jest zrozumiałym fragment zdania z omawianego podrozdziału brzmiący: „niektóre zdjęcia retuszując wcześniej w programach graficznych (Gimp) w celu poprawy kontrastu pomiędzy niebem a koronami drzew.”, być może ze względu na wieloznaczność słowa retusz. Retusz zdjęć hemisferycznych, rozumiany jako zmiana zawartości wybranych fragmentów zdjęcia hemisferycznego, był stosowany jeszcze w czasach dominacji fotografii analogowej. Przykładowo niektóre, silnie oświetlone fragmenty pni drzew podczas progowania mogą zostać zamienione na białe piksele, co w oczywisty sposób zafałszuje wynik analizy. Retusz takiej wady zdjęcia polegałby na zmianie wypełnienia omawianego fragmentu na czarne. Z kolei słowa „w celu poprawy kontrastu pomiędzy niebem a koronami drzew” mogą sugerować, że jednak program Gimp został użyty do progowania. Wspomniany program graficzny jest bardzo zaawansowanym narzędziem do obróbki obrazów i można przypuszczać, że znajdują się w nim narzędzia przydatne w progowaniu obrazów hemisferycznych, ale należałoby je wskazać i wyjaśnić dlaczego właśnie z nich skorzystano, a nie z rozwiązań wbudowanych do programu GLA.

Wymienione dotychczas uwagi odnośnie opisu metodyki analizy zdjęć hemisferycznych, sprowadzają się do wskazania braków w jej opisie, które łatwo można skorygować podczas przygotowywania pracy do publikacji. Bardziej intrygująca jest kwestia, dlaczego używając programu GLA Autor zdecydował się charakteryzować warunki wzrostu odnowień na powierzchniach kołowych za pomocą „ażurowości okapu drzewostanu” a nie zdecydował się na użycie oferowanego przez omawiany program oszacowania dostępu promieniowania bezpośredniego, rozproszonego i ogólnej podaży promieniowania słonecznego. Przypuszczam, że szczególnie informacja o promieniowaniu bezpośrednim, uwzględniająca promieniowanie cieplne byłaby lepsza do opisu warunków wzrostu odnowienia na różnych wystawach terenu niż „ażurowość okapu drzewostanu”.

W dalszej części podrozdziału „2.3. Obróbka zebranych danych i analizy statystyczne” Autor opisuje obliczenia, które na podstawie danych surowych pozwoliły uzyskać różne charakterystyki odnowienia (np. średni minimalny wiek), drzewostanu (np. pierśnicowe pole przekroju drzewostanu) czy sposób kodowania wystawy terenu na kołowych powierzchniach próbnych. Autor wspomina, że uzyskał w ten sposób około 50 potencjalnych zmiennych objaśniających możliwych do wykorzystania podczas analiz statystycznych. Bardzo szkoda, że nie zdecydował się na umieszczenie pełnej listy potencjalnych zmiennych objaśniających w jednej tabeli. Takie rozwiązanie ułatwiłoby czytanie i interpretację wyników, ponieważ znajomość zmiennych objaśniających odrzuconych podczas analiz statystycznych (a zazwyczaj rutynowo niewykazywanych w wynikach analizy) może być czasami bardzo interesująca z ekologicznego punktu widzenia.

Autor zdecydował się na dwuetapową analizę statystyczną. W pierwszym etapie za pomocą korelacji rang Spearmana dla każdego z obiektów badawczych zbadano korelację około 50 zmiennych objaśniających z zagęszczeniami, sumami wysokości na danej powierzchni, oraz sumami przyrostów wysokości na powierzchni w poszczególnych latach, dla obu klas odnowienia.

W drugim etapie Autor zdecydował się na zastosowanie uogólnionego modelu addytywnego w celu zbadania charakteru zależności pomiędzy wybranymi zmiennymi objaśniającymi, a badanymi cechami odnowienia. Uogólniony model addytywny jest stosunkowo zaawansowaną metodą statystycznej analizy danych dającą swobodę w modelowaniu zależności o nieliniowym charakterze. Jednocześnie jest to metoda wymagająca wielu przemyślanych decyzji podczas budowy każdego modelu. W modelu addytywnym, zamiast pojedynczego współczynnika dla każdej zmiennej objaśniającej konstruowana jest funkcja, która daje najlepszą prognozę wartości zmiennej zależnej na podstawie wartości zmiennej objaśniającej. Mówiąc w pewnym uproszczeniu dzięki swojej elastyczności modele addytywne bardzo łatwo dopasowują kształt krzywej obrazującej zależność między zmienną objaśnianą i objaśniającą. Należy je raczej powstrzymywać przed nadmiernym dopasowaniem niż przez niefrasobliwe ustawienia parametrów wyjściowych modelu prowokować do tworzenia zbyt „powyginanych” krzywych zależności. Niestety Autor w opisie metodyki nie przedstawił swojego podejścia do rozwiązania tego problemu. Również kilku słów komentarza wymaga decyzja o tym, aby empiryczne rozkłady zmiennej zależnej były modelowane z pomocą rozkładu gamma. Przyjęta w rozprawie metoda wyboru zmiennych objaśniających użytych do budowy modelu końcowego za pomocą krokowej metody selekcji w przód nie została zaimplementowana w postaci zautomatyzowanej w pakiecie *mgcv*

zastosowanym przez Autora do budowy modeli addytywnych. Warto, aby w wersji rozprawy przeznaczonej do publikacji, Autor opisał jak w praktyce była prowadzona selekcja zmiennych, ze szczególnym uwzględnieniem problemu współbieżności (odpowiednik współliniowości w regresji wielorakiej) zmiennych dołączanych do modelu.

Rozdział WYNIKI zawiera dwa podrozdziały. Pierwszy, krótszy zawiera wyniki analiz charakteryzujących intensywność zaburzeń w badanych obiektach. Drugi, bardziej rozbudowany, poświęcony jest strukturze odnowienia.

Analiza danych archiwalnych dotyczących struktury drzewostanu oraz zachodzących w niej zaburzeń wykazała, że oba obiekty pomimo zbliżonego wieku świerków tworzących drzewostan znacząco różniły się zarówno przed wystąpieniem gradacji kornika (zagęszczeniem i rozmiarami drzew), jak też pod względem odsetka drzew zamarłych w trakcie gradacji i końcowego pierśnicowego pola przekroju i ażurowości drzewostanów. Przy omawianiu danych demograficznych Autorowi zdarzyło się wspomnieć o zmianach ilości drzew, lecz ze względów językowych poprawniej byłoby pisać o zmianie liczby.

Podrozdział „Struktura odnowienia” jest najobszerniejszą częścią pracy, ale i tak tylko w przybliżeniu ukazuje bardzo dużą ilość pracy wykonanej w trakcie analizy wyników. Autor analizując zebrane dane nie szedł na skróty i wykonał, budzącą uznanie, dużą ilość potrzebnych analiz. Widoczna w poprzednio omawianych częściach rozprawy pewna „lakoniczność stylu”, w tym rozdziale okazała się dużą zaletą, która pozwala czytelnikowi na przyswojenie sobie tak dużej ilości zróżnicowanych wyników.

Uważam, że przyjęta przez Autora konwencja prezentowania wyników jest szczególnie trafna ze statystycznego punktu widzenia. Polega ona na zamieszczeniu dla analizowanej cechy odnowienia najpierw tabel ukazujących wartość wskaźników korelacji Spearmana dla wszystkich istotnych statystycznie zmiennych objaśniających, a potem wyników modelu addytywnego zbudowanego jedynie w oparciu o kilka wybranych zmiennych objaśniających. Użyta w pracy procedura selekcji zmiennych do budowy modelu addytywnego, mimo że znakomicie uprasza analizę może stwarzać pewne zagrożenie. Polega ono na tym, że wybierana zmienna niezależna ma największą zdolność objaśniającą badane zjawisko, ale nie zawsze da się łatwo interpretować jej znaczenie biologiczne (np. interpretacja biologiczna średniej pierśnicy jest trudniejsza niż interpretacja sumarycznego pola przekroju drzew na powierzchni kołowej). Zamieszczenie wyników korelacji Spearmana może do pewnego stopnia ułatwić ocenę czy optymalny pod względem statystycznym dobór zmiennych objaśniających w modelu jest też optymalny ze względu na ekologiczną interpretację

opisywanego zjawiska. W skrajnych przypadkach lepiej utracić, poprzez wybór zmiennych alternatywnych, małą część zdolności predykcyjnej modelu na rzecz jednoznaczności interpretacji wybranych zmiennych. Korelacja Spearmana nie zakłada zależności liniowej między zmiennymi a jedynie monotoniczną, co jest bliższe naturze modeli addytywnych. Porównując tabelę zawierającą wskaźniki korelacji różnych zmiennych objaśniających można wyrobić sobie pewien pogląd na słuszność włączenia ich do modelu addytywnego.

Autor nie ustrzegł się kilku drobnych pomyłek w formalnym opisie wyników. Zdarzyło mu się prawdopodobieństwo testowe p nazywać poziomem istotności oraz podawać w tabeli wyników jego wartość, jako równą 0. Programy statystyczne zazwyczaj zaokrąglały wartość prawdopodobieństwa testowego do określonej liczby miejsc po przecinku, ale nawet jeśli podają same zera to i tak poprawnie jest napisać, że wartość p jest mniejsza niż 0,0001 niż, że jest równa 0. Z niejasnych powodów Autor w tabeli 23 nie opisuje finalnej postaci modelu, ale tę przedostatnią, wymagającą redukcji nieistotnej statystycznie zmiennej, chociaż w tekście podaje wybrane parametry finalnego modelu.

W metodyce, albo najpóźniej podczas opisu wyników pierwszego modelu addytywnego, Autor powinien krótko wyjaśnić czytelnikowi, po co właściwie podaje wartość wskaźnika GCV, ponieważ stwierdzenie, że oznacza on „uogólnione sprawdzenie krzyżowe” mało wyjaśnia. Również przynajmniej kilku słów wyjaśnienia wymaga, w jaki sposób Autor uzyskał przedstawione w rozdziale wyniki informacje dotyczące tego, jaką część zmienności zmiennej zależnej wyjaśniają poszczególne zmienne objaśniające albo też, która z nich jest „najmocniejsza” oraz dlaczego wartości skorygowane R^2 nie korespondują z procentem wyjaśnionej zmienności modelowanej cechy.

Wśród wielu zaprezentowanych w rozdziale Wyniki modeli addytywnych jest zaledwie kilka, które mogą budzić sceptycyzm, co do decyzji podjętych podczas ich budowania. Jednym z nich jest model opisujący zagęszczenie nalotu świerka na Babiej Górze, w którym procent ażurowości sklepienia drzewostanu został wybrany, jako istotna zmienna objaśniająca. Wykres na rycinie 24 przedstawiający zmienności reszt częściowych modelu dla omawianej zmiennej ma przebieg zawierający 4 punkty przegięcia. Zakładając, że ażurowość sklepienia może być traktowana jako miara warunków świetlnych na dnie lasu, trudno zrozumieć dlaczego w miarę zwiększania się otwartości sklepienia (wzrostu dostępności światła) zagęszczenie naprzemian kilkakrotnie wzrasta i spada? Niepokoi to również Autora dysertacji, który komentuje to słowami, że może to świadczyć o zaburzającym wpływie innych czynników na model. Moim zdaniem inną, prawdopodobną w przypadku modeli addytywnych, przyczyną tego fenomenu może być zbyt słabe ograniczenie giętkości funkcji

opisującej zależność zagęszczenia nalotów od ażurowości. Podobne przypuszczenie może budzić rycina 37 obrazująca kształtowanie się reszt cząstkowych dla ażurowości okapu drzewostanu w modelu opisującym sumaryczny przyrost nalotów świerka w 2016 roku.

Zmienność reszt cząstkowych dla zagęszczenia podrostu jarzęba, jako zmiennej opisującej sumaryczny przyrost podrostu świerkowego w 2016 roku na Babiej Górze (ryc. 41.) sugerowałaby, że w miarę wzrostu konkurencji jarzęba sumaryczny przyrost podrostu świerków monotonicznie rośnie. Znane są doniesienia wskazujące, że przy górnej granicy lasu korzyści z osłony, jaką dają gatunki odporniejsze gatunkom bardziej wrażliwym na warunki abiotyczne, mogą przewyższać straty z powodu konkurencji. Niemniej jednak na wspomnianym wykresie można odczytać, że bardzo wysokie przyrosty obserwowano na jednej bądź dwu powierzchniach kołowych o zagęszczeniu jarzębów kilkukrotnie przekraczającym przeciętną dla badanego obiektu. Może to rodzić podejrzenia, że są to tak zwane obserwacje odstające, dla których związek między zmienną objaśnianą i objaśniającą może być inny niż dla reszty obserwacji w analizowanym zbiorze danych.

DYSKUSJA jest dobrze napisanym rozdziałem dysertacji. Autor we wstępnej części dyskusji, w oparciu o swoje własne wyniki oraz o dostępne dane archiwalne, w przekonujący sposób klasyfikuje charakter i dynamikę zaburzeń w obu badanych obiektach. Głównym punktem odniesienia dla Autora są modele dynamiki górnoreglowych drzewostanów świerkowych w Karpatach Zachodnich opublikowane przez profesora Holeksę i współautorów w 2017 roku. Powierzchnie kołowe na Babiej Górze reprezentują typ drzewostanu podlegający małym zaburzeniom związanym z gradacją kornika o niewielkim nasileniu skutkującą powstaniem relatywnie małych luk. Gradacja, którą obserwowano na powierzchniach kołowych na Skoruśniaku, była znacznie intensywniejsza i doprowadziła w analizowanym okresie do znacznych zmian w strukturze drzewostanu oraz powstania liczniejszych i większych luk, ale jednak nie było to zburzenie, które można by zaklasyfikować, jako wielkopowierzchniowe. Po zarysowaniu tła dla swoich rozważań Autor w dyskusji omawia kolejno różne aspekty struktury odnowień świerkowych w obu obiektach. Interpretacja uzyskanych wyników jest w większości przypadków poprawna i wzmocniona poprzez odwołania do dobrze dobranych przykładów z publikacji z czasopism naukowych o zasięgu międzynarodowym. Dobór odwołań literaturowych świadczy o bardzo dobrej znajomości tematyki badań i współczesnego piśmiennictwa leśnego. Jedynym fragmentem dyskusji wyników, z którym zdecydowanie trudno się zgodzić jest interpretacja Autora dotycząca różnic w reakcji odnowień na zmianę nachylenia zbocza. Autor pisze „Wzrost nachylenia stymulował

przyrosty w Skoruśniaku, ale na Babiej Górze wpływał na ich obniżenie. W Skoruśniaku przeważają wystawy południowe”. Jak sam Autor zauważył w opisie obiektu, na Skoruśniaku „nie stwierdzono ani jednej powierzchni z wystawą południową lub południowo zachodnią”, a rycina 3 sugeruje również brak powierzchni o wystawie południowo wschodniej. W związku z czym w wersji rozprawy przeznaczonej do publikacji Autor powinien wskazać inne niż wystawa wyjaśnienie różnic reakcji odnowienia na nachylenie zbocza.

Dyskusja wyników prowadzona jest w układzie nawiązującym do podziału analizowanego materiału badawczego przedstawionego w rozdziale wyniki, a nie wprost w odniesieniu do postawionych hipotez badawczych. Po przeczytaniu całości rozprawy uważam, że to rozwiązanie było dobre, ponieważ pozwoliło Autorowi na bardziej szczegółowe omówienie uzyskanych wyników. Hipotezy badawcze nie zostały porzucone przez Autora, bowiem odniósł się on do nich w podrozdziale podsumowującym dyskusję. Ten fragment dyskusji uważam za szczególnie cenny i lepiej oddający istotę rozprawy niż kolejny rozdział - wnioski.

WNIOSKI. Autor przedstawił pięć wniosków płynących z jego badań. Stwierdzenia te są dobrze udokumentowane w zebranych i opracowanych przez Autora materiale badawczym. Wnioski formułowane są w odniesieniu do postawionych hipotez badawczych a więc formułowane są w stosunku do nalotów i porostów łącznie. Wymusiło to daleko idącą generalizację ich brzmienia i niepotrzebnie ukrywa interesujące różnice pomiędzy nalotami i podrostami. Korekty wymaga jedynie stwierdzenie, że "Ilość światła, jaka przenika do dna lasu ma kluczowe znaczenie". Ponieważ Autor nie zdecydował się na użycie techniki analizy zdjęć hemisferycznych dla oszacowania ilości światła docierającego do dna lasu, a jedynie do oszacowania ażurowości sklepienia drzewostanu, poprawniej byłoby napisać „ażurowość sklepienia drzewostanu, regulująca dopływ promieniowania słonecznego do dna lasu”.

SPIS LITERATURY zawiera 83 pozycje, w przytłaczającej większości opublikowane w języku angielskim. Dobór cytowanych publikacji jest właściwy do omawianych w pracy zagadnień i można by powiedzieć charakterystyczny dla obecnego sposobu pisania artykułów naukowych, gdzie lepiej jest widziane odnoszenie się do współczesnych publikacji niż do klasycznych monografii. Zaledwie jedenaście cytowanych prac opublikowano przed 2000 rokiem, a przecież uwarunkowania odnawiania się świerka były badane intensywnie już wcześniej. Tylko jedno cytowane źródło ma charakter popularny i odnosi się do ogólnej historii lasów tatrzańskich. W jednym, ale dość istotnym przypadku, Autor błędnie cytuje pracę profesora Holeksy: „Rozpad drzewostanu i odnowienie świerka a struktura i dynamika

Karpackiego boru Górnoreglowego” z nieznanymi powodami podajac, jako wspolautora tej pracy czlonka redakcji wydawnictwa panią Krystynę Czyżewską. Przy okazji omawiania cytowanych prac warto zwrócić uwage na fakt, że analizy statystyczne w duzym stopniu zostały wykonane w dostępnym nieodpłatnie środowisku obliczeniowym R, co zostało zaznaczone w metodyce oraz za pomocą odpowiedniego cytowania widocznego w spisie literatury. Zabrakło natomiast cytowania pakietu *mgcv* o kluczowym znaczeniu dla przeprowadzonych w rozprawie obliczeń, który jest rozwijany przez Simona Wooda.

WNIOSEK KOŃCOWY

Recenzowana praca doktorska jest opracowaniem naukowym poświęconym analizie procesu odnawiania się świerka w drzewostanach górnoreglowych podlegających zburzeniom struktury wywołanym przez gradację kornika o różnej intensywności ze szczególnym uwzględnieniem wpływu lokalnych warunków drzewostanowych i mikrosiedliskowych na zagęszczenie i wzrost odnowienia. Zastosowana metodyka pomiarów terenowych i procedur statystycznych jest poprawna. Obszerny materiał empiryczny pozwolił na weryfikację hipotez badawczych. Uzyskane wyniki mają dużą wartość poznawczą, ale także praktyczną, zwłaszcza w kontekście obserwowanego ostatnio zamierania górskich drzewostanów świerkowych. Obowiązkiem recenzenta jest doszukiwanie się słabszych punktów recenzowanej pracy i opisywanie ich w recenzji. Chciałbym jednak jednoznacznie stwierdzić, że sygnalizowane przez mnie wątpliwości nie przeważają nad pozytywnymi elementami recenzowanej pracy. Uważam, że praca stanowi oryginalne rozwiązanie postawionego problemu naukowego, bardzo korzystnie wyróżnia się na tle innych prac, które miałem okazję ostatnio poznać, pod względem rozmachu w prowadzeniu badań terenowych, jak też pod względem zaawansowania przeprowadzonych analiz statystycznych.

Stwierdzam, że przedłożona do recenzji praca doktorska pana mgr inż. Michała Adamusa pt., „Procesy demograficzne w populacjach świerka z naturalnych lasów górnego regla, objętych gradacjami korników w Karpatach Zachodnich” spełnia warunki rozprawy doktorskiej określone w obowiązujących przepisach prawnych i wnioskuję o dopuszczenie jej Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Warszawa, 20.03.2020

