dr hab. inż. Cezary Beker
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Wydział Leśny
Katedra Urządzania Lasu
Zakład Dendrometrii i Produkcyjności Lasu
ul. Wojska Polskiego 71c
60-625 Poznań
bekerc@up.poznan.pl

Poznań, 3.09.2018 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana **mgr. inż. Jarosława Staniaszka** pt.:
„Czasowe i przestrzenne zróżnicowanie wzrostu wysokości sosny zwyczajnej w Polsce",
wykonanej w Zakładzie Biometrii i Produkcyjności Lasu,
Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie,
pod kierunkiem Pana **prof. dr. hab. inż. Jarosława Sochy**

Podstawa wykonania recenzji: powołanie na recenzenta przez Radę Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie (Uchwała nr 90/2018 z dnia 4. lipca 2018 r.), Wniosek Dziekana Wydziału Leśnego Pana prof. dra hab. inż. Marcina Pietrzykowskiego z dnia 18.07.2018 r. (DZP 291/334/2018).

Ocena ogólna

Badania nad czasowym i przestrzennym zróżnicowaniem wzrostu drzew i drzewostanów mają bardzo ważne znaczenie w aspekcie przyrodniczym, ekonomicznym i społecznym. Poznanie trendów wzrostu jest niezbędne dla planowania urządzeniowego i optymalnego wykorzystania możliwości produkcyjnych siedlisk, dzięki czemu będzie można podejmować racjonalne decyzje hodowlane.

Pan mgr inż. Jarosław Staniaszek podjął się zrealizowania w rozprawie doktorskiej ambitnego zadania dotyczącego analizy trendów wzrostowych głównego gatunku lasotwórczego Polski – sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Podstawowym celem badań było określenie czasowego i przestrzennego zróżnicowania wzrostu wysokości i opracowanie modeli bonitacyjnych. Znajomość dynamiki zmian wysokości jest konieczna do wyznaczenia wskaźników bonitacyjnych, co z kolei umożliwia docelowo zbudowanie modelu wzrostu drzewostanu. Przy konstruowaniu modelu wysokość jest jedną z najważniejszych charakterystyk, pozwala ustalić w ramach bonitacji: tempo wzrostu i przyrostu wysokości oraz jako cecha funkcyjna – miąższość i jej przyrost, a finalnie sumaryczną produkcję drzewostanu – charakterystyki możliwości produkcyjnych siedlisk leśnych..

Rozprawa liczy łącznie 108 stron, zawarto w niej 13 tabel i 73 ryciny. Literatura obejmuje 126 pozycji, w tym: 60 (48%) w języku polskim, 61 (48%) w języku angielskim, 4 (3%) w języku niemieckim i 1 (1%) w języku czeskim. Treść rozprawy zawarto w 6 rozdziałach, z których trzy podzielono na jednostki strukturalne niższego rzędu. Poszczególne rozdziały mają następujące nazwy i zawierają wyrażony w procentach udział treści: *Wstęp* – 2% , *Wzrost wysokości drzew i drzewostanów oraz jego zmienność w świetle badań* – 12%, *Materiał badawczy i metodyka badań* – 15%, *Wyniki* – 39%, *Dyskusja* – 10%, *Podsumowanie*

wyników i *wnioski* – 3% oraz *Literatura* obejmuje 9%. Pomimo, że od strony formalnej można byłoby w rozdziale *Wstęp* dodać „*cel i zakres pracy*" lub wyodrębnić jako kolejny rozdział, to jednak jest on wraz z hipotezą badawczą tak skonkretyzowany i w takiej formie może znaleźć się na końcu pierwszego rozdziału. Poza tym przyjęty podział na rozdziały oraz ich proporcje treściowe są właściwe dla charakteru pracy i odpowiadają wymogom stawianym rozprawom naukowym.

Ocena szczegółowa

We *Wstępie* Doktorant krótko przedstawił przyrodnicze i gospodarcze znaczenie sosny zwyczajnej w Polsce. Podkreśla jej szerokie zdolności adaptacyjne, co wpływa na dużą zmienność tego gatunku (rasy, klimatypy, formy). Następnie opisuje wybrane badania dotyczące czasowego i przestrzennego zróżnicowania wzrostu wysokości sosny, by w zakończeniu precyzyjnie sformułować cel pracy: „*zbadanie trendów wzrostowych sosny zwyczajnej w Polsce oraz określenie związku przestrzennego zróżnicowania wzrostu wysokości z warunkami siedliskowymi*". Stawia także hipotezę badawczą: „*we wzroście wysokości sosny zwyczajnej w Polsce występuje długookresowy trend polegający na zwiększeniu tempa wzrostu wysokości*", problem bardzo aktualny – potwierdzony m.in. wynikami Wielkoobszarowej Inwentaryzacji Stanu Lasu (WISL).

Rozdział drugi (*Wzrost wysokości drzew i drzewostanów oraz jego zmienność w świetle badań)* podzielony jest na cztery podrozdziały. W pierwszym (*Ogólne prawidłowości we wzroście wysokości drzew i drzewostanów)* Autor omawia proces wzrostu w sezonie wegetacyjnym oraz w fazach: juwenilnej, pędzenia i senilnej. Analizuje także wiek kulminacji bieżącego przyrostu wysokości (PB) na podstawie badań kilku autorów. Reasumując, wiek ten zawiera się w szerokim przedziale od 9 do 29 lat. Dlatego proponuję skomentować ten fakt zróżnicowania wieku kulminacji PB, wynikającego nie tylko ze względu na różnice terytorialne, ale także z powodu na przyjętą metodykę badawczą: analiza strzały – dodatkowo powiązana z wiekiem materiału badawczego, będzie mniej dokładna niż bezwzględna lokalizacja okółków dla młodych drzew (do 30 lat). Potwierdzają to badania recenzenta w tej materii. W drugim podrozdziale (*Wpływ różnorodnych czynników na przebieg wzrostu wysokości drzew*) Doktorant opisał wpływ czynników abiotycznych, biotycznych i antropogenicznych na dynamikę tempa wzrostu wysokości. Wyróżnia determinanty mające wpływ długookresowy i krótkotrwały. Dlatego należy tutaj doprecyzować "czynniki meteorologiczne", kształtujące pogodę w danym miejscu i czasie, w kontekście „elementów klimatycznych" jako ogół zjawisk pogodowych na danym obszarze w okresie wieloletnim (przynajmniej 30 lat). Podrozdział trzeci (*Trendy w kształtowaniu się wzrostu wysokości drzewostanów w Europie i na świecie*) traktuje o czasowym zróżnicowaniem wzrostu drzew i drzewostanów, głównie na podstawie badań europejskich i amerykańskich. W wielu przypadkach wskazano na wzmożony w ostatnich kilkudziesięciu latach przyrost wysokości różnych gatunków drzew, jako hipotezę przywoływano najczęściej wpływ: globalne ocieplenie klimatu (wzmożona koncentracja CO_2) – wydłużenie okresu wegetacyjnego i depozycje atmosferyczne (wzrost stężenia azotu). W podrozdziale czwartym (*Modelowanie wzrostu wysokości drzew i drzewostanów w świetle badań)* przedstawiono ewolucyjny rozwój modeli wzrostu, bazujących na klasach bonitacji i wskaźnikach bonitacyjnych, na świecie i w Polsce.

Rozdział: *Materiał badawczy i metodyka badań*, podzielony na cztery podrozdziały, opracowano precyzyjnie i przejrzyście. W pierwszym podrozdziale (*Charakterystyka i metodyka zbioru materiału badawczego)* Autor opisał sposób uzyskania materiału empirycznego. Pewną wątpliwość recenzenta budzi fakt bazowania tylko na jednym drzewie próbnym dla powierzchni badawczej. Wybrane, według wyznaczonych wymiarów dla średniej wysokości górnej (D100-H100), może jednak wykazywać niereprezentatywny dla danego drzewostanu przebieg tempa wzrostu wysokości. Opierając się na losowości zdarzeń, reprezentatywność wzmocniłby wybór dwóch drzew według rozwiązań proponowanych przez statystykę opisową. Opiniujący jest jednak świadomy znacznego, w tym przypadku, zwiększenia pracochłonności programu badawczego. W podrozdziale drugim (*Metodyka prac terenowych i laboratoryjnych)* Doktorant bardzo detalicznie przedstawił badania terenowe i kamaeralne. Dlatego proponuję, szczególnie w pierwszej części tego podrozdziału, pewną redukcję treści, której znacznie zostało wyjaśnione we wcześniejszych fragmentach tekstu (zaznaczono w elektronicznej wersji dysertacji). Nasuwa się uwaga odnośnie metodyki prac terenowych, dotycząca określenia długości położenia od wierzchołka tylko 10-ciu okółków. Dysponując tak cennym materiałem jakim są drzewa próbne, wskazane jest maksymalne pozyskanie danych empirycznych. Jak już podkreślałem w komentarzu dla rozdziału drugiego, znajomość położenia jak największej liczby okółków ma kapitalne znaczenie przy analizie wzrostu wysokości drzew. Na etapie prac laboratoryjnych Autor informuje: *„określono liczbę słoi na krążku z wysokości 0,0, którą uznano za równą wiekowi drzewa"*, wnioskuję o przyjęciu tego uproszczonego rozwiązania ze względu na wymogi programu badawczego. Należy jednak ten fakt skomentować, że tak ustalony wiek jest obarczony pewnym błędem, którego wielkość jest uzależniona od wysokości miejsca ścięcia drzewa. Dla określenia wieku bezwzględnego zalecane jest dodanie szacunkowej liczby lat do osiągnięcia przekroju podstawy drzewa. W podrozdziale trzecim (*Sposób określenia warunków siedliskowych)* omówiono kategoryzację warunków siedliskowych opartą na: typach siedliskowych lasu (TSL) – w rozbiciu na żyzność oraz wilgotność gleby, podtypach gleby, jednostkach podłoża geologicznego/gleb, szerokości i długości geograficznej, warunkach klimatycznych. W podrozdziale czwartym (*Metodyka analizy danych)* podzielonym na jednostki strukturalne niższego rzędu, Doktorant wykazał się dojrzałością przy doborze adekwatnego warsztatu matematyczno-statystycznego do opracowania krzywych wzrostu wysokości i modeli bonitacyjnych dla całego materiału empirycznego i poszczególnych krain przyrodniczo-leśnych. Godne podkreślenia jest wykorzystanie 36 uogólnionych modeli addytywnych do analizy zmiennych objaśniających ujętych w 4 grupach: dendrometryczne, glebowo-siedliskowe, geograficzne i bioklimatyczne, na kształtowanie się parametru siedliskowego (SI). Ponadto przeanalizowano wartości resztowe modelu oraz kształtowanie się reszt cząstkowych w zależności od wielkości poszczególnych zmiennych. Analogiczne rozwiązania zastosowano do analizy 5- (ZH5) i 10- (ZH10) letniego przyrostu bieżącego wysokości.

Najobszerniejszy jest rozdział *Wyniki*, w którym wyodrębniono dwa podrozdziały, podzielone z kolei na trzy jednostki niższego rzędu. Zaletą interpretacyjną tej części pracy jest poglądowe przedstawienia wyników na dobrze przygotowanych pod względem graficznym seriach rycin i w transparentnych tabelach. Mimo wielości danych liczbowych i licznych wykresów nie sprawia to problemów odbiorcy, albowiem układ prezentowanych

rezultatów odpowiada strukturze przedstawionej w poprzednim rozdziale metodyki. Autor prezentuje statystyki opisowe dla podstawowych cech dendrometrycznych, zróżnicowanie krzywych wzrostu wysokości i modeli bonitacyjnych oraz rozkład wartości resztowych wysokości dla całego zakresu danych i w ramach krain przyrodniczo-leśnych (ze względu na relatywnie mało reprezentatywny materiał empiryczny dla obszarów górskich połączono krainy VII i VIII). Recenzent może potwierdzić zgodność zależności uzyskanych przez Doktoranta dla III krainy przyrodniczo-leśnej (Wielkopolsko-Pomorskiej) na podstawie analogicznych relacji dla wysokości górnej (H100) ustalonych w ramach opracowanego lokalnego bonitacyjnego modelu wzrostu niepielęgnowanych drzewostanów sosnowych (PINUS). Autor porównał także wskaźnik bonitacyjny (SI) wyliczony na bazie modelu bonitacyjnego dla poszczególnych krain przyrodniczo-leśnych. Powyższą analizę przeprowadził z zastosowaniem właściwej procedury statystycznej (test Shapiro-Wilka, test Kruskala-Wallisa; $p<0,05$). W tej części prezentacji wyników są zamieszczone elementy metodyki, pomimo precyzyjnego i przejrzystego opracowania rozdziału dotyczącego tej materii. Recenzent przyjmuje jednak, że ze względu na charakter pracy było to trudne do wyeliminowania. Analogiczne zależności dotyczące trendu wzrostu wysokości uzyskał Doktorant dla przyrostów ZH5 i ZH10, dzięki czemu pozytywnie zweryfikowano relacje dotyczące tempa wzrostu wysokości. Pewnym mankamentem tej części opracowania jest komentowanie wyników uzyskanych w poszczególnych podrozdziałach z klauzulą potwierdzenia hipotezy badawczej, co powinno być zarezerwowane dla rozdziałów: *Dyskusja* oraz *Podsumowanie wyników* i *wnioski.*

Rozdział piąty obejmujący *Dyskusję wyników* jest bardzo mocną częścią pracy. Doktorant potwierdził swoją dojrzałość naukową i znajomość publikacji z zakresu realizowanej tematyki badawczej. Dzięki temu umiejętnie skonfrontował własne osiągnięcia z wynikami uzyskanymi przez innych autorów. W wyniku przeprowadzonych analiz ustalono, że przebieg wzrostu wysokości sosny zwyczajnej w Polsce jest zróżnicowany w aspekcie czasowom i przestrzennym. Wskazuje na to odmienny przebieg krzywych wzrostu i przyrostu bieżącego wysokości dla poszczególnych klas wieku oraz zróżnicowanie wskaźnika bonitacyjnego. Stwierdzony silny związek wskaźnika bonitacji z wiekiem drzewostanów, po wyłączeniu wpływu warunków siedliskowych, wskazuje jednoznacznie na zwiększanie produkcyjności siedlisk z czasem i wyjaśnia obserwowane różnice w dynamice przyrostu drzewostanów w różnym wieku (najwieksza dynamika wzrostu w przypadku drzewostanów najmłodszych, najmniejsza u drzewostanów najstarszych). W przypadku zróżnicowania przestrzennego dla poszczególnych krain przyrodniczo-leśnych, obserwowano zarówno w przypadku danych uzyskanych z analiz strzał, jak i opracowanego na ich podstawie modelu bonitacyjnego, największy wskaźnik bonitacyjny dla I krainy, a najmniejszy dla IV. Recenzent potwierdza zgodność zależności ustalonych przez Autora na podstawie III krainy przyrodniczo-leśnej (Wielkopolsko-Pomorskiej) ze względu na uzyskanie analogicznych relacji dla największej dynamiki wzrostu wysokości w przypadku młodych drzewostanów, porównywalnego układu krzywych bonitacyjnych i wskaźnika bonitacyjnego, ustalonych w ramach modelu PINUS. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują również na zwiększenie dynamiki wzrostu wysokości sosny zwyczajnej w Polsce w ostatnich kilkudziesięciu latach, jest to zbieżne z rezultatami uzyskanymi przez recenzenta na terenie Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka, gdzie ten trend obserwuje się od połowy lat dziewięćdziesiątych

ubiegłego wieku i jest także powiązanych ze zdecydowanym obniżeniem poziomu imisji siarkowych. Uzyskane rezultaty odnośnie przyrostu bieżącego wysokości wskazują na możliwość wykorzystania ZH10 jako miary aktualnej produkcyjności siedliska, co jest ważne w kontekście powszechnie obecnie prowadzonych zabiegów pielęgnacyjnych w jednym nawrocie w 10 latach. Ustalono także optimum termiczne i pluwialne dla wzrostu wysokości sosny przy średniej rocznej temperaturze około 7,5° i sumarycznym rocznym opadzie atmosferycznym około 670 mm.

W ostatnim rozdziale: *Podsumowanie wyników* i *wnioski* Autor przedstawił osiem skonkretyzowanych wniosków, w części o charakterze aplikacyjnym. Są one uzasadnione merytorycznie i metodycznie. Dowodzą zrealizowania postawionego celu i reasumpcji hipotezy badawczej.

Podczas czytania pracy recenzent dostrzegł pewne nieścisłości o charakterze logicznym, technicznym i edytorskim, których uwzględnienie przy przygotowywaniu rozprawy do druku, pozwoli istotnie poprawić jej jakość. Ich szczegółowe wskazania znajdują się w elektronicznej wersji dysertacji. Wymienione uwagi nie obniżają wartości merytorycznej przedstawionej rozprawy doktorskiej.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Pracę doktorską Pana mgr. inż. Jarosława Staniaszka, pomimo wymienionych powyżej uwag w części o charakterze dyskusyjnym, oceniam bardzo pozytywnie. Jest ona dojrzałym opracowaniem naukowym. Doktorant wykorzystał bogaty materiał empiryczny, odpowiednio dobrany pod względem założeń badań. Zastosował nowoczesną metodykę badawczą oraz adekwatne procedury i analizy matematyczno-statystyczne, dzięki czemu zrealizował cel pracy oraz pozytywnie zweryfikował hipotezę roboczą. Na podstawie uzyskanych wyników wysunął skonkretyzowane wnioski, w części o znaczeniu aplikacyjnym. Recenzent wyraża pogląd o pełnej świadomości Autora , że opracowane modele bonitacyjne są ważnym, ale pierwszym etapem w kontekście wieloetapowego zbudowania modelu wzrostu drzewostanu, który będzie miał kapitalne znaczenie dla zarządzania zasobami leśnymi i prowadzenia racjonalnej gospodarki leśnej.

W mojej ocenie recenzowana praca spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim, określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017 poz. 1789). Wnioskuję do Wysokiej Rady Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o przyjęcie dysertacji i dopuszczenie Pana mgr. inż. Jarosława Staniaszka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie ze względu na znaczący wkład Autora w zagadnienie modelowania wzrostu drzewostanów wnioskuję o wyróżnienie przedmiotowej rozprawy doktorskiej odpowiednią nagrodą naukową.