

Warszawa, 26 września 2020 r.

Prof. dr hab. Stanisław Miścicki
Katedra Urządzania Lasu, Dendrometrii i Ekonomiki Leśnictwa SGGW
ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa

Recenzja

Rozprawy doktorskiej mgr. inż. Karola Zaborskiego
**„Optymalizacja ekonomiczna etatu rębnego
z zastosowaniem programowania liniowego”**

Podstawa wykonania recenzji

Recenzję rozprawy doktorskiej pana mgr. inż. Karola Zaborskiego **„Optymalizacja ekonomiczna etatu rębnego z zastosowaniem programowania liniowego”**, napisanej pod kierunkiem pana dr hab. inż. Jana Banasia, prof. UR, wykonuję na podstawie uchwały Rady Dyscypliny – Nauki Leśne Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie z dnia 17 lipca 2020 roku, oznaczonej numerem RD-NL 45/2019/2020.

Informacje o kandydacie

Pan mgr inż. Karol Zaborski urodził się w Starachowicach 28 listopada 1980 roku. W roku 1999 rozpoczął studia na Wydziale Leśnym Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. Ukończył je w roku 2004 z oceną bardzo dobrą po przedstawieniu pracy „Wykorzystanie ciągników rolniczych do zrywki drewna na przykładzie Nadleśnictwa Starachowice”, która była podstawą nadania mu tytuł magistra inżyniera.

Od roku 2004 pan mgr inż. Karol Zaborski pracuje w Nadleśnictwie Marcule kolejno na stanowiskach: stażysty, specjalisty ds. użytkowania lasu i marketingu, zastępcy nadleśniczego. W tym okresie poszerzał swoją wiedzę uczestnicząc w studiach podyplomowych: „Pozyskiwanie i zarządzanie funduszami unijnymi” na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie (ukończone w roku 2008) i „Ochrona przyrody im. prof. Stefana Myczkowskiego” na Uniwersytecie Rolniczym w Krakowie (ukończone w roku 2016). W latach 2016-2020 był uczestnikiem Niestacjonarnych Studiów Doktoranckich na Uniwersytecie Rolniczym im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.

Pan mgr inż. Karol Zaborski dotychczas nie ubiegał się o nadanie stopnia doktora.

Ogólna charakterystyka rozprawy

Praca doktorska została przedstawiona przez pana mgr. inż. Karola Zaborskiego w formie spójnego tematycznie zbioru trzech artykułów opublikowanych w ostatnim okresie (w latach 2019-2020), które są pracami wspólnymi, przy czym w dwóch doktorant był głównym autorem. Są to prace: **1.** Banaś J., Kożuch A., Zaborski K., 2019. Zastosowanie dekompozycji szeregów czasowych do analizy wahań podaży i cen drewna na przykładzie Nadleśnictwa Marcule. *Sylvan* 163 (10): 820-829; **2.** Zaborski K., Banaś J., 2020. Optymalizacja rozmiaru użytkowania rębego metodą programowania liniowego. *Sylvan* 164 (3): 187-195; **3.** Zaborski K., Banaś J., Kożuch A., 2020. Określanie wartości surowca drzewnego w procesie optymalizacji użytkowania rębego. *Leśne Prace Badawcze* Vol. 81 (2): 65-74. Do pracy został dołączony autoreferat liczący 22 strony zasadniczego tekstu. Ma on charakter syntezy uzyskanych wyników, a jednocześnie podkreśla powiązanie tematyczne trzech artykułów. W autoreferacie został także podany wkład poszczególnych autorów w tworzeniu tych opracowań. W odniesieniu do doktoranta – pana mgr. inż. Karola Zaborskiego – było to odpowiednio: 33, 80 i 80%. Dwa artykuły zostały opublikowane w czasopiśmie „Sylvan”,

uważanym za najważniejszy, ukazujący się w języku polskim, periodyk o tematyce leśnej, najważniejszy ze względu na fakt docierania do leśnej kadry inżynierskiej oraz osób sterujących polskim leśnictwem. Trzeci artykuł został opublikowany także w języku polskim w „Leśnych Pracach Badawczych”, periodyku znanym ze starannej redakcji i wnikliwych recenzji.

Przedstawienie rozprawy doktorskiej w formie zbioru artykułów z jednej strony jest ułatwieniem. Przejście przez kolejne etapy recenzji przyczynia się do uporządkowania tekstu, oceny zastosowanych metod, zwrócenia uwagi na najważniejsze, aktualne publikacje. Z drugiej strony ścisły limit objętości tekstu może powodować zbyt oszczędne omówienie niektórych trudnych partii. Oba te aspekty są dostrzegalne w rozprawie, ale ogólnie jest ona zrozumiała, a przewodnia myśl jest łatwa do uchwycenia.

Ocena szczegółowa

Przedstawiona przez pana mgr. inż. Karola Zaborskiego rozprawa dotyczy typowego zagadnienia urządzania lasu, jakim jest określanie rozmiaru użytkowania rębego. Problemem węższym, podjętym przez kandydata, była optymalizacja rozmiaru użytkowania oraz wskazanie zbioru drzewostanów właściwych do użytkowania rębego. To ostatnie zagadnienie, współcześnie stawiane na granicy zadań urządzania lasu i planowania operacyjnego w nadleśnictwie, zapewne zostało podjęte ze względu na doświadczenie zawodowe kandydata.

Pan mgr inż. Karol Zaborski w autoreferacie podał główne cele rozprawy. W powiązaniu z przedstawioną hipotezą badawczą można je przedstawić następująco: (1) określenie rozmiaru użytkowania rębego z wykorzystaniem metody programowania liniowego, (2) dokonanie optymalizacji rozmiaru użytkowania i określenie zbioru drzewostanów podlegających użytkowaniu, z uwzględnieniem kryterium ekonomicznego, (3) wyrównanie rozkładu powierzchni drzewostanów w klasach wieku i wyrównanie podaży drewna w okresach gospodarczych z wykorzystaniem metody programowania liniowego. Realizacja powyższych celów została przedstawiona przede wszystkim w artykule oznaczonym numerem 2. Pozostałe artykuły pełniły w tej sytuacji rolę pomocniczą. Rozwiązania przedstawione w artykule 1 mogą mieć znaczenie w planowaniu operacyjnym w nadleśnictwie. Artykuł 3 objął zagadnienie ustalania wartości surowca drzewnego na pniu, co jest potrzebne przy wyznaczaniu zbioru drzewostanów do użytkowania rębego, a więc do rozwiązań przedstawionych w artykule 2.

W artykule 2 pan mgr inż. Karol Zaborski (wraz ze współautorem) postawił kilka celów. I było to: (1) przedstawienie metody określania rozmiaru użytkowania rębego z wykorzystaniem programowania liniowego (z uwzględnieniem ograniczeń wieku, wielkości drzewostanów i ich przestrzennego położenia), (2) przedstawienie metody planowania i optymalizacji rozmiaru użytkowania rębego w oparciu o wartość netto drzew na pniu w trzech okresach i określenie wpływu tych rozwiązań na rozkład klas wieku drzewostanów, (3) porównanie wartości drzewostanów na pniu podlegających wycięciu z użyciem programowania liniowego z wartością drzewostanów wycinanych według zasad z Instrukcji Urządzania Lasu. Materiał empiryczny został zebrany z drzewostanów sosnowych rosnących na siedliskach borów i borów mieszanych we fragmencie Nadleśnictwa Marcule. Kandydat na podstawie literatury scharakteryzował metodę programowania liniowego – wprawdzie nie nową, znaną od lat 1960/1970 – ale w Polsce jeszcze nie wykorzystywaną do optymalizacji wyboru drzewostanów do wyřębu. W rozdziale metodycznym przedstawił funkcję celu i przyjęte ograniczenia. Rozpatrywał trzy warianty optymalizacji: (1) maksymalizacji miąższości pozyskanego drewna, (2) maksymalizacji miąższości pozyskanego drewna, ale z warunkiem nie przekroczenia tzw. powierzchni wyrównawczej (modelowej), (3) maksymalizacji wartości pozyskanego drewna. Jako czwarty wariant (porównawczy) wykonał

obliczenia (planowanie cięć) według zasad z Instrukcji Urządzania Lasu. W wariantcie 3 obliczył wartość bieżącą netto surowca drzewnego na pniu z uwzględnieniem kosztów pozyskania i zrywki i stopy dyskontowej 2,5%. Wyniki obliczeń wskazały, że w każdym z rozpatrywanych wariantów rozmiar miąższościowy użytkowania rębego był większy niż określony według zasad z Instrukcji Urządzania Lasu. We wnioskach kandydat podkreślił, że w programowaniu liniowym każdy drzewostan jest traktowany indywidualnie, co pozwala na pozostawienie drzewostanów rębnych o dużym potencjale produkcyjnym na kolejny okres gospodarczy lub wycinanie wcześniejsze drzewostanów o słabym potencjale. Innym ważnym wnioskiem było, że planowanie rozmiaru użytkowania rębego jest wykonywane jednocześnie dla kilku okresów, co – po uwzględnieniu cech poszczególnych drzewostanów – pozwala na zwiększenie zarówno rozmiaru cięć jak i wartości pozyskiwanego drewna w długim okresie.

W badaniach przedstawionych w artykule 2 kandydat (i współautor) osiągnął postawione cele. Zastosował prawidłową i godną propagowania metodykę. Wyniki zostały uzyskane z uwzględnieniem przyjętych założeń i ograniczeń. Wnioski prawidłowo odzwierciedliły uzyskane rezultaty. Najważniejsze dostrzeżone przeze mnie usterki wynikały zapewne z ograniczenia rozmiarów tekstu artykułu lub zbyt szybko wykonanych uogólnień. A usterki były następujące:

- stwierdzenie, że „w lasach gospodarczych wycięcie drzewostanu powinno nastąpić w momencie, w którym wartość surowca drzewnego uzyskana z jego sprzedaży będzie największa”; *mój komentarz*: wartość surowca (zapasu na pniu) zwiększa się do późnego wieku (w drzewostanach sosnowych, zależnie od terenu, nawet do 150-200 lat), mimo możliwości zahubienia drzew i ich stopniowego zamierania, maksimum wartości drzewostanu przypada na wiek znacznie późniejszy niż maksimum zasobności; poszukiwanie wieku wyrębu (z punktu widzenia ekonomicznego) wiąże się z określeniem momentu, w którym – w odniesieniu do jednostki czasu – osiąga się największą wartość produkcji; uwzględnia się przy tym koszty gospodarowania oraz wartość użytków przedrębnych; żeby sprawa była jeszcze bardziej skomplikowana, to obliczenia wykonuje się według koncepcji renty leśnej lub renty gruntowej;
- pożądane byłoby wskazanie jak wyznaczono konkretne drzewostany do wycięcia w planie cięć wg Instrukcji Urządzania Lasu i czy we wszystkich rozpatrywanych czterech wariantach uwzględniano prawidłowe (przerwane) sąsiedztwo drzewostanów pomiędzy pasami ostępowymi?
- rozkład powierzchni drzewostanów jest (lub powinien być) równomierny, a nie normalny; w urządzaniu lasu używa się terminu „normalne ustosunkowanie powierzchni klas wieku” lub „prawidłowe ustosunkowanie powierzchni klas wieku”;
- nie omówiono jak wyznaczano wartość drzewostanów w przyszłości; *mój komentarz*: chodzi o wartość w kolejnych okresach planistycznych; wyżej zaznaczyłem, że wartość drzewostanów zmienia się; w przyjętym w Polsce zakresie wieku rębności na ogół zwiększa się wraz z wiekiem;
- nie podano wieku rębności w analizowanym gospodarstwie; *mój komentarz*: pośrednio z ryc. 1 wnioskuję, że wynosił on 100 lat;
- dlaczego w wariantcie VOL_max wyniki etatu są inne niż w wariantcie RA w okresie 1 i 2? *mój komentarz*: w wariantcie RA jedynym nowym ograniczeniem była wielkość powierzchni wyrównanej, a ponieważ w okresach 1 i 2 nie została ona przekroczona, to wyniki w danym okresie dla obu metod powinny być takie same.

W artykule 1 pan mgr inż. Karol Zaborski (wraz ze współautorami) postawił cel: zastosowanie metody dekompozycji szeregów czasowych do określenia kierunku i amplitudy zmian, jak i horyzontu czasowego ich oddziaływania na wielkość podaży i poziom cen drewna. Materiał empiryczny stanowiły dane o ilości i wartości surowca drzewnego

sprzedanego w okresach kwartalnych w latach 2006-2018 w Nadleśnictwie Marcule. Analizy przeprowadzone zostały dla drewna sosnowego i dębowego wielkowymiarowego i przemysłowego z drewnem ogólnego przeznaczenia. Kandydat wykorzystał model multiplikatywny i określił trendy długookresowe, wahania cykliczne i wahania nieregularne. Uwzględnił wpływ inflacji na ceny. Uzyskane wyniki pokazały, że: podaż drewna cechowała się sezonowością w skali roku i była różna dla gatunków drzew; sezonowość cen drewna była ujemnie skorelowana z jego podażą; fluktuacje sprzedaży drewna były skorelowane z cyklem koniunkturalnym. Ważnym stwierdzeniem było, że rozdzielenie ogólnej zmienności cen drewna na możliwe do przewidzenia składowe, jak również uwzględnienie wahań nieregularnych (trudnych do przewidzenia) może być wykorzystane przy podejmowaniu decyzji w planowaniu gospodarczym. Zastosowana metoda pochodziła z zagadnień analiz rynku i cen. Jej przeniesienie do zagadnień urzędniowych stojących na pograniczu z zagadnieniami ekonomicznymi uważam za wartościowe pod względem poznawczym. Także okres objęty analizą, zawierający kryzys ekonomiczny lat 2008/2009, ubarwił uzyskane wyniki.

W badaniach przedstawionych w artykule 1 kandydat (i współautorzy) osiągnął postawione cele. Zastosował metodykę godną propagowania i wartościową ze względów poznawczych. Wyniki zostały uzyskane z uwzględnieniem przyjętych założeń. Wnioski dobrze odzwierciedliły uzyskane rezultaty. Najważniejsze dostrzeżone przeze mnie usterki wynikały zapewne z ograniczenia rozmiarów tekstu artykułu. A usterki były następujące:

- powinny być nieco szerzej wyjaśnione zastosowane pojęcia (np. trend, wahania, średnia Hendersona – zapewne średnia ruchoma Hendersona);
- metodyka opisana została chyba zbyt zwięźle, przez co jest zrozumiała dla tych, którzy ją już wcześniej znali, albo mieli do czynienia z podobnymi analizami.

W artykule 3 pan mgr inż. Karol Zaborski (wraz ze współautorami) postawił cel: przedstawienie wybranych metod wyceny surowca drzewnego w drzewostanach oraz ocena ich przydatności w optymalizacji rozmiaru użytkowania rębego z użyciem metody programowania liniowego. Materiał empiryczny został zebrany w Nadleśnictwie Marcule i stanowiły go dane z okresu 2014-2018: raporty wykonania planów cięć rębnych, informacje o miąższości i wartości sprzedanego drewna według rodzajów i sortymentów, ustalenia kosztów pozyskania i zrywki drewna. Wykorzystał także opisy taksacyjne wybranych drzewostanów z roku 2017. Wartość surowca drzewnego w ośmiu drzewostanach określił z użyciem trzech metod: (1) wartości na pniu (bez uwzględniania rodzaju drewna i sortymentu), (2) wartości konsumpcyjnej (z uwzględnieniem rodzaju drewna i sortymentu), (3) wartości bieżącej netto. W tym ostatnim przypadku określił wartość drzewostanu na początku i końcu 10-letniego okresu, stosując różne stopy dyskontowe 1, 2,5, 5% oraz określając miąższość drzewostanów pod koniec okresu przez dodanie okresowego bieżącego przyrostu miąższości do miąższości początkowej. We wnioskach kandydat wskazał w jakiej sytuacji wskazane jest stosowanie określonych metod szacowania wartości drzewostanu. Metodę nr 3 wartość bieżącej netto rekomendował do stosowania przy wyznaczaniu drzewostanów do wyrębu w lasach o dominującej funkcji produkcyjnej oraz w optymalizacji wyrębu metodą programowania liniowego dla dłuższych (np. 30 letnich) horyzontów czasowych.

W badaniach przedstawionych w artykule 1 kandydat (i współautorzy) osiągnął postawione cele. Zastosował prawidłową metodykę. Wyniki zostały uzyskane z uwzględnieniem przyjętych założeń. Wnioski odnosiły się do uzyskanych rezultatów. W przypadku tego artykułu nie dostrzegłem usterek. Za to pojawiły się sprawy dyskusyjne, które omówię nieco dalej.

Chciałbym podkreślić, że dwie dyskusje i jedno podsumowanie w artykułach, prezentowanych przez pana mgr. inż. Karola Zaborskiego jako praca doktorska, zostały ładnie

i przekonująco poprowadzone. Kandydat odniósł się do nowych wyników badań. Oznacza to także, że wykorzystał odpowiednią literaturę, w tym literaturę najnowszą.

Omawiając poszczególne artykuły przedstawione jako praca doktorska wskazałem, że za każdym razem pan mgr. inż. Karol Zaborski (wraz ze współautorami) uzyskał prawidłowe wyniki, zgodne z przyjętymi założeniami. Niektóre części rozprawy skłaniają – jeżeli nie do sprostowań – to do dyskusji. Pierwszy, łatwiejszy problem, dotyczy określania przyszłej wartości drzewostanu. Jest to zagadnienie trudne, a próby jego rozwiązania sięgają głęboko XIX wieku. W artykule 3 kandydat przyjął, że miąższość drzewostanu po 10 latach zwiększy się o wielkość okresowego przyrostu miąższości. Nie napisał wprost nic o zmianie struktury sortymentowej – należy więc przyjąć, że to zostało pominięte. W rzeczywistości miąższość drzewostanów w wieku zbliżonym do wieku rębności zmienia się w niewielkim stopniu, z tego powodu, że duża jest miąższość (wprawdzie nielicznych) drzew wydzielających się. Natomiast wartość drzewostanu na ogół zwiększa się z powodu zmiany struktury sortymentowej. Drugi problem dotyczy szacowania przyszłej wartości drzewostanów z użyciem stopy dyskontowej. Tu powinienem nadmienić, że spór o to pojawił się od razu w chwili przedstawienia reguły Faustamanna, dzieląc osoby zajmujące się wartościowaniem lasu i obliczaniem wieku dojrzałości rębnej na mniej więcej równie liczne antagonistyczne grupy. A ponieważ spór trwa od 170 lat, więc mała jest szansa na dojście do porozumienia. W ramach dyskusji dodam, że jestem przeciwnikiem stosowania w odniesieniu do gospodarstwa leśnego stóp dyskontowych. Uważam, że gospodarstwo funkcjonuje według innych zasad. Sprzedanie drzewostanu i ulokowanie pieniędzy w banku na procent jest możliwością tylko hipotetyczną, a więc niemożliwą do zastosowania w realnym lesie. Nikt też nie bierze z banku pożyczki na założenie uprawy i oddaje pożyczone pieniądze z należnym procentami dopiero po wycięciu i sprzedaży drewna z tego konkretnego drzewostanu. Zresztą – zwolennicy stosowania stóp dyskontowych zdają się sami mieć wątpliwości, skoro przyjmują wartości stóp (na ogół inne niż aktualnie w bankach) według mało przekonujących kryteriów lub nawet zmieniają je, gdy uzyskanych wynik (np. wieku dojrzałości rębnej) nie pokrywa się z wiekiem uznanym intuicyjnie za prawidłowy.

Powyższy fragment zamieściłem, aby pokazać, że pełne wykorzystanie programowania liniowego do ustalenia etatu cięć rębnych i wskazywania drzewostanów do wycięcia jeszcze wymaga dalszych prac i badań. Ważnym zagadnieniem jest właśnie ustalenie przyszłych parametrów drzewostanów. O ile przy planowaniu na okres 10 lat można przyjąć, że zmieniają się one w niewielkim stopniu, to już w planie uwzględniającym okres 30-letni takich uproszczeń nie można przyjąć. Chciałbym tę część dyskusyjną zamknąć przywołaniem wniosku z artykułu 2, który spodobał mi się z powodu jego ostrożności, a brzmiał on „Wykorzystanie programowania liniowego jako pomocnego narzędzia decyzyjnego w urządzaniu lasów w Polsce wydaje się być godne zainteresowania”.

Ocena końcowa

Praca doktorska zrealizowana przez pana mgr. inż. Karola Zaborskiego ma – moim zdaniem – znaczenie dla rozwoju leśnictwa, a zwłaszcza urządzania lasu. Wynika to z faktu, że kandydat przeprowadził badania, których wyniki mają duże znaczenie praktyczne. Skłaniają też do dalszych badań i poszukiwań.

Uważam, że doktorant zrealizował postawione cele badań. Ogólnie, pracę doktorską pana mgr. inż. Karola Zaborskiego przedstawioną w formie zbioru trzech artykułów, uważam za bardzo dobrą. Na tę ocenę składają się następujące elementy:

- odpowiednie zaprojektowanie badań,
- wykorzystanie nowoczesnych metod analiz statystycznych (artykuł 1),
- wykorzystanie metod dotychczas nie stosowanych do rozwiązywania problemów planowania cięć rębnych (artykuł 2),

- wykorzystanie jednolitego zbioru danych empirycznych,
- umiejętność zorganizowania, uporządkowania i przedstawienia wyników badań,
- uzyskanie nowych, udokumentowanych faktów naukowych,
- umiejętne formułowanie wniosków z badań i rekomendacji dla praktyki leśnej.

Stwierdzam, że praca pana mgr. inż. Karola Zaborskiego – przedstawiona jako praca doktorska – stanowi oryginalne, samodzielne rozwiązanie problemu naukowego z dyscypliny leśnictwa – ze szczególnym uwzględnieniem urządzania lasu. Odpowiednie zaprojektowanie eksperymentów i umiejętność interpretacji wyników wskazują, że doktorant posiada odpowiednią wiedzę i jest dobrze teoretycznie przygotowany do prowadzenia badań.

Wyrażam pogląd, że praca pana mgr. inż. Karola Zaborskiego „Optymalizacja ekonomiczna etatu rębego z zastosowaniem programowania liniowego” spełnia warunki jakie rozprawom doktorskim stawia Ustawa o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (t. jedn. Dz. U. 2017 poz. 1789). Wobec tego przedkładam Radzie Dyscypliny – Nauki Leśne Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie wniosek o dopuszczenie pana mgr inż. Karola Zaborskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Stanisław Miścicki