Załącznik 3

AUTOREFERAT

dr inż. Janusz Szmyt

Wydział Leśny

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

1. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe:

a) stopień naukowy magistra inżyniera w zakresie leśnictwa, specjalność: hodowla lasu; tytuł pracy magisterskiej: „*Przebieg procesów naturalnego wydzielania i oczyszczania się drzew między 20 a 15 rokiem życia w niepielęgnowanych tyczkowinach sosnowych o różnych więźbach początkowych*". Promotor: dr inż. Jan Ceitel. Miejsce uzyskania: Akademia Rolnicza w Poznaniu, Wydział Leśny; rok uzyskania: 1997.

b) stopień naukowy doktora nauk leśnych w zakresie leśnictwa, specjalność hodowla lasu; tytuł rozprawy doktorskiej: „*Wpływ więźby początkowej i wieku na kształtowanie się poziomego rozmieszczenia drzew w niepielegnowanych drzewostanach sosnowych, świerkowych i dębowych*". Promotor: prof. dr hab. Jerzy Modrzyński. Miejsce uzyskania: Akademia Rolnicza w Poznaniu, Wydział Leśny; rok uzyskania: 2004.

c) ukończenie studiów podyplomowych „*Menedżer projektów badawczych*" na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, rok ukończenia: 2011.

2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.

- 1 października 2006 r. – do chwili obecnej - adiunkt w Katedrze Hodowli Lasu, Wydział Leśny, Akademia Rolnicza w Poznaniu (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu),
- 1 października 2005 r. – 30 września 2006 r. – Asystent w Katedrze Hodowli Lasu, Wydział Leśny, Akademia Rolnicza w Poznaniu (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu).

3. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. W Dz. U. z 2016 r. poz. 1311).

a) tytuł osiągnięcia naukowego: „Ocena dynamiki struktury drzewostanów sosnowych (*Pinus sylvestris* L.) objętych różnym postępowaniem hodowlanym"

Autor: Janusz Szmyt

Wydawca: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

Rok wydania: 2019

Liczba stron: 325

Recenzent wydawniczy: dr hab. Leszek Bolibok

b) omówienie celu naukowego pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Omówienie celu pracy

Sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) należy do gatunków charakteryzujących się rozległym zasięgiem naturalnym. Rośnie zarówno w drzewostanach jednogatunkowych jak i

może współwystępować wraz z innymi gatunkami drzew leśnych. Drzewostany, w których gatunek ten pełni znaczącą rolę gospodarczą, zagospodarowane są przeważnie wg reguł zrębowego sposobu zagospodarowania lasu. Charakteryzują się one wyraźnym uproszczeniem w porównaniu z drzewostanami zagospodarowanymi w inny sposób niż zrębowy. Przyczyn takiego stanu rzeczy jest kilka, np. łatwość prowadzenia czynności gospodarczych, stosunkowo wysoki efekt ekonomiczny takiego postępowania, czy też nadmierne przywiązanie praktyków leśnych do światłożądności sosny zwyczajnej. Ta ostatnia opinia przekłada się na powszechne przekonanie o trudnościach (lub wręcz niemożności) gospodarowania drzewostanami sosnowymi z wykorzystaniem bardziej złożonych systemów gospodarowania, opartych na maksymalnym wykorzystaniu odnowienia naturalnego na różnych etapach rozwoju drzewostanu.

Współczesna gospodarka leśna, a co za tym idzie hodowla lasu, zwraca szczególną uwagę na kształtowanie drzewostanów o możliwie silnie zróżnicowanej strukturze jako tych, które charakteryzują się większymi – w porównaniu do drzewostanów o nadmiernie uproszczonej strukturze, zdolnościami adaptacji do zmieniających się warunków środowiska przy jednoczesnym spełnianiu postulatu wielofunkcyjności.

W literaturze przedmiotu funkcjonuje wiele, mniej lub bardziej ogólnych, definicji struktury drzewostanu, a więc najważniejszego elementu ekosystemu leśnego. W ogólnym ujęciu struktura drzewostanu obejmuje przestrzenne (poziome i pionowe) zróżnicowanie jego elementów, np. gatunków czy też wielkości drzew. Strukturę drzewostanu można analizować w trzech aspektach:

- zróżnicowania gatunkowego,
- zróżnicowania wielkości (np. pierśnicy, wysokości, szerokości koron etc.) drzew,
- zróżnicowania poziomego rozmieszczenia drzew.

Wieloaspektowość struktury drzewostanu stanowi z jednej strony o trudnościach jakie jawią się w badaniach nad jej kształtowaniem się, zróżnicowaniem i dynamiką, z drugiej natomiast przyczynia się do jej bardzo dużego znaczenia poznawczego w rozumieniu dynamiki lasu. Istotność znajomości tej cechy drzewostanu wynika m.in. z faktu, że struktura kształtowana jest przez szereg czynników o różnej naturze (biotycznych, abiotycznych, antropogenicznych), a także kształtują ją spontanicznie zachodzące w różnym czasie procesy przyrodnicze (odnowieniowe, wzrostowe, śmiertelność, etc.). Zależności między czynnikami kształtującymi strukturę drzewostanu, a strukturą mają zatem charakter sprzężenia zwrotnego.

Badania wskazują, że poznanie struktury drzewostanu i jej dynamiki pozwala lepiej zrozumieć procesy zachodzące w układzie biologicznym jakim jest las. Tym samym sprzyja

racjonalnemu sterowaniu tymi procesami przez człowieka (leśnika) dążącego do realizacji założonego celu. Kwantyfikacja struktury drzewostanu i jej dynamiki w różnym jej aspekcie wymaga zastosowania odpowiednich narzędzi (np. wskaźników strukturalnych), które z jednej strony opisują strukturę w sposób możliwie pełny, z drugiej są łatwe w interpretacji.

Celem pracy jest poznanie i skwantyfikowanie struktury drzewostanów sosnowych występujących na średnio żyznych siedliskach (Bśw, BMśw), w których rozpoczęto eksperyment związany z kształtowaniem ich struktury poprzez różny sposób postępowania hodowlanego. W pracy weryfikowano hipotezy badawcze zakładające, że: drzewostany sosnowe, w których prowadzono zabiegi gospodarcze charakteryzują się mniejszym zróżnicowaniem strukturalnym niż drzewostany, w których zaprzestano prowadzenia czynności gospodarczych a różny sposób postępowania hodowlanego sprzyja powstaniu odmiennych struktur drzewostanu, oraz dynamika zmian w 10-letnim okresie jest niewielka, niezależnie od przyjętego postępowania hodowlanego. Postawiony cel realizowano w 3 obiektach badawczych (obiekt kontrolny, gospodarczy, doświadczalny) w dwóch lokalizacjach (Nadleśnictwo Gubin, Nadleśnictwo Torzym). W obiekcie kontrolnym zaprzestano jakiejkolwiek działalności gospodarczej, w obiekcie gospodarczym prowadzono typowe postępowanie hodowlane zgodnie z gospodarką zrębową (trzebieże późne o charakterze dolnym), w obiekcie doświadczalnym natomiast zaplanowano i prowadzono zabiegi pielęgnacyjne o charakterze trzebieży przekształceniowej. Strukturę drzewostanu określono w trzech (wymienionych powyżej) aspektach z wykorzystaniem szeregu wskaźników strukturalnych.

Metodyka

Badania prowadzono w drzewostanach sosnowych, praktycznie jednogatunkowych i jednowiekowych, w których założono sieć stałych powierzchni kołowych (0,05 ha każda), na których przeprowadzono pomiary i obserwacje drzew na początku i na końcu przyjętego 10-letniego okresu obserwacji. Oprócz typowych miar drzewostanowych (średnie zagęszczenie, średnia pierśnica, pierśnicowe pole powierzchni przekroju, zasobność grubizny) obliczono szereg wskaźników zróżnicowania strukturalnego opisujących różny aspekt struktury w ujęciu nieprzestrzennym jak i przestrzennym (skala najbliższego sąsiedztwa):

a) wskaźniki nieprzestrzenne:

- zróżnicowanie gatunkowe: wskaźnik zróżnicowania Shannona (S_{gat}), wskaźnik równomierności gatunków (E_{gat}),

- zróżnicowanie wielkości drzew: wskaźnik zróżnicowanie pierśnic Shannona (S_d), wskaźnik równomierności (E_d), wskaźnik Giniego (GI) dla zróżnicowania pierśnicy, wskaźnik profilowy drzewostanu (A, A_{rel}),

b) wskaźniki przestrzenne:

- zróżnicowanie gatunkowe: wskaźnik przestrzennego zmieszania gatunków (SM), wskaźnik segregacji gatunków Pielou (SP),
- zróżnicowanie wzorca przestrzennego: wskaźnik Clarka-Evansa (CE), Hopkinsa-Skellama (HS) oraz miarę kątową (W),
- zróżnicowanie przestrzenne pierśnicy drzew (TD, DD) oraz ich wysokości (TH, HD),
- kompleksowy wskaźnik zróżnicowania struktury drzewostanu (SCI).

Analizie poddano także zależności korelacyjne między wskaźnikami strukturalnymi w każdym z obiektów badawczych w obu terminach obserwacji. Wykorzystując analizę skupień wyróżniono grupy wskaźników wykazujące podobieństwo pod względem wartości współczynnika korelacji. Istotność różnic obserwowanych między obiektami badawczymi określono z wykorzystaniem analizy wariancji lub testu Kruskla-Wallisa, w zależności od charakteru danych. W przypadku stwierdzenia istotnych różnic, zastosowano testy *post hoc* - test Tukey'a (analiza wariancji) lub test Dunn'a (test Kruskala-Wallisa), na podstawie których wskazano obiekty wykazujące istotne różnice.

Omówienie najważniejszych wyników pracy

Średnie zagęszczenie, pierśnica, pierśnicowe pole powierzchni przekroju

Uzyskane wyniki dowodzą, że analizowane drzewostany sosnowe, w których prowadzono różne postępowanie hodowlane, charakteryzowały się między sobą wyraźnie różnym zagęszczeniem. W obu lokalizacjach (Gubin i Torzym) różnice w tej cesze drzewostanu zostały statystycznie udowodnione między oboma obiektami zagospodarowanymi a obiektem kontrolnym, w którym zaprzestano prowadzenia czynności gospodarczych. Obiekty kontrolne charakteryzowały się przy tym wyraźnie większym średnim zagęszczeniem drzew. W ciągu 10 lat obserwacji w obiektach kontrolnych, w obu lokalizacjach, ubytek drzew kształtował się na zbliżonym poziomie, tj. 6-9% drzew stwierdzonych w czasie pierwszego pomiaru, w obiektach zagospodarowanych natomiast ubytki drzew w tym samym czasie były większe, szczególnie w obiekcie gospodarczym (18-28%).

Zróżnicowane zagęszczenie w analizowanych drzewostanach prowadziło do wyraźnego zróżnicowania średniej pierśnicy drzew w poszczególnych obiektach badawczych. Drzewa rosnące w obiektach kontrolnych, a więc o wysokim zagęszczeniu, charakteryzowały się

wyraźnie mniejszą średnią pierśnicą niż drzewa w obiektach zagospodarowanych, w których wartość tej cechy była istotnie wyższa. Pierśnica drzew w obiektach kontrolnych wykazywała przy tym nieco większe zróżnicowanie (wyższy współczynnik zmienności) niż w obiektach zagospodarowanych. Po 10 latach tendencja ta została utrzymana.

Pod względem struktury pierśnic w każdym z obiektów badawczych niezależnie od lokalizacji stwierdzono jej rozkład charakterystyczny dla drzewostanów gospodarczych, a więc wskazywał on na stosunkowo niewielkie zróżnicowanie pierśnic drzew. W ciągu 10 lat obserwacji zmiany w strukturze pierśnicy były nieznaczne i polegały na nieznacznym przesunięciu się drzew w kierunku wyższych stopni grubości.

Przyrost średniej pierśnicy w analizowanym 10-letnim okresie obserwacji był większy w przypadku obiektów zagospodarowanych, przy czym w obiektach młodszych (Torzym) przyrost ten był wyższy niż w obiektach starszych (Gubin). Początkowo sumaryczne pierśnicowe pole powierzchni przekroju (G) było zbliżone we wszystkich obiektach badawczych i wahało się od 27 do 30 m^2ha^{-1}, a po 10 latach w każdym z nich wzrosło i wahało się od 29 do 34 m^2ha^{-1}. Obiekty kontrolne w obu lokalizacjach wykazywały początkowo nieco mniejszą wartość tej cechy niż obiekty zagospodarowane, jednakże po 10 latach w obiektach kontrolnych zaobserwowano wyższe sumaryczne pierśnicowe pole powierzchni przekroju drzew żywych.

Zróżnicowanie gatunkowe obiektów badawczych

W każdym z obiektów w obu lokalizacjach dominujący udział wykazywała sosna zwyczajna (>90%). Niewielką domieszkę stanowiła brzoza brodawkowata (Torzym) lub dąb bezszypułkowy (Gubin). Udział gatunków domieszkowych w żadnym z obiektów nie przekraczał 10% w całym okresie obserwacji. Świerk pospolity i robinia akacjowa występowały w obu terminach pomiaru sporadycznie (< 1-2% udziału). Po 10 latach większe zmiany odnotowano jedynie w przypadku robinii, której udział wyraźnie zmalał. Biorąc pod uwagę wszystkie gatunki występujące w obiektach badawczych bez uwzględnienia ich udziału (tzw. wskaźnik bogactwa gatunkowego drzewostanu) można stwierdzić, że najbardziej zróżnicowanym gatunkowo obiektem był obiekt kontrolny w Torzymiu.

Analizując zróżnicowanie gatunkowe obiektów w oparciu o wskaźnik Shannona (S_{gat}) i wskaźnik równości gatunków (E_{gat}) można stwierdzić, że większe wartości obu indeksów w analizowanym okresie badań obserwowano w obu obiektach zagospodarowanych (Gubin) lub obiekcie z rozpoczętą przemianą struktury (Torzym). Po 10 latach nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w wartościach wskaźników strukturalnych między obiektami w Gubinie,

natomiast początkowo istotne różnice między obiektami zagospodarowanymi a obiektem wyłączonym z gospodarowania w Torzymiu po 10 latach stały się nieistotne statystycznie. Zmiany w wartościach indeksów po 10 latach nie były w żadnym z obiektów duże, były jednak wyraźniejsze w młodszych obiektach (Torzym). W drzewostanach zagospodarowanych wartość wskaźnika S_{gat} nieco zmalała, a w obiektach kontrolnych – albo pozostała na tym samym poziomie (Gubin), albo symbolicznie wzrosła (Torzym). Spadek wartości wskaźników w obiektach zagospodarowanych wskazał, że wykonywane w nich zabiegi pielęgnacyjne sprzyjały uproszczeniu zróżnicowania gatunkowego drzewostanów, a kierunek ten były wyraźniejszy w obiektach młodszych (Torzym). Brak ingerencji człowieka w obiektach wyłączonych z gospodarowania nie spowodował jednak wyraźnego wzrostu wartości wskaźnika S_{gat}, zatem wyłączenie drzewostanów z gospodarowania nie sprzyjało wyraźnemu zwiększeniu zróżnicowania gatunkowego tych drzewostanów.

W obiektach w obu lokalizacjach wyraźny udział miały powierzchnie, dla których wskaźnik Shannona wskazywał jednogatunkowy drzewostan (S_{gat}=0). Najmniej takich powierzchni stwierdzono w obiektach wyłączonych z działalności człowieka, najwięcej w obiektach gospodarczych. Spośród tych ostatnich, największy odsetek powierzchni ze wskaźnikiem S_{gat}=0 stwierdzono w drzewostanach starszych (Gubin). W ciągu 10 lat największe zmiany w udziale drzewostanów jednogatunkowych miały miejsce w młodszych (Torzym) obiektach zagospodarowanych. W obu nastąpił wyraźny wzrost ich udziału.

Wskaźnik równości gatunków wskazywał wyraźnie zróżnicowany udział gatunków w obiektach, o czym świadczyły niskie wartość wskaźnika równości (E_{gatn}). Jednocześnie, większym zróżnicowaniem charakteryzowały się obiekty zagospodarowane (Torzym) i obiekt doświadczalny (Gubin). Drzewostany wyłączone z gospodarowania wykazywały mniejszą wartość wskaźnika E_{gatn} niż w obiektach zagospodarowanych.

Wskaźniki przestrzennego zróżnicowania struktury gatunkowej, w kontekście zmieszania gatunków, potwierdziły, że w obiektach badawczych w obu lokalizacjach istotny udział miały powierzchnie, na których rosnący drzewostan można było uznać za jednogatunkowy (SP=1, SM=0).

W obiektach młodszych (Torzym) na początku badanego okresu największym udziałem takich powierzchni charakteryzował się obiekt kontrolny, najmniejszym zaś obiekt gospodarczy. W ciągu 10 lat udział tych powierzchni nie uległ zmianie jedynie w przypadku obiektu kontrolnego, a więc w warunkach braku ingerencji człowieka. W obu obiektach zagospodarowanych udział ich wzrósł, przy czy najwyraźniej w obiekcie gospodarczym.

Na powierzchniach, dla których wartości obu wskaźników zróżnicowania gatunkowego nie wskazywały homogeniczności gatunkowej, gatunki charakteryzowały się najczęściej zmieszaniem losowym. W każdym z obiektów stosunkowo często obserwowano także tendencje do przestrzennej segregacji gatunków, rzadziej stwierdzano ich współwystępowanie (ang. *mutual facilitation, mutual attraction*). Po 10 latach udział przypadków współwystępowania gatunków w obiektach zagospodarowanych wzrósł, spadł natomiast udział przypadków przestrzennej segregacji gatunków. W obiekcie kontrolnym udział przypadków współwystępowania i segregacji gatunków charakteryzował się natomiast wyraźną stabilnością. Analiza przestrzennego zmieszania gatunków na podstawie wskaźnika SM potwierdziła tendencję homogenicznego gatunkowo sąsiedztwa drzew. Najmniejsze zróżnicowanie gatunkowe wykazywał obiekt kontrolny, następnie doświadczalny i gospodarczy. Po 10 latach udział klasy najmniejszego zróżnicowania gatunkowego wzrósł w każdym z obiektów. Jednocześnie w obiektach zagospodarowanych udział przypadków, w których najbliższe sąsiedztwo wykazywało największe zróżnicowanie gatunkowe był większy niż w obiekcie kontrolnym, jednakże nie przekraczał on 6%. Z wiekiem udział takich przypadków nie uległ istotnym zmianom.

W obiekcie kontrolnym w Gubinie, na początku badanego okresu, największy udział powierzchni dla których wartość SP=1 stwierdzono w obiekcie gospodarczym, nieco mniejszy udział w obiekcie doświadczalnym a najmniejszy udział stwierdzono w obiekcie kontrolnym. Po 10 latach udział takich powierzchni nie zmienił się w obiekcie kontrolnym i doświadczalnym, natomiast nieco wzrósł w obiekcie gospodarczym (63%). W obiekcie kontrolnym występowanie gatunków w swoim sąsiedztwie miało najczęściej charakter losowy, natomiast w obiektach zagospodarowanych częściej obserwowano tendencję pozytywnego współwystępowania (ang. *mutual attraction*) gatunków w swoim otoczeniu. Przestrzenną segregację gatunków można było nieco częściej obserwować w obiekcie kontrolnym niż w obiektach zagospodarowanych. Tendencje te stwierdzono w obu terminach pomiaru. Analiza rozkładu wskaźnika przestrzennego zmieszania gatunków (SM) na poszczególnych powierzchniach pomiarowych wskazała na wyraźną dominację homogenicznego gatunkowo sąsiedztwa drzew (SM=0). Najwyraźniej było to widoczne w obiekcie gospodarczym, a najmniej takich powierzchni stwierdzono w obiekcie doświadczalnym. W każdym z obiektów niewiele było przypadków, dla których wskaźnik SM wskazywałby bardzo silnie zróżnicowane sąsiedztwo (SM=1). Najmniej takich przypadków stwierdzono w obiekcie gospodarczym, najwięcej zaś w obiekcie doświadczalnym. Nigdzie jednak ich udział nie przekraczał 4%. Z wiekiem tendencja nie uległa istotnej zmianie. W obiektach zagospodarowanych zmiany

zachodziły w kierunku ujednolicenia gatunkowego najbliższego sąsiedztwa drzew, natomiast w obiekcie kontrolnym po 10 latach można było zaobserwować niewielki wzrost klas wartości SM wskazujących na większe zróżnicowanie gatunkowe w najbliższym sąsiedztwie.

Zróżnicowanie wielkości drzew w obiektach badawczych na podstawie wskaźników strukturalnych

Analizę zróżnicowania wielkości drzew w obiektach badawczych o różnym postępowaniu hodowlanym przeprowadzono w oparciu o wskaźniki nieprzestrzenne (GI, S_d, E_d, A, A_{rel}) jak i wskaźniki uwzględniające przestrzenne występowanie drzew w lesie (TD, DD, TH, HD). W przypadku tych ostatnich analiza dotyczyła skali przestrzennej najbliższego sąsiedztwa.

W obiektach młodszych (Torzym) zróżnicowanie pierśnicy drzew na podstawie wskaźnika Giniego było niewielkie, niezależnie od postępowania hodowlanego. Na początku badanego okresu średnia wartość GI była we wszystkich obiektach niemal taka sama, i osiągała wartość GI=0,13 (obiekt kontrolny i doświadczalny) i GI=0,14 (obiekt gospodarczy). Po 10 latach stwierdzono nieznaczny wzrost wartość indeksu w obiekcie kontrolnym (GI=0,14), natomiast w obu obiektach zagospodarowanych nastąpił spadek indeksu do takiego samego poziomu (GI=0,11). Największą zmiennością wskaźnika Giniego między powierzchniami w obu terminach inwentaryzacji, mierzoną współczynnikiem zmienności, charakteryzował się obiekt gospodarczy (cv=23%). W pozostałych obiektach współczynnik zmienności osiągał mniejsze wartości. W obiektach starszych (Gubin) zróżnicowanie pierśnicy drzew w na początku i na końcu badanego okresu na podstawie wskaźnika GI było również niewielkie, a wartości wskaźnika były zbliżone do wartości uzyskanych w Torzymiu. W obu terminach pomiaru wartości GI były najwyższe w obiekcie kontrolnym (GI=0,14), natomiast oba obiekty zagospodarowane charakteryzowały się takimi samymi, niższymi wartościami GI (GI_{1994}=0,11 oraz GI_{2004}=0,10). Zmiany po 10 latach były nieznaczne i dotyczyły tylko obu obiektów zagospodarowanych. Kierunek zmian wskazywał na zmniejszające się zróżnicowanie pierśnicy drzew. Podobnie jak w Torzymiu, współczynnik zmienności osiągnął wyższą wartość w obiektach zagospodarowanych niż w obiekcie kontrolnym, przy czym najwyższą zmienność odnotowano w obiekcie doświadczalnym (29% i 27%).

Kolejne wskaźniki, tj. indeks zróżnicowania pierśnicy Shannona (S_d) oraz wskaźnik równomierności (E_d), potwierdziły tendencje stosunkowo niewielkiego zróżnicowania drzew pod względem tej cechy w badanych obiektach. W Torzymiu drzewostany w obiektach zagospodarowanych charakteryzowały się początkowo większą średnią wartością obu tych

wskaźników niż w obiekcie kontrolnym, co może sugerować, iż obiekty te charakteryzowały się nieco większym zróżnicowaniem pierśnic drzew. Po 10 latach, sytuacja uległa niewielkiej zmianie - średnia wartość wskaźnika S_d (S_d=1,66) w obiekcie kontrolnym była większa niż w obiektach doświadczalnym (S_d=1,59) i gospodarczym (S_d=1,59). W przypadku wskaźnika E_d w obu obiektach zagospodarowanych osiągał on nieco wyższe średnie wartości, co może wynikać z bardziej wyrównanego (np. na skutek zabiegów pielęgnacyjnych) udziału drzew w poszczególnych klasach grubości niż to miało miejsce w przypadku obiektu wyłączonego z gospodarowania. Współczynnik zmienności wartości obu wskaźników między powierzchniami był niewielki.

W obiektach starszych (Gubin) analiza wskaźników S_d i E_d również wskazywała niewielkie zróżnicowanie pierśnic drzew. Oba obiekty zagospodarowane charakteryzowały się początkowo nieco większą wartością wskaźnika Shannona (S_d=1,50) niż obiekt kontrolny (S_d=1,48). W przypadku wskaźnika równomierności (E_d) tendencja była podobna. Po 10 latach wartość wskaźnika S_d wzrosła w każdym z obiektów, najwyraźniej w obiekcie kontrolnym (S_d=1,62), następnie doświadczalnym (S_d=1,57) a najmniej w obiekcie gospodarczym (S_d=1,52). Najwyższą wartość wskaźnika Shannona po 10 latach stwierdzono zatem w obiekcie wyłączonym z gospodarowania. Nieznaczny wzrost wartości po 10 latach stwierdzono także w przypadku wskaźnika E_d. Jego wartości w obiektach zagospodarowanych były nieco wyższe niż w obiekcie kontrolnym. Współczynnik zmienności dla wartości obu wskaźników między powierzchniami pomiarowymi był niewielki w obu terminach pomiaru.

Analiza przestrzennego zróżnicowania pierśnic drzew w swoim najbliższym sąsiedztwie (indeks TD) potwierdziła niewielkie ich zróżnicowanie w każdym z badanych obiektów w obu lokalizacjach. W młodszych drzewostanach (Torzym), początkowo średnia wartość wskaźnika TD była zbliżona we wszystkich obiektach (TD=0,22-0,23). Po 10 latach natomiast wartość tego indeksu wyraźnie spadła w obu obiektach zagospodarowanych, natomiast w przypadku obiektu kontrolnego jego wartość nieznacznie wzrosła (TD=0,24). Dowodzi to tendencji do zmniejszania się zróżnicowania pierśnicy drzew w swoim sąsiedztwie na skutek prowadzenia zabiegów trzebieżowych. Relatywnie niewielkie zróżnicowanie pierśnicy drzew wskazuje także ich udział w poszczególnych klasach zróżnicowania tej cechy. We wszystkich obiektach największym udziałem charakteryzowały się klasy bardzo małego i małego zróżnicowania pierśnicy, co odpowiada różnicy w pierśnicy między drzewami w swoim sąsiedztwie nie przekraczającej 40%. Udział drzew wykazujących większe różnice w pierśnicy w każdym z obiektów był niewielki, nieco większy w obiekcie gospodarczym. Po 10 latach w obu obiektach zagospodarowanych widoczna była tendencja do wzrostu udziału drzew w

najmniejszej klasie zróżnicowania pierśnicy, natomiast w obiekcie kontrolnym udział tej klasy nieco zmalał w tym samym okresie.

W przypadku starszych obiektów (Gubin) ogólna tendencja była podobna, a średni wskaźnik TD (w obu terminach pomiaru) osiągnął wyższą wartość w obiekcie kontrolnym niż w obiektach zagospodarowanych. Zmiany po 10 latach były symboliczne i dotyczyły obiektów zagospodarowanych, w których nastąpił spadek średniej wartości wskaźnika. Podobnie jak w przypadku Torzymia, niewielkie zróżnicowanie pierśnicy drzew w swoim sąsiedztwie potwierdził duży udział drzew w klasach małego (<40%) zróżnicowania. Po 10 latach nastąpił wzrost udziału klasy najmniejszego zróżnicowania drzew (różnice do 20%) w obiektach zagospodarowanych, natomiast w obiekcie wyłączonym z działalności gospodarczej udział tej klasy nieco spadł.

Przestrzenne zróżnicowanie wysokości drzew w obiektach badawczych w obu lokalizacjach określone na podstawie wskaźnika TH było mniejsze niż w przypadku zróżnicowania pierśnicy. W obiektach młodszych (Torzym) na początku badań średnia wartość TH była zbliżona w każdym z obiektów badawczych, jakkolwiek nieco wyższa w przypadku obiektu kontrolnego. Zmiany średniej wartości TH jakie zaszły po 10 latach były bardzo małe. Największym udziałem charakteryzowała się w każdym z obiektów klasa najmniejszego zróżnicowania wysokości, tj. klasa, w której drzewa nie wykazywały różnic w tej cesze większych niż 20%. W każdym z obiektów udział tej klasy przekraczał 90%. Zmiany w udziale poszczególnych klas jakie zaszły w ciągu 10 lata były również nieznaczne. W przypadku obiektów starszych (Gubin) średnia wartość indeksu TH była nieco większa niż w młodszych obiektach w obu terminach pomiaru. W obiekcie kontrolnym była ona przy tym wyraźnie wyższa (TH=0,22) niż w obu obiektach zagospodarowanych (TH_D=0,14 oraz TH_G=0,10). Po 10 latach zmiany wartości wskaźnika były nieznaczne i dotyczyły one obiektów zagospodarowanych, w których nastąpił spadek średniej wartości indeksu. W obiekcie kontrolnym średnia wartość TH po 10 latach nie uległa zmianie. Największym udziałem charakteryzowała się również klasa najmniejszego zróżnicowania. Największy udział tej klasy stwierdzono w obu obiektach zagospodarowanych, szczególnie w obiekcie gospodarczym. Obiekt kontrolny charakteryzował się wyraźnie mniejszym udziałem tej klasy, co świadczy o większym zróżnicowaniu wysokości drzew w swoim sąsiedztwie w obiekcie wyłączonym z gospodarowania. Tendencja ta była widoczna zarówno na początku jak i na końcu analizowanego okresu.

Zróżnicowanie obiektów w odniesieniu do struktury socjalnej określonej na podstawie wskaźnika przestrzennej dominacji grubościowej (DD) i wysokościowej (HD) było

umiarkowane. W przypadku młodszych obiektów (Torzym) analiza dominacji drzew w najbliższym sąsiedztwie pod względem pierśnicy wskazała, że we wszystkich obiektach udział drzew określonych jako dominujące był największy. Relatywnie często najmniejszym udziałem charakteryzowały się natomiast drzewa przygłuszone. W przypadku wysokości udział poszczególnych klas dominacji był bardziej wyrównany. Po 10 latach zmiany w udziale poszczególnych klas dominacji obu cech były niewielkie, jakkolwiek nieco wyraźniejsze w przypadku dominacji grubościowej drzew. W obiektach starszych (Gubin) sytuacja była podobna do tej stwierdzonej w obiektach młodszych w odniesieniu do wskaźnika dominacji grubościowej. Udział drzew dominujących był najwyższy w każdym z obiektów, natomiast drzewa przygłuszone stanowił najmniejszy odsetek. W odniesieniu do wskaźnika dominacji wysokościowej drzew, zróżnicowanie obiektów jak i zmiany tej cechy po 10 latach obserwacji były wyraźniejsze.

Pod względem budowy pionowej analiza zróżnicowania drzewostanów w obiektach badawczych na podstawie wskaźnika profilowego A oraz A_{rel} wskazała, że w Torzymiu powierzchnie w obu obiektach zagospodarowanych charakteryzowały się wyraźnie większymi średnimi wartościami obu tych wskaźników, niż w obiekcie kontrolnym. Sugeruje to większe zróżnicowanie budowy pionowej drzewostanów w tych obiektach. Po 10 latach tendencja ta została utrzymana, mimo iż wartość indeksu profilowego w każdym z obiektów zmalała, a zmiany były wyraźniejsze w obu obiektach zagospodarowanych. Wskaźnik standaryzowany, A_{rel}, dla obiektu kontrolnego nie uległ zmianie w analizowanym okresie, natomiast w obiektach zagospodarowanych jego wartość wyraźnie spadła po 10 latach.

W starszych obiektach (Gubin) wyniki wskazały, że na początku badań wskaźniki A i A_{rel} osiągały taką samą wartość w obiekcie kontrolnym i doświadczalnym (A=0,36; A_{rel}=20%), podczas gdy w obiekcie gospodarczym wartości te były wyraźnie niższe (A=0,26; A_{rel}=14%). Po 10 latach zarówno w obiekcie kontrolnym jak i doświadczalnym stwierdzono nieznaczny wzrost średniej wartości obu tych indeksów - nieco wyraźniejszy w obiekcie kontrolnym. W obiekcie gospodarczym natomiast, po 10 latach nastąpił bardzo wyraźny spadek wartości obu tych wskaźników.

Wzorzec przestrzennego rozmieszczenia drzew w obiektach badawczych

Analiza wzorca przestrzennego na podstawie trzech zastosowanych wskaźników (CE, HS i W) potwierdziła dominację losowego rozmieszczenia drzew w każdym z badanych obiektów w obu lokalizacjach i w obu terminach pomiaru. Zdecydowanie rzadziej wskaźniki wskazywały pewien udział równomiernego czy też skupiskowego rozmieszczenia drzew.

Zastosowane wskaźniki różniły się natomiast czułością jeśli chodzi o zdolność wykrywania wzorców równomiernego i skupiskowego. Pierwszy z nich częściej wykrywany był przez wskaźnik Clarka-Evansa, drugi natomiast – częściej wykrywany był przez wskaźniki HS i W. Zmiany wartości średniej wskaźników w 10-letnim okresie w obiektach nie były duże. W obiektach młodszych (Torzym) w przypadku wskaźnika CE w obiektach kontrolnym i doświadczalnym wzrósł udział przypadków równomiernego rozmieszczenia drzew, podczas gdy w obiekcie gospodarczym udział ten nieznacznie spadł. W przypadku wskaźnika HS tendencja te była również widoczna, jednakże zmiany dotyczące obiektu gospodarczego były nieco wyraźniej zaakcentowane. Wskaźnik HS wskazał także na wyraźny spadek udziału rozmieszczenia skupiskowego w obiektach kontrolnym i doświadczalnym po 10 latach obserwacji. W przypadku miary kątowej (W) najmniejsze zmiany w udziale poszczególnych wzorców rozmieszczenia po 10 latach stwierdzono w obiekcie kontrolnym, nieco wyraźniej zmiany były zaznaczone w obu obiektach zagospodarowanych. W tych ostatnich można stwierdzić nieznaczny wzrost po 10 latach udziału wzorca skupiskowego. W starszych obiektach (Gubin) dynamika zmian wzorca rozmieszczenia drzew w obiektach badawczych również nie była duża. W przypadku wskaźnika CE z wiekiem zmalał udział rozmieszczenia losowego drzew na korzyść rozmieszczenia równomiernego, podczas gdy indeks HS wskazywał wzrost udziału losowego rozmieszczenia, kosztem obu pozostałych wzorców. W przypadku miary kątowej (W) jej średnia wartość była nieco wyższa w obiektach zagospodarowanych niż w obiekcie kontrolnym, podobnie jak w Torzymiu.

Zróżnicowanie obiektów pod względem wskaźnika kompleksowego zróżnicowania struktury drzewostanu

Kompleksowy wskaźnik zróżnicowania struktury drzewostanu (SCI) jest wskaźnikiem uwzględniającym dwa aspekty zróżnicowania struktury: zróżnicowanie wielkości drzew (pierśnicy lub wysokości) oraz ich wzorzec przestrzenny. Analiza średnich wartości wskaźnika w młodszych obiektach badawczych (Torzym) oraz jego zmian w analizowanym 10-letnim okresie wskazały, że początkowo największą wartością indeksu charakteryzował się obiekt gospodarczy (SCI=3,01). Obiekt kontrolny i doświadczalny wykazywały identyczną i mniejszą średnią jego wartość (2,88). Po 10 latach zmiany wskaźnika SCI były wyraźne w każdym z obiektów badawczych. Największą jego średnią wartość stwierdzono w obiekcie kontrolnym (SCI=3,01) najmniejszą natomiast w obiekcie doświadczalnym (SCI=2,55). Największy spadek średniej wartości SCI stwierdzono natomiast w obiekcie gospodarczym (do SCI=0,61). Współczynnik zmienności wartości SCI w obiekcie był umiarkowany (na początki i na końcu

analizowanego okresu). W obiektach starszych (Gubin) analiza wartości wskaźnika SCI oraz jego zmian w analizowanym 10-letnim okresie wskazała, że początkowo największą średnią wartością indeksu charakteryzował się obiekt kontrolny (SCI=2,78), natomiast oba obiekty zagospodarowane wykazywały wartości niższe i wzajemnie zbliżone (SCI_D=2,39, SCI_G=2,40). Po 10 latach stwierdzono wzrost średniej wartości wskaźnika SCI w obiekcie kontrolnym (SCI=3,11) i doświadczalnym (SCI=2,50), podczas gdy w obiekcie gospodarczym zmian nie stwierdzono. Współczynnik zmienności wskaźnika SCI między powierzchniami pomiarowymi był umiarkowany.

Korelacje między wskaźnikami zróżnicowania struktury drzewostanów i analiza skupień

Obliczone wskaźniki strukturalne opisujące różne aspekty struktury drzewostanu charakteryzowały się różną wzajemną korelacją, tak pod względem charakteru jak i siły związku. Uzyskane wyniki wskazały jednak, że zdecydowana większość statystycznie istotnych korelacji wskazywała związek dodatni, tj. wzrostowi wartości jednego wskaźnika odpowiadał wzrost wartości innego wskaźnika. Jedynie niektóre pary charakteryzowały się korelacją negatywną wskaźników (np. CE-HS, TD-TH, A-SP, SM-SP). Wyniki wskazały także, że wskaźniki opisujące ten sam aspekt struktury drzewostanu silnie ze sobą korelowały, jednakże taka sytuacja nie dotyczyła wszystkich aspektów. Przykładem może być najczęściej brak istotnego statystycznie związku między wskaźnikami opisującymi wzorzec przestrzennego występowania drzew (np. CE-W czy HS-W). Szczególnie interesujące wydają się być wyniki wskazujące korelacje kompleksowych wskaźników struktury, tj. takich, które uwzględniają jednocześnie różne aspekty struktury drzewostanu. W niniejszej pracy przykładami takich wskaźników były wskaźnik SCI oraz wskaźnik profilowy A. Oba wykazywały istotne korelacje w wieloma wskaźnikami określającymi różne aspekty struktury (np. SCI korelował zarówno z określającymi zróżnicowanie wielkości drzew jak i ze wskaźnikami zróżnicowania struktury gatunkowej).

Wnioski

1. Drzewostany sosnowe charakteryzowały się niewielkim zróżnicowaniem struktury w analizowanych aspektach. Struktura ta na początku badań została ukształtowana przez długoletnią, aktywnie prowadzoną gospodarkę leśną.
2. Zmiany analizowanych elementów struktury, a co za tym idzie zmiany wskaźników zróżnicowania strukturalnego, jakie zaszły w analizowanym okresie 10 lat były niewielkie pod względem ilościowym, jednakże wskazały ich potencjalny kierunek. Dotyczyło to każdego z analizowanych obiektów a zmiany były wyraźniejsze w obiektach młodszych.

3. Zagęszczenie drzew, średnia pierśnica jak i pierśnicowe pole powierzchni drzew żywych wykazywały istotne różnice między obiektami o różnym postępowaniu hodowlanym. Istotne różnice w wymienionych cechach stwierdzone między obiektami badawczymi na początku badań zostały najczęściej potwierdzone po 10 latach.
4. Wskaźniki opisujące aspekt zróżnicowania gatunkowego drzewostanu wskazały na niewielkie ich zróżnicowanie. W każdym z obiektów w obu lokalizacjach wyraźny udział miały powierzchnie próbne, na których drzewostan można było uznać za jednogatunkowy. Tendencja ta wyraźniej widoczna była w obiektach starszych. Zabiegi pielęgnacyjne wykonane w młodszych obiektach zagospodarowanych sprzyjały najczęściej zmniejszaniu zróżnicowania gatunkowego drzewostanów. Wyłączenie drzewostanu z gospodarowana nie spowodowało jednak pojawienia się wyraźnej tendencji co do kierunku zmian.
5. Zróżnicowanie obiektów badawczych pod względem wielkości drzew w drzewostanach na podstawie wskaźników nieprzestrzennych w analizowanym okresie było niewielkie. Kierunek zmian jakie zaszły w obiektach zagospodarowanych był różny w obu lokalizacjach. W młodszych obiektach zagospodarowanych stwierdzono tendencję do zmniejszania tego zróżnicowania, chociaż nie była ona jednoznaczna. W starszych obiektach natomiast obserwowana była tendencja odwrotna. W drzewostanach wyłączonych z działalności gospodarczej utrzymany został stan obserwowany na początku badań.
6. Zróżnicowanie budowy pionowej drzewostanów po 10 latach uległo zmniejszeniu w obiektach zagospodarowanych, czego dowodzi wyraźny spadek wartości wskaźnika profilowego i jego standaryzowanej wersji. Po 10 latach różnice w tej cesze drzewostanu udowodniono między obiektami kontrolnym i gospodarczym (na korzyść tego pierwszego) oraz między dwoma obiektami zagospodarowanymi (na korzyść obiektu doświadczalnego) w obiektach starszych. W młodszych obiektach różnic takich nie udowodniono.
7. Zastosowane wskaźniki opisujące wzorzec przestrzennego rozmieszczenia drzew w drzewostanie nie wskazały - w sposób jednoznaczny – istotnych różnic w tym względzie. W każdym z obiektów, niezależnie od lokalizacji, dominował losowy wzorzec przestrzennego rozmieszczenia drzew żywych.
8. Przestrzenne zróżnicowanie pierśnicy i wysokości drzew w skali najbliższego sąsiedztwa było niewielkie. Zróżnicowanie pod względem pierśnicy było większe niż pod względem wysokości. W obiektach zagospodarowanych po 10 latach nastąpił spadek wartości wskaźników, wskazując tendencje do zmniejszania zróżnicowania wysokości i grubości drzew w swoim otoczeniu. Wyłączenie drzewostanów z aktywnej działalności gospodarczej nie skutkowało pojawieniem się wyraźnej i odmiennej tendencji co do kierunku zmian.

9. Analiza zróżnicowania struktury drzewostanu na podstawie wskaźnika kompleksowego SCI wskazała, że wyłączenie drzewostanów z aktywnej działalności gospodarczej sprzyjało większemu jej zróżnicowaniu. Odwrotną sytuację stwierdzono w przypadku obiektów zagospodarowanych, w których wartość wskaźnika SCI wyraźnie zmalała na skutek prowadzonych w nich zabiegów hodowlanych (trzebieży), świadcząc o tendencji do upraszczania struktury tych drzewostanów.
10. Wskaźniki strukturalne określające ten sam aspekt struktury, niezależnie od ich charakteru (przestrzenne i nieprzestrzenne), najczęściej silnie ze sobą korelowały. Wyjątkiem były wskaźniki określające wzorzec przestrzennego rozmieszczenia drzew.
11. Spośród wskaźników nieprzestrzennych opisujących zróżnicowanie strukturalne drzewostanu pod względem wielkości drzew (pierśnicy, wysokości) godnymi polecenia są: wskaźnik Giniego (GI), wskaźnik równości pierśnicy (E_d) oraz wskaźnik profilowy drzewostanu (A i A_{rel}).
12. Ze względu na silne korelacje między wskaźnikiem SCI oraz wskaźnikiem profilowym A z pozostałymi miarami zróżnicowania struktury drzewostanów, wskaźniki te są godne polecenia w analizach zróżnicowania struktury drzewostanów o różnym postępowaniu hodowlanym.
13. Zastosowane w pracy wskaźniki przestrzenne (W, TD, TH oraz SM) w sposób szczegółowy opisują strukturę drzewostanu w skali najbliższego sąsiedztwa w trzech różnych aspektach, a uzyskane informacje w łatwy sposób mogą być porównywane między drzewostanami o różnym statusie gospodarowania.
14. Zmiany w budowie badanych drzewostanów sosnowych, ze względu na krótki okres obserwacji były niewielkie. Zmiana sposobu zagospodarowania, lub jego zaniechanie, nie pociągnęła za sobą wyraźnej odrębności w analizowanych cechach. Nadal najsilniej na strukturę drzewostanów odciska piętno przeszła gospodarka zrębowa.
15. Aktywne działanie hodowlane w celu przyśpieszenia różnicowania się struktury drzewostanów wyłączonych z działalności gospodarczej (np. drzewostanów chronionych) może być ważnym składnikiem działań ochronnych. Zastosowane wskaźniki strukturalne mogą służyć kwantyfikacji efektów takich działań.

4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych

Moje dotychczasowe zainteresowania naukowe wiążą się przede wszystkim z problematyką badawczą obejmującą możliwości zastosowania analiz przestrzennych w badaniach ekosystemów leśnych. W szczególności w dotychczasowej pracy naukowej zajmowałem się powyższą problematyką w kontekście badań nad strukturą drzewostanu oraz jej dynamiką. Drugi nurt badań dotyczył wpływu różnego rodzaju zaburzeń na regenerację lasu i kształtowanie się struktury drzewostanu na powierzchniach po wystąpieniu zaburzenia.

Zastosowanie analiz przestrzennych w badaniach nad strukturą drzewostanu

Prowadzone badania w ramach tej problematyki dotyczyły badań nad strukturą drzewostanów znajdujących się pod różnym wpływem bezpośredniej działalności człowieka. W publikacjach o charakterze przeglądowym przedstawiłem czytelnikowi zarówno podbudowę teoretyczną związaną z prowadzeniem analiz przestrzennych, nawiązując do różnych teorii z ekologii roślin. Przydatność różnych metod analiz zobrazowano przykładami pochodzącymi z różnych obiektów leśnych. Jednym z głównych założeń leżących u podstaw prowadzenia badań nad szeroko pojętą strukturą przestrzenną lasu (drzewostanu) jest z jednej strony dostrzeżenie przez badaczy związku między kształtowaniem się różnych jego struktur a procesami przyrodniczymi zachodzącymi w takich układach, z drugiej natomiast strony sprzyja temu szybki rozwój różnych metod statystycznych uwzględniających różny charakter danych przy jednoczesnym szybkim rozwoju technik obliczeniowych. Większość danych pozyskiwanych w lasach na potrzeby różnych badań wykazuje zarówno czasowy jak i przestrzenny charakter, co również pozwoliło zweryfikować dotychczasowe badania z uwzględnieniem aspektu przestrzennego (Szmyt i Iszkuło 2013; Szmyt 2014; Szmyt 2016).

Dostrzeżono, że stosowanie klasycznych metod statystycznych, ignorujących przestrzenny aspekt występowania drzew nie daje pełnego i rzeczywistego wyjaśnienia przyczyn kształtowania się różnych struktur lasu, zarówno pod wpływem naturalnych procesów przyrodniczych jak i czynników antropogenicznych (np. działalności człowieka). Współczesne teorie ekologiczne dostarczają wielu dowodów na istotność zależności między wzorcem przestrzennym populacji a procesami w niej zachodzącymi, zarówno w kontekście ich dynamiki jak i funkcjonowania. Uważa się, że przestrzenna organizacja ekosystemów leśnych stanowi swoistego rodzaju „archiwum" zawierające informacje dotyczące wspomnianych procesów kształtujących ich rozwój i dynamikę, a analizy przestrzenne są narzędziem pozwalającym na wyodrębnienie tych informacji. Informacje te leżą u podstaw lepszego

zgłębienia dynamiki skomplikowanych układów biologicznych jakim bez wątpienia są lasy. W kontekście prowadzonej gospodarki leśnej informacje takie mogą przyczynić się do racjonalizacji różnych czynności gospodarczych, od tych związanych odnowieniem lasu po czynności związane z pielęgnowaniem drzewostanu (Szmyt 2014; Szmyt 2016).

Obecnie, badania nad przestrzennymi uwarunkowaniami funkcjonowania układów biologicznych jakimi są np. lasy można podzielić na dwie kategorie, w zależności od charakteru danych, którymi dysponuje badacz. Pierwszą kategorię stanowią badania nad kształtowaniem się wzorca przestrzennego rozmieszczenia drzew (jednego gatunku lub różnych gatunków), drugą kategorię stanowią badania, w których uwagę zwraca się nie tyle na sam wzorzec rozmieszczenia poszczególnych osobników, ale na przestrzenne uwarunkowania cech (ilościowych, jakościowych), jakimi możemy je scharakteryzować (np. pierśnica drzew w drzewostanie, ich przynależność gatunkowa, stan zdrowotny, itd.). W zależności od tego badacz może wykorzystać szereg narzędzi (metod) badawczych weryfikując różne hipotezy badawcze. W pracach przeglądowych zwrócono także uwagę na ograniczenia w stosowaniu różnych metod wynikających z dostępności danych o różnym charakterze oraz na problem poprawnego wnioskowania co wiąże się z bezpośrednio z zastosowaniem przez badacza odpowiedniego modelu teoretycznego stanowiącego pewnego rodzaju referencję w stosunku do danych empirycznych. Problem poprawnego wnioskowania stanowi obecnie jeden z ważniejszych nurtów badań na możliwością stosowania metod analiz przestrzennych (Szmyt i Iszkuło 2013; Szmyt 2014; Szmyt 2016).

W dotychczasowej pracy naukowo-badawczej wykorzystywałem analizy przestrzenne w badaniach nad strukturą, jej zróżnicowaniem i dynamiką drzewostanów znajdujących się w warunkach różnej presji człowieka. Badania te dotyczyły:

a) zagadnień związanych z poznaniem specyficznej struktury przestrzennej lasów o cechach zbliżonych do lasów naturalnych, znajdujących się poza gospodarczym wykorzystaniem (np. lasy w rezerwatach),
b) zagadnień dotyczących kształtowania się struktury drzewostanów sztucznego pochodzenia, zagospodarowanych jak i wyłączonych z gospodarowania.

W badaniach nad strukturą przestrzenną i dynamiką zróżnicowanych wiekowo i gatunkowo drzewostanów z panującą sosną zwyczajną (*Pinus sylvestris* L.) zlokalizowanych w Kampinoskim Parku Narodowym celem było określenie wzorca rozmieszczenia przestrzennego drzew poszczególnych gatunków występujących w drzewostanie, określenie zależności przestrzennych między różnymi gatunkami oraz określenie charakteru procesu śmiertelności drzew. W badaniach wykazano, że dynamika zmian wzorca przestrzennego

drzew żywych w lesie wyłączonym z gospodarowania przebiegała w kierunku rozmieszczenia bardziej równomiernego. Rozmieszczenie poszczególnych gatunków było bardziej zróżnicowane. Sosna zwyczajna oraz dąb szypułkowy wykazywały początkowo losowy wzorzec rozmieszczenie osobników, który na końcu analizowanego okresu uległ zmianie w kierunku wzorca skupiskowego (sosna) lub regularnego (dąb). Skupiskowy charakter występowania olszy czarnej i brzozy brodawkowatej, obserwowany na początku badań, nie uległ natomiast istotnym zmianom w analizowanym okresie. Analiza zależności przestrzennych między różnymi gatunkami drzew wskazała natomiast, że pary gatunków: sosna i olsza, olsza i brzoza oraz dąb i brzoza wykazywały wzajemną przestrzenną segregację. W przypadku natomiast par gatunków sosna-dąb oraz dąb-olsza nie stwierdzono wyraźnych zależności w przestrzennym rozmieszczeniu drzew tych gatunków względem siebie, zatem ich występowanie można uznać za proces losowy. W badaniach stwierdzono również, że proces śmiertelności drzew w analizowanym wielogatunkowym i zróżnicowanym strukturalnie lesie sosnowym miał wyraźny związek z zagęszczeniem drzew, zatem ważną rolę w kształtowaniu się struktury drzewostanu w warunkach wyłączenia go z aktywnej gospodarki leśnej odgrywał proces konkurencji. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że w procesie modelowania (predykcji) rozwoju drzewostanów o podobnej charakterystyce strukturalnej w celu uzyskania wyników bardziej odzwierciedlających rzeczywistość, należy uwzględniać zarówno interakcje między drzewami, które wynikają m.in. z wymagań ekologicznych poszczególnych gatunków, jak i procesów konkurencji między osobnikami skutkujący różną intensywnością śmiertelności drzew (Szmyt i Tarasiuk 2018).

Zbliżone charakterem badania przeprowadzono także w drzewostanach zlokalizowanych na terenie tzw. płyty krotoszyńskiej (Nadleśnictwo Krotoszyn, Nadleśnictwo Piaski), w których panującym gatunkiem był dąb szypułkowy. Badania przeprowadzono zarówno w drzewostanach od dłuższego czasu (kilka dekad) znajdujących się poza gospodarczym wykorzystaniem przez człowieka (zlokalizowanych w rezerwatach przyrody) oraz w drzewostanach gospodarczych. Celem tych badań było określenie struktury drzewostanu w jej trzech aspektach (rozmieszczeniu poziomym drzew, zróżnicowaniu wielkości drzew oraz przestrzennym zmieszaniu gatunków), oraz próba wskazania różnic w tej cesze wynikających z różnego postępowania hodowlanego. Cel ten zrealizowano wykorzystując szereg wskaźników opisujących strukturę drzewostanu w ujęciu przestrzennym jak i bez uwzględnienia przestrzennego występowania drzew. Wyniki wskazały jednoznacznie, że zastosowanie różnych wskaźników strukturalnych dostarcza bardziej szczegółowych informacji dotyczących kształtowania się tej cechy drzewostanu w każdym z jej aspektów, niż

stosowanie pojedynczych wskaźników. Na szczególną uwagę w badaniach tego typu zasługują przede wszystkim wskaźniki przestrzenne, dostarczające wiedzy o zróżnicowaniu struktury w skali najbliższego sąsiada, a więc w skali, w której zachodzą najważniejsze procesy przyrodnicze kształtujące swoistość fizjonomiczną, strukturalną jak i funkcjonalną lasu. Na podstawie wyników stwierdzono, że zróżnicowanie strukturalne drzewostanów dębowych, których wzrost i rozwój od dłuższego czasu nie była zakłócony bezpośrednią działalnością człowieka, nie odbiegało w sposób szczególny „*in plus*" od zróżnicowania struktury drzewostanów zagospodarowanych. Intensywność procesów naturalnych jakie zachodzą w warunkach ochrony konserwatorskiej w starych lasach może zatem prowadzić także w kierunku kształtowaniu się stosunkowo słabo zróżnicowanych strukturalnie drzewostanów, szczególnie w aspekcie kształtowania się zróżnicowanej struktury gatunkowej drzewostanu. Również pod względem zróżnicowania wielkości drzew drzewostany wyłączone z gospodarowania oraz drzewostany, w których prowadzona była aktywna gospodarka leśna, wykazywały dość wyraźne podobieństwo. Warto podkreślić, że zabiegi pielęgnacyjne prowadzone w drzewostanach o bardziej zróżnicowanym składzie gatunkowym mogą sprzyjać kształtowaniu się ich większego zróżnicowania gatunkowego, co należałoby uwzględniać w warunkach braku (lub silnego ograniczenia) występowania zaburzeń naturalnych (Szmyt 2017).

Celem badań nad dynamiką populacji cisa pospolitego w drzewostanach zlokalizowanych w Rezerwacie Przyrody „Kniaźdwór" (Ukraina) oraz w warunkach konkurencyjnego wpływu jodły była próba wykazania większej przewagi konkurencyjnej cisa nad jodłą w warunkach silnego ocienienia. Oba gatunki uważane są za bardzo dobrze znoszące ocienienie i często występują razem pod okapem drzewostanu. Spośród nich cisowi przypisuje się często większą tolerancję na ocienienia niż jodle, stąd też zakłada się, że cecha ta daje cisowi przewagę konkurencyjną nad jodłą. Przeprowadzone badania wskazały, że oba gatunki występowały pod okapem drzewostanu w losowo rozmieszczonych skupieniach, jednakże skupienia te wyraźnie różniły się intensywnością i wielkością. Analiza zależności przestrzennych między różnymi stadiami rozwojowymi cisa i jodły wskazała, że występowanie nalotu cisa i nalotu jodły miało charakter losowy, podczas gdy zależności między podrostami obu gatunków miały charakter zależności pozytywnej (ang. *mutual facilitation*), tzn. podrosty obu gatunków występowały częściej obok siebie niż wynikałoby to z czynnika losowego. Przestrzenną segregację występowania stwierdzono natomiast między nalotem i podrostem cisa. Nalot jodły występował częściej w otoczeniu podrostu cisa podczas gdy przypadków odwrotnych nie stwierdzono. Stwierdzono jedynie słabą tendencję do wzajemnej przestrzennej segregacji różnych stadiów rozwoju obu gatunków. Badania potwierdziły natomiast

korzystniejszy wzrost jodły w warunkach silnego ocienienia. W konkluzji stwierdzono, że zdolność przeżywana nalotu jodły w otoczeniu starszego cisa, jak i wyższy potencjał wzrostu jodły pod okapem drzewostanu wskazuje, iż gatunek ten może wykazywać przewagę konkurencyjną nad cisem w warunkach ochrony biernej (Iszkuło i in. 2014).

Badania dynamiki lasów, które znajdują się poza gospodarczym wykorzystaniem przez człowieka dostarczają cennych informacji odnośnie wpływu różnych procesów przyrodniczych na kształtowanie się swoistości tych układów. Niemniej istotne z punktu widzenia człowieka i możliwości racjonalnego gospodarowania zasobami leśnymi są badania nad dynamiką drzewostanów powstałych przy bezpośrednim udziale człowieka i w których prowadzi się różnego rodzaju zabiegi gospodarcze. Problematykę kształtowania się struktury takich drzewostanów realizowałem zarówno na stałych powierzchniach badawczych Katedry Hodowli Lasu w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Siemianicach, jak i w lasach gospodarczych administrowanych przez jednostki Lasów Państwowych.

W badaniach nad zróżnicowaniem struktury górskich gospodarczych drzewostanów bukowych znajdujących się w IV klasie wieku, powstałych z odnowienia naturalnego, stwierdzono, że prowadzone zabiegi gospodarcze realizowane w ramach pielęgnowania drzewostanów były jedną z przyczyn ich stosunkowo niewielkiego zróżnicowania. W drzewostanach takich należy się spodziewać mniej lub bardziej równomiernego rozmieszczenia drzew lub rozmieszczenia losowego, a jedynie gatunki domieszkowe mogą charakteryzować się rozmieszczeniem skupiskowym, co z jednej strony może wynikać z ich wegetatywnego mechanizmu odnowienia lub też z wprowadzania tych gatunków w formie zmieszania powierzchniowego (kępowego, grupowego). Zróżnicowanie wielkości drzew, odniesione do ich pierśnicy i wysokości również było stosunkowo niewielkie, wyraźnie mniejsze w przypadku tej drugiej cechy. Analiza struktury tzw. drzew dorodnych wskazała, że drzewa te w wyraźniejszym stopniu charakteryzowały się równomiernością swojego rozmieszczenie przy wyraźnie mniejszym zróżnicowaniu ich wielkości. Wskazuje to na możliwość ukształtowania drzewostanów w kolejnych etapach rozwoju lasu o jeszcze bardziej uproszczonej strukturze, szczególnie w sytuacji ograniczenia występowania zaburzeń naturalnych. Wyniki wskazały zatem na raczej negatywny wpływ prowadzenia dotychczasowej gospodarki leśnej na kształtowanie się zróżnicowanych strukturalnie drzewostanów bukowych. Badania wskazały również, że w przypadku pierśnicy drzew żywych, ich wysokości, pierśnicowego pola powierzchni przekroju oraz grubizny, drzewa wykazywały słabą negatywną korelację przestrzenną, przy czym wysokość drzew korelowała najsłabiej (Szmyt 2012; Szmyt i Stoyan 2014).

Interesujące spostrzeżenia nad wpływem sposobu odnowienia oraz braku pielęgnacji drzewostanu w jego początkowym okresie rozwoju na kształtowanie się struktury drzewostanów prezentują wyniki badań prowadzonych na stałych powierzchniach badawczych Katedry Hodowli Lasu. W badaniach tych wykazano, że spontanicznie zachodzące procesy przyrodnicze w drzewostanach II klasy wieku, wynikające z braku ingerencji człowieka w naturalne procesy przyrodnicze, nie sprzyjały kształtowaniu się bardziej zróżnicowanego wzorca przestrzennego drzew. Wyniki uzyskane w drzewostanach powstałych w różnym zagęszczeniu początkowym potwierdziły także, że wpływ więźby początkowej w takich drzewostanach odnowionych sadzeniem jest widoczny przez długi okres w kolejnych etapach ich rozwoju. W aspekcie zróżnicowania się wielkości drzew, tj. pierśnicy i wysokości, stwierdzono, że drzewostany te charakteryzowały się od samego początku niewielkim ich zróżnicowaniem, a brak pielęgnacji drzewostanu nie prowadzi w początkowym okresie ich rozwoju do wyraźnej zmiany tej tendencji (Ceitel i Szmyt 2005; Szmyt i Korzeniewicz 2007; Szmyt 2010; Szmyt i Zabielski 2010; Szmyt i Korzeniewicz 2012, 2010, 2014; Szmyt i Ceitel 2011).

Publikacje dotyczące powyższego zakresu badań znajdują się w załączniku 5.

Zaburzenia naturalne a kształtowanie się struktury drzewostanu

Drugim nurtem moich zainteresowań naukowych są badania nad wpływem różnego rodzaju zaburzeń naturalnych na regenerację lasu i kształtowanie się jego struktury. Moje dotychczasowe badania w tym względzie dotyczyły wpływu dwóch rodzajów zaburzeń, tj. silnego wiatru powodującego wielkopowierzchniowe zniszczenia lub uszkodzenia drzewostanu oraz wielkopowierzchniowego pożaru lasu.

Badania nad wpływem różnego rodzaju i intensywności zaburzeń naturalnych na kształtowanie się struktury i dynamiki ekosystemów leśnych, w tym także drzewostanu, znajdują coraz większe zainteresowanie ze strony naukowej jak i praktycznej. W związku z rosnącą częstością wystąpień takich zaburzeń na świecie zwraca się coraz większą uwagę na konieczność ich uwzględniania a także na możliwości wykorzystania (lub naśladowania) tych zaburzeń w racjonalizacji metod regeneracji lasu wykorzystywanych w gospodarce leśnej. Wykorzystanie tych zaburzeń może przejawiać się także możliwościami jakie te zaburzenia stwarzają, np. w odniesieniu do przebudowy dotkniętych zaburzeniem drzewostanów w celu kształtowania bardziej zróżnicowanych strukturalnie nowej generacji lasu. Możliwości kształtowania takich drzewostanów upatruje się w wykorzystaniu procesów sukcesyjnych (Szmyt i Ceitel 2013; Szmyt i Dobrowolska 2016).

Wpływ zaburzeń na dynamikę lasu może przejawiać się w wielu aspektach struktury lasu (np. w składzie gatunkowym, zróżnicowaniu budowy pionowej lasu, etc.), w kształtowaniu się specyficznych nisz ekologicznych wykorzystywanych przez różne gatunki drzew leśnych, w podaży martwego drewna itd.. Silne wiatry mogą powodować zniszczenie całego drzewostanu, jak i mogą przejawiać się mniejszymi lub większymi uszkodzeniami drzew, mogących ulec złamaniu, silnemu pochyleniu, wywróceniu, itp. W badaniach przeprowadzonych w Lesie Ochronnym „Szast", na terenie dotkniętym huraganowym wiatrem, analizowano wpływ tego zaburzenia oraz wpływ wielkości uszkodzeń na kształtowanie się różnych elementów struktury spontanicznie pojawiającego się odnowienia lasu. Wyniki wskazały, że różna intensywność szkód, jakie wywołało zaburzenie, nie wpłynęło w sposób istotny na ogólne pokrycie powierzchni przez młode pokolenie, jednakże największe pokrycie dna lasu młodym pokoleniem drzew stwierdzono w miejscach, gdzie uszkodzenie drzewostanu określono jako bardzo silne (90%+ drzew doznało silnych uszkodzeń) oraz w miejscach, w których występowała duża podaż martwego drewna (występowanie licznych wywrotów, drzew martwych). Zróżnicowanie uszkodzeń drzewostanu wpłynęło na liczebność odnowienia naturalnego różnych gatunków drzew. W przypadku sosny zwyczajnej najmniejszą liczebność młodego pokolenia tego gatunku stwierdzono na terenach o najsilniejszych uszkodzeniach, natomiast najliczniej gatunek ten występował w miejscach o umiarkowanym uszkodzeniu drzewostanu. Gatunki cienioznośne (buk, świerk) pojawiały się jedynie w miejscach o najmniejszych uszkodzeniach drzewostanu. Brzoza najliczniej występowała w miejscach, w których licznie odnowiła się sosna (średnie uszkodzenia drzewostanu). W przypadku dębu natomiast, jego odnowienie pojawiało się mniej więcej na podobnym poziomie na całej powierzchni, za wyjątkiem powierzchni o bardzo silnym uszkodzeniu drzewostanu i w miejscach, gdzie usunięto martwe drewno z dna lasu. Wśród starszego podrostu dominowała wyraźnie sosna i brzoza, szczególnie w miejscach z umiarkowanie i silnie uszkodzonym drzewostanem, podczas gdy gatunki cienioznośne występowały – podobnie jak w przypadku nalotu – w miejscach, w których stwierdzono nieznaczne uszkodzenia drzewostanu na skutek zaburzenia.

Pod względem poziomego rozmieszczenia młodego pokolenia drzew dominowało rozmieszczenie losowe, rzadziej równomierne czy skupiskowe.

Pod względem zróżnicowania gatunkowego największym zróżnicowaniem charakteryzowały się miejsca, w których stwierdzono bardzo silne uszkodzenie drzew oraz występowanie dużej ilości martwego drewna w dnie lasu. W miejscach, w których uszkodzenia drzewostanu były mniejsze, lub skąd drewno martwe zostało usunięte, zróżnicowanie

gatunkowe w skali najbliższego sąsiedztwa było mniejsze. Zróżnicowanie wysokości młodego pokolenia drzew było umiarkowane lub duże, co wskazywać by mogło, że pochodziło ono z różnych lat obsiewu.

Badania potwierdziły zatem, że zaburzenia naturalne jakim są silne wiatry wywierają wyraźny wpływ nie tylko na drzewostan, który ulega uszkodzeniom, ale także wpływa na pojawiające się pod jego okapem - lub w miejscach gdzie został całkowicie zniszczony, odnowienie, kształtując mniej lub bardziej zróżnicowaną strukturę nowego pokolenia lasu. W przypadku jednogatunkowych i jednowiekowych drzewostanów sosnowych, które często ulegają takim zaburzeniom, wykorzystanie naturalnej regeneracji może sprzyjać przekształceniom w kierunku bardziej zróżnicowanych strukturalnie przyszłych drzewostanów, a proces regeneracji i jego wykorzystanie może być interesującą alternatywą dla typowych działań odnowieniowych prowadzonych w gospodarczych drzewostanach czy też działań zmierzających do odnowienia powierzchni poklęskowych (Szmyt i Dobrowolska 2016).

Drugim przedmiotem moich badań w kontekście wpływu zaburzeń na regenerację lasu jest analiza możliwości jego regeneracji po wystąpieniu wielkopowierzchniowego pożaru lasu. Badania prowadzone są na stałych powierzchniach badawczych zlokalizowanych w Nadleśnictwie Potrzebowice, na które składają się dwie 1-hektarowe powierzchnie. Powierzchnie różnią się między sobą swoim charakterem w tym względzie, że na jednej uprzątnięto pozostałości pozrębowe, na drugiej natomiast pozostałości tych nie uprzątnięto. W ramach długofalowych badań na obu tych powierzchniach analizowana jest sukcesja regeneracyjna gatunków drzew.

W prowadzonych badaniach na podstawie liczebności osobników poszczególnych gatunków drzew w różnym okresie od wystąpienia zaburzenia (po 5, 10 i 17 latach) określono skład gatunkowy, zagęszczenie osobników poszczególnych gatunków oraz sposób wkraczania osobników na powierzchnie. Obserwacje te stanowiły podstawę określenia dynamiki zbiorowisk drzew na terenach zniszczonych pożarem lasu. Na podstawie 17-letnich obserwacji stwierdzono, że gatunkami, które kolonizowały obie powierzchnie były przede wszystkich gatunki wczesno sukcesyjne, tj. sosna zwyczajna, osika oraz brzoza brodawkowata, oraz w niewielkiej ilości dąb bezszypułkowy i czeremcha amerykańska. Na obu powierzchniach ogólne zagęszczenie drzew było co prawda zbliżone (3555 - 3659 szt.ha^{-1}), to jednak obie różniły się dynamiką wkraczania poszczególnych gatunków, czego przejawem był odmienny udział tych gatunków. W przypadku powierzchni, na której pozostawiono resztki pozrębowe, zagęszczenie drzew było dość stabilne w badanym okresie, natomiast na powierzchni, na której resztki pozrębowe uprzątnięto, zagęszczenie podlegało silnym zmianom. Największe zmiany

w zagęszczeniu drzew odnotowano w przypadku osiki, która w 17 roku od wystąpienia pożaru wyraźnie dominowała na tej powierzchni (93% udział). Na powierzchni uporządkowanej dominowała natomiast wyraźnie sosna oraz brzoza (stanowiąc odpowiednio udział 54% i 40%). Sposób wkraczania gatunków na powierzchnie miał charakter płatowy, czego przejawem był skupiskowy wzorzec rozmieszczenia drzew. Skupiskowość występowania młodej regeneracji z czasem malała w przypadku powierzchni nieuporządkowanej, rosła natomiast w przypadku powierzchni, na której pozostałości pozrębowe pozostawiono. Zależności przestrzenne jakie obserwowano między występowaniem gatunków miały charakter odmienny dla obu powierzchni i nie były one trwałe (Szmyt i Ceitel 2013).

Publikacje dotyczące powyższego zakresu badań znajdują się w załączniku 5.

5. Syntetyczne podsumowanie działalności naukowo-badawczej

Na mój dorobek naukowo-badawczy składa się 44 publikacji naukowych i popularno-naukowych, z czego na okres po doktoracie przypada 26 oryginalnych prac. Spośród tej liczby, 9 prac to publikacje zamieszczone w periodykach z listy *Journal Citation Reports (JCR)*, a 35 to publikacje spoza listy JCR, znajdujące się na listach B i C Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (19), oraz artykułu o charakterze popularyzatorskim (16). Pięć prac zostało opublikowanych w formie rozdziałów w monografiach naukowych i monografiach pokonferencyjnych.

Brałem aktywny udział w 16 konferencjach krajowych i międzynarodowych, w trakcie których wygłaszałem referaty (jako autor lub współautor) lub prezentowałem postery (jako współautor).

Brałem i biorę czynny udział, jako wykonawca, w 4 projektach badawczych, w tym w 1 projekcie międzynarodowym.

Wykonałem 19 recenzji artykułów naukowych, w tym 17 artykułów z listy JCR (*Forests, Annals of Forest Science, iForest, Dondrobiology, Baltic Forestry, Forest Ecosystems, Scnadinavian Journal of Forest Research*), oraz 2 artykułów punktowanych przez MNiSW (*Leśne Prace Badawcze, Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria*). Wszystkie recenzje zostały sporządzone w okresie po doktoracie (po 2004 r.).

W 2013 r. odbyłem 3-miesięczny staż naukowy w Warner College of Natural Resources, Colorado State University, Fort Collins (USA). Moim opiekunem naukowym ze strony CSU podczas odbywania stażu był prof. Robin M. Reich. Zakres merytoryczny: analizy przestrzenne i ich zastosowanie w badaniach leśnych i leśnictwie.

W 2012 r. uczestniczyłem także w tygodniowym szkoleniu z zakresu analiz przestrzennych na Uniwersytecie Tartu (Estonia).

Dane bibliometryczne:

Sumaryczna liczba publikacji naukowych i popularno-naukowych: **44** (przed doktoratem 18)

Sumaryczny *impact factor* według listy *Journal Citation Reports* (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania: **9,31** (stan na dzień 27.04.2019 r.).

Liczba cytowań publikacji wg bazy Web of Science: **51** (stan na dzień 27.04.2019).

Liczba cytowań publikacji wg bazy Google Scholar: **145** (stan na dzień 27.04.2019).

Indeks Hirscha wg bazy Web of Science: **4** (bez autocytowań, stan na dzień 27.04.2019).

Indeks Hirscha wg bazy Google Scholar: **7** (bez autocytowań, stan na dzień 27.04.2019).

Łączna suma punktów MNiSW na dzień publikacji wynosi w okresie po doktoracie **334** pkt.

Szczegółowy wykaz prac naukowo-badawczych i popularno-naukowych zawiera Załącznik 5.

6. Osiągnięcia dydaktyczno-organizacyjne i popularyzatorskie

Od początku swojej pracy zawodowej prowadziłem zajęcia dydaktyczne na studiach magisterskich jednolitych (stacjonarnych i niestacjonarnych) i na studiach inżynierskich i magisterskich (stacjonarnych i niestacjonarnych) na kierunku leśnictwo.

Na studiach inżynierskich (I°) kieruję przedmiotem i prowadzę zajęcia (wykłady i ćwiczenia) z przedmiotu „*Technika hodowli lasu*".

Na studiach magisterskich (II°) kieruję przedmiotem i prowadzę zajęcia (wykłady i ćwiczenia) z przedmiotu „*Proekologiczna hodowla lasu*" oraz prowadzę zajęcia z przedmiotu „*Hodowla lasu*".

Jestem kierownikiem i prowadzącym zajęcia z przedmiotu „*Silviculture*" dla słuchaczy biorących udział w programie Erasmus+. Jestem także kierownikiem przedmiotu „*Technique of Silviculture*" (prowadzenie wykładów i ćwiczeń) na studiach anglojęzycznych (II°), oraz jestem kierownikiem przedmiotu „*Lesovodstvo*" oraz „*Proekologiczeskoje lesovodstvo"* (prowadzenie wykładów i ćwiczeń) na studiach rosyjskojęzycznych II° (od roku akademickiego 2019/2020).

W ciągu dotychczasowej kariery zawodowej wypromowałem:

- na studiach stacjonarnych: 28 inżynierantów oraz 14 magistrantów,
- na studiach niestacjonarnych: 14 inżynierantów oraz 7 magistrantów.

Od 2006 roku do chwili obecnej jestem kierownikiem Studiów Podyplomowych „*Hodowla lasu I*", które do ukończyło ponad 250 osób. Od 2011 roku jestem także kierownikiem Studiów Podyplomowych „*Hodowla lasu II*".

Jestem promotorem pomocniczym w jednym przewodzie doktorskim (doktorant: mgr inż. Agnieszka Remlein, tytuł rozprawy doktorskiej: „*Zmienność fenotypowa tkanki drzewnej sosny*

zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) na podstawie wybranych ekotypów"). Wszczęcie przewodu doktorskiego: 21.12.2017 r.

W trakcie swojej pracy zawodowej prowadziłem także szkolenia z zakresu odnowienia i pielęgnowania lasu dla pracowników różnych jednostek terenowych Lasów Państwowych.

W 2014 r. prowadziłem szkolenia z zakresu pielęgnowania i ochrony lasu dla osób zatrudnionych w rolnictwie i leśnictwie w ramach „Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013".

Od 2013 do chwili obecnej pełnię funkcję kierownika Zakładu Techniki Hodowli Lasu w Katedrze Hodowli Lasu Wydziału Leśnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Od 2012 do chwili obecnej jestem członkiem Rady Wydziału Leśnego.

Ponadto, w dotychczasowej karierze zawodowej jestem lub byłem członkiem następujących komisji wydziałowych lub wydziałowych zespołów kierunkowych:

- Komisji Wydziałowej ds. Studiów (lata 2012-2016),
- Komisji Wydziałowej ds. Nauki (lata 2018-2022)
- Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej (lata 2013-2014),
- Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej dla obcokrajowców (2016 r.),
- kierunkowego zespołu ds. jakości kształcenia kierunku Leśnictwo (lata 2016-2020),
- kierunkowego zespołu ds. oceny Studiów doktoranckich, podyplomowych i kursów językowych (lata 2016-2020).

Tab. 1. Syntetyczne zestawienie dorobku publikacyjnego oraz udziału w konferencjach

	Przed doktoratem	**Po doktoracie**	**Łącznie**
Liczba publikacji	18	26	**44**
Publikacje z IF	0	9	**9**
Sumaryczny *Impact Factor*	0	9,31	**9,31**
Publikacje z bazy JCR	0	9	**9**
Publikacje naukowe spoza bazy JCR	2	17	**19**
Publikacje popularne spoza bazy JCR	16	0	**16**
Udział w konferencjach krajowych i międzynarodowych	2	14	**16**
Liczba wygłoszonych referatów na konferencjach	2	11	**13**
Liczba prezentowanych posterów na konferencjach	0	3	**3**
Liczba punktów MNiSW za publikacje	0	334	**334**

27.04.2018r