

Sergii Boiko

Typy rozmieszczenia drzew w drzewostanach sosnowych różnego wieku z odnowienia naturalnego



Autoreferat rozprawy doktorskiej
wykonanej w Zakładzie Hodowli Lasu
Instytutu Badawczego Leśnictwa

Promotor: Prof. dr. hab. Jan Zajączkowski

Sękocin Stary, marzec 2010 r.

1. Wstęp i cele badań

Znajomość struktury przestrzennej ekosystemów leśnych pozwala na zrozumienie wzajemnych związków między osobnikami - zjawisk konkurencji i kooperacji oraz śmiertelności i przeżywalności. Umożliwia także uzyskanie wiadomości na temat historii drzewostanu oraz dynamiki poszczególnych populacji, może także pomóc określić stopień antropogenicznego zniekształcenia ekosystemu leśnego. Oprócz wartości poznawczych, wiedza na temat struktury przestrzennej ekosystemów leśnych ma także znaczenie praktyczne. W gospodarce leśnej dane o strukturze przestrzennej drzewostanów mogą być bowiem wykorzystane m. in. jako ważny instrument przy podejmowaniu decyzji gospodarczych, odnoszących się do racjonalizacji metod odnowienia i pielęgnowania drzewostanów, a w planowaniu urządzeniowym - przy sporządzaniu modeli wzrostu i rozwoju drzewostanów. Rozmieszczenie drzew w drzewostanie istotnie wpływa na miąższość drzewostanów, dlatego znajomość kształtowania się charakterystycznej struktury przestrzennej może mieć także wymiar ekonomiczny.

Różnorodność biologiczna ekosystemów roślinnych bezpośrednio związana jest z ich różnorodnością strukturalną. W przypadku lasów sosnowych, które występują naturalnie na ubogich siedliskach, znacznie ograniczających możliwość tworzenia różnogatunkowych zbiorowisk, zwiększenie różnorodności biologicznej jest możliwe poprzez zróżnicowanie struktury wiekowej i struktury przestrzennej drzewostanów. Racjonalne zwiększanie zróżnicowania przestrzennego, zarówno poziomego jak i pionowego, koreluje z wyższą stabilnością ekosystemu leśnego. Właściwą drogą do wewnętrznego zróżnicowania drzewostanów zagospodarowanych jest zwiększanie udziału naturalnych procesów w kształtowaniu ich struktury przestrzennej.

Z dotychczasowych licznych badań wynika, że pomimo ustalenia pewnych prawidłowości w kształtowaniu się struktury przestrzennej drzewostanu, rezultaty badań nad tym zagadnieniem wciąż nie są jednoznaczne. Przyczyną tego jest indywidualność powierzchni badawczych wyrażająca się w działaniu wielu różnych czynników w niejednakowym czasie i o zróżnicowanym nasileniu, a także różnorodność stosowanych metod badawczych i kryteriów wyboru obiektów.

Celami badań były: określenie typu rozmieszczenia drzew w drzewostanach sosnowych pochodzenia naturalnego w różnym wieku, ocena wpływu okapu macierzystego na kształtowanie się wzorca rozmieszczenia drzew sosny z odnowienia naturalnego, ocena udziału skupisk w drzewostanach w różnym wieku

oraz porównanie wyników uzyskanych za pomocą różnych metod analizy typu poziomego rozmieszczenia drzew.

Przyjęto następujące hipotezy robocze:

- Drzewa na powierzchniach badawczych w drzewostanach sosnowych pochodzenia naturalnego rozmieszczone są losowo, niezależnie od swoich rozmiarów, pozycji biosocjalnej i wieku.
- Współwystępowanie drzew odnowienia i drzew macierzystych jest niezależne.
- Pewien udział drzew o skupiskowym rozmieszczeniu utrzymuje się w drzewostanach wszystkich analizowanych klas wieku, nawet przy stwierdzonym losowym typie rozmieszczenia.

2. Obiekty badawcze

Obiektami badań były drzewostany sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) pochodzenia naturalnego.

Doświadczenia były prowadzone na 17 powierzchniach badawczych w 6 nadleśnictwach:

- Nadl. Ostrów Mazowiecka (pow. nr 1.1 – 1.9);
- Nadl. Józefów (pow. nr 2);
- Nadl. Zawadzkie (pow. nr 3, 4, 5);
- Nadl. Świerczyna (pow. nr 6, 7);
- Nadl. Stare Jabłonki (pow. nr 8);
- Nadl. Miłomłyn (pow. nr 9).

W badaniach wykorzystano stałe wieloletnie powierzchnie badawcze Zakładu Hodowli Lasu IBL, założone w latach 1953 (Nadl. Józefów), 1957 (Nadl. Zawadzkie) i 1967 (Nadl. Ostrów Mazowiecka). Założono także serię nowych powierzchni w Nadl. Świerczyna, Stare Jabłonki, Miłomłyn. Wykorzystanie stałych powierzchni doświadczalnych z udokumentowaną historią zabiegów hodowlanych, pozwoliło na wiarygodne wnioskowanie dotyczące naturalnych procesów kształtowania się struktury przestrzennej drzewostanu oraz wpływu zabiegów hodowlanych na ten proces.

3. Metodyka badań

Na powierzchniach badawczych poddano analizie rozmieszczenie:

- wszystkich drzew;
- drzew żywych;
- drzew martwych;
- drzew o różnej pozycji biosocjalnej;
- drzew różnych klas wielkości.

Rozmieszczenie wszystkich drzew sosny analizowano w drzewostanach trzech klas wieku:

- drzewostany I klasy wieku (6-17 lat) na pow. 6 – 9;
- drzewostany II klasy wieku (39 lat) na pow. 1.1-1.9;
- drzewostany IV klasy wieku (75-78 lat) na pow. 2-5.

Rozmieszczenie drzew żywych i martwych analizowano tylko w drzewostanach II klasy wieku.

Rozmieszczenie drzew o różnej pozycji biosocjalnej analizowano w drzewostanach II i IV klasy wieku w kilku wariantach: drzewa 1 klasy biosocjalnej, drzewa 2 klasy biosocjalnej, 1 i 2 klasy biosocjalnej razem. Rozmieszczenie drzew 3 i 4 klasy biosocjalnej analizowano tylko w drzewostanach II klasy wieku. Klasyfikację drzew odnowienia sosny według pozycji biosocjalnej wykonano metodą Schädela z modyfikacją przez Ilmurzyńskiego (za Włoczewskim 1968). Dorodnymi uznano drzewa z indeksami 111, 112, 121, 122.

Dla wykonania analizy rozmieszczenia drzew w różnych klasach grubości i wysokości posłużono się podziałem na trzy klasy, wykorzystując podział liczebnościowy.

Aby zwiększyć wiarygodność wnioskowania o typie rozmieszczenia przestrzennego drzew, wykorzystano kilka metod, które się wzajemnie weryfikują i uzupełniają:

- funkcję $K(t)$ Ripleya;
- wskaźnik Clarka-Evansa w modyfikacji Donnellego;
- funkcję $G(t)$ (metodę najbliższego sąsiedztwa);

Dla określenia udziału drzew o skupiskowym typie rozmieszczenia wykorzystano metodę miary kątowej. Przetestowano także możliwość wykrywania skupisk drzew na podstawie udziału drzew rozmieszczonych bliżej niż $\frac{1}{2}$ średniej odległości między drzewami na powierzchni.

Dla oceny wzorca rozmieszczenia drzew metodą miary kątowej wykorzystano program Crancod 1.3 (Pommerening 2006). Udział drzew rozmieszczonych bliżej niż $\frac{1}{2}$ średniej odległości obliczono przy wykorzystaniu programu R 2.5.1 z modyfikacją procedur wykonaną przez Boliboka (2006). Ten sam program wykorzystano dla analizy typu rozmieszczenia drzew według metody Ripleya, najbliższego sąsiedztwa i wskaźnika Clarka-Evansa w modyfikacji Donnellego. Program SPPA 2.0 pozwolił ocenić współwystępowanie drzew należących do różnych kategorii, przez stosowanie analizy dwuczynnikowej.

4. Wyniki badań

4.1. Typ rozmieszczenia drzew

Typ rozmieszczenia drzew według poszczególnych kategorii i klas wieku przedstawiono w tab. 1.

4.1.1 Rozmieszczenie wszystkich drzew

W drzewostanach I klasy wieku metoda najbliższego sąsiedztwa i wskaźnik Donnellego wskazały na dominację równomiernego, a funkcja Ripleya - losowego typu rozmieszczenia drzew na powierzchniach badawczych.

W drzewostanach II klasy wieku funkcja Ripleya i wskaźnik Donnellego wskazały na dominację skupiskowego typu rozmieszczenia, natomiast według metody najbliższego sąsiedztwa dominował losowy typ rozmieszczenia drzew.

W drzewostanach IV klasy wieku wszystkie trzy zastosowane metody wskazały na równomierność rozmieszczenia wszystkich drzew.

4.1.2. Rozmieszczenie drzew żywych i martwych

W drzewostanach II klasy wieku funkcja Ripleya i wskaźnik Donnellego wskazały na dominację skupiskowego typu rozmieszczenia, natomiast według metody najbliższego sąsiedztwa dominował losowy typ rozmieszczenia zarówno drzew żywych jak i martwych.

4.1.3. Rozmieszczenie drzew o różnej pozycji biosocjalnej

Drzewa 1 klasy biosocjalnej

W drzewostanach II klasy wieku funkcja Ripleya wskazała na dominację skupiskowego typu rozmieszczenia, a według metody najbliższego sąsiedztwa i wskaźnika Donnellego dominował losowy typ rozmieszczenia drzew.

W drzewostanach IV klasy wieku wszystkie trzy zastosowane metody wskazały na równomierność rozmieszczenia drzew.

Drzewa 2 klasy biosocjalnej

W drzewostanach II klasy wieku funkcja Ripleya i wskaźnik Donnellego wskazały na dominację skupiskowego typu rozmieszczenia, natomiast według metody najbliższego sąsiedztwa dominował losowy typ rozmieszczenia drzew.

W drzewostanach IV klasy wieku funkcja Ripleya i wskaźnik Donnellego wskazały na dominację skupiskowego typu rozmieszczenia. Według metody najbliższego sąsiedztwa dominował równomierny typ rozmieszczenia drzew.

Drzewa 1 i 2 klasy biosocjalnej

W drzewostanach II klasy wieku funkcja Ripleya wskazała na dominację skupiskowego typu rozmieszczenia, a według metody najbliższego sąsiedztwa i wskaźnika Donnellego dominował losowy typ rozmieszczenia drzew.

W drzewostanach IV klasy wieku wszystkie trzy zastosowane metody wskazały na równomierność rozmieszczenia wszystkich drzew.

Drzewa 3 i 4 klasy biosocjalnej

W drzewostanach II klasy wieku funkcja Ripleya i wskaźnik Donnellego wskazały na dominację skupiskowego typu rozmieszczenia, a według metody najbliższego sąsiedztwa dominował losowy typ rozmieszczenia drzew.

Drzewa dorodne

W drzewostanach II klasy wieku funkcja Ripleya wskazała na dominację skupiskowego typu rozmieszczenia, a według metody najbliższego sąsiedztwa i wskaźnika Donnellego dominował losowy typ rozmieszczenia drzew.

W drzewostanach IV klasy wieku wszystkie trzy zastosowane metody udowodniły równomierność rozmieszczenia wszystkich drzew.

4.1.4. Rozmieszczenie drzew różnych klas grubości i wysokości

a) Grubość

W drzewostanach I klasy wieku drzewa najcieńsze, według metody Ripleya rozmieszczone były przeważnie skupiskowo, według metody najbliższego sąsiedztwa – na ogół losowo. Wskaźnik Donnellego wykazał na połowie badanych powierzchni rozmieszczenie skupiskowe, na drugiej - losowe. Drzewa średniej grubości i najgrubsze rozmieszczone były przeważnie losowo według wszystkich trzech metod.

W drzewostanach II klasy wieku skupiskowość rozmieszczenia drzew najcieńszych potwierdziły wszystkie zastosowane metody. Drzewa średniej grubości, według metody Ripleya charakteryzowały się na ogół rozmieszczeniem skupiskowym, według metody najbliższego sąsiedztwa i wskaźnika Donnellego - przeważnie losowym. Drzewa najgrubsze, według wszystkich trzech metod rozmieszczone były na ogół losowo.

W drzewostanach IV klasy wieku drzewa najcieńsze, według metody Ripleya rozmieszczone były przeważnie skupiskowo, według metody najbliższego sąsiedztwa – na ogół losowo. Wskaźnik Donnellego wykazał na połowie badanych powierzchni rozmieszczenie skupiskowe, na drugiej - losowe. Drzewa średniej grubości, według metody Ripleya rozmieszczone były przeważnie równomiernie, według metody najbliższego sąsiedztwa i wskaźnika Donnellego - przeważnie losowo. Drzewa najgrubsze, według wszystkich zastosowanych metod, charakteryzowały się na ogół rozmieszczeniem równomiernym.

b) Wysokość

W drzewostanach I klasy wieku drzewa najniższe, według metody Ripleya i wskaźnika Donnellego, rozmieszczone były przeważnie skupiskowo, według metody najbliższego sąsiedztwa – na ogół losowo. Drzewa średniej wysokości, według metody Ripleya na połowie badanych powierzchni rozmieszczone były skupiskowo, na drugiej – losowo, według metody najbliższego sąsiedztwa i wskaźnika Donnellego - przeważnie losowo. Drzewa najwyższe, według trzech zastosowanych metod charakteryzowały się rozmieszczeniem losowym.

W drzewostanach II klasy wieku drzewa najniższe i średniej wysokości, według metody Ripleya i wskaźnika Donnellego rozmieszczone były przeważnie skupiskowo, według metody najbliższego sąsiedztwa – na ogół losowo. Drzewa najwyższe, według trzech zastosowanych metod, rozmieszczone były przeważnie losowo.

W drzewostanach IV klasy wieku drzewa najniższe, według metody Ripleya rozmieszczone były przeważnie skupiskowo, według metody najbliższego sąsiedztwa i wskaźnika Donnellego – na ogół losowo. Drzewa średniej wysokości, według metody Ripleya i wskaźnika Donnellego, rozmieszczone były przeważnie równomiernie, według metody najbliższego sąsiedztwa – na ogół losowo. Drzewa najwyższe, według zastosowanych trzech metod, rozmieszczone były przeważnie równomiernie.

Tab. 1. Typ rozmieszczenia drzew według poszczególnych kategorii

Kategoria drzew	Klasa wieku	Metoda		
		K(t)	G(t)	D
Wszystkie	I	L	R	R
	II	S	L	S
	IV	R	R	R
Żywe	II	S	L	S
Martwe	II	S	L	S
1 klasa biosocjalna	II	S	L	L
	IV	R	R	R
2 klasa biosocjalna	II	S	L	S
	IV	S	R	S
1 i 2 klasa biosocjalna	II	S	L	L
	IV	R	R	R
3 i 4 klasa biosocjalna	II	S	L	S
Dorodne	II	S	L	L
	IV	R	R	R
Najcieńsze	I	S	L	S/L
	II	S	S	S
	IV	S	L	S/L
Średniej grubości	I	L	L	L
	II	S	L	L
	IV	R	L	L
Najgrubsze	I	L	L	L
	II	L	L	L
	IV	R	R	R
Najniższe	I	S	L	S
	II	S	L	S
	IV	S	L	L
Średniej wysokości	I	S/L	L	L
	II	S	L	S
	IV	R	L	R
Najwyższe	I	L	L	L
	II	L	L	L
	IV	R	R	R

Metody:

K(t) - funkcja K(t) Ripleya;

G(t) - funkcja G(t) (metoda najbliższego sąsiedztwa);

D – wskaźnik Donnellego.

Typ rozmieszczenia drzew:

S – skupiskowy;

L – losowy;

R – równomierny.

S/L – na 50% prób występowało rozmieszczenie skupiskowe, na 50% - losowe.

4.2. Udział drzew ze skupiskowym typem rozmieszczenia

4.2.1 Udział drzew rozmieszczonych skupiskowo według metody miary kątowej

Średni udział wszystkich drzew rozmieszczonych skupiskowo w drzewostanach I klasy wieku wynosił 25,0%, II klasy wieku - 26,7%, IV klasy wieku - 18,1%; drzew żywych – 26,0%, drzew martwych - 36,3%.

Średni udział drzew różnych klas biosocjalnych, rozmieszczonych skupiskowo wynosił:

- 1 klasa biosocjalna w drzewostanach II klasy wieku – 24,0%, IV klasa wieku - 20,8%;
- 2 klasa biosocjalna w drzewostanach II klasy wieku – 29,0%, IV klasa wieku - 32,2%;
- 1 i 2 klasa biosocjalna w drzewostanach II klasy wieku - 26,3%, IV klasa wieku - 18,6%;
- 3 i 4 klasa biosocjalna w drzewostanach II klasy wieku - 32,2%;
- drzewa dorodne w drzewostanach II klasy wieku – 25,0%, IV klasa wieku – 19,6%.

Według klas grubości średni udział drzew, rozmieszczonych skupiskowo wynosił:

- drzewa najcieńsze w drzewostanach I klasy wieku - 22,3%, II klasa wieku - 32,5%, IV klasa wieku - 25,3%;
- drzewa średniej grubości w drzewostanach I klasy wieku - 25,4%, II klasa wieku – 29,7%, IV klasa wieku – 21,7%;
- drzewa najgrubsze w drzewostanach I klasy wieku - 21,5%, II klasa wieku – 23,4%, IV klasa wieku – 16,6%.

Średni udział drzew różnych klas wysokości, rozmieszczonych skupiskowo wynosił:

- drzewa najniższe w drzewostanach I klasy wieku - 28,1%, II klasa wieku - 33,7%, IV klasa wieku - 28,5%;
- drzewa średniej wysokości w drzewostanach I klasy wieku - 17,5%, II klasa wieku - 33,7%, IV klasa wieku - 26,6%;
- drzewa najwyższe w drzewostanach I klasy wieku - 24,6%, II klasa wieku - 30,4%, IV klasa wieku - 26,4%.

4.2.2. Udział drzew rozmieszczonych bliżej niż $\frac{1}{2}$ średniej odległości

Udział wszystkich drzew sosny rozmieszczonych bliżej niż $\frac{1}{2}$ średniej odległości wynosił:

- w drzewostanach I klasy wieku, od 10,7% do 20,2%, średnio - 14,6%;
- w drzewostanach II klasy wieku, od 14,7% do 25,1%, średnio - 19,3%;
- w drzewostanach IV klasy wieku, od 5,2% do 7,1%, średnio - 6,4%.

Udział żywych drzew sosny w drzewostanach II klasy wieku, rozmieszczonych bliżej niż $\frac{1}{2}$ średniej odległości, wahał się od 10,9% do 24,6%, średnio - 19,6%.

Udział martwych drzew sosny w drzewostanach II klasy wieku rozmieszczonych bliżej niż $\frac{1}{2}$ średniej odległości, wahał się od 22,1% do 45,5% średnio – 31,9%.

Udział drzew 1 i 2 klasy biosocjalnej, rozmieszczonych bliżej niż $\frac{1}{2}$ średniej odległości, wynosił: w drzewostanach II klasy wieku od 10,3% do 18,8%, średnio - 15,5%; w drzewostanach IV klasy wieku od 4,7% do 6,7%, średnio - 5,6%.

Udział 3 i 4 klasy biosocjalnej, rozmieszczonych bliżej niż $\frac{1}{2}$ średniej odległości, w drzewostanach II klasy wieku wahał się od 14,3% do 33,3%, średnio - 24,6%.

4.3. Współwystępowanie drzew różnych kategorii

W drzewostanach II klasy wieku, rosnących pod okapem drzew macierzystych dominowało:

- ujemne współwystępowanie żywych drzew odnowienia sosny i drzew macierzystych (występowało zjawisko wzajemnej segregacji drzew należących do poszczególnych kategorii);
- ujemne współwystępowanie martwych drzew odnowienia sosny i drzew macierzystych;
- dodatnie współwystępowanie żywych i martwych drzew odnowienia (występowało zjawisko wzajemnej agregacji drzew należących do poszczególnych kategorii);
- niezależne współwystępowanie żywych drzew odnowienia sosny i drzew innych gatunków;
- niezależne współwystępowanie martwych drzew odnowienia sosny i drzew innych gatunków;
- ujemne współwystępowanie niższych i wyższych drzew odnowienia sosny.

5. Podsumowanie i wnioski

- Dominującym typem rozmieszczenia *wszystkich* drzew w drzewostanach sosnowych pochodzenia naturalnego reprezentujących I i IV klasy wieku jest rozmieszczenie równomierne, natomiast w dwugeneracyjnych drzewostanach II klasy wieku – skupiskowe.
- Dominującym typem rozmieszczenia drzew *żywych i martwych* w drzewostanach sosnowych II klasy wieku jest rozmieszczenie skupiskowe.
- W drzewostanach II klasy wieku dominującym typem rozmieszczenia *drzew dorodnych i drzew 1 klasy biosocjalnej* jest rozmieszczenie losowe, a *drzew 2 klasy biosocjalnej, 3 i 4 klasy biosocjalnej razem* – rozmieszczenie skupiskowe. W drzewostanach IV klasy wieku przeważa równomierne rozmieszczenie *drzew dorodnych i drzew 1 klasy biosocjalnej*, oraz skupiskowe rozmieszczenie drzew *2 klasy biosocjalnej*.
- Obecność skupisk drzew stwierdzono w drzewostanach wszystkich analizowanych grup wiekowych. Średni udział drzew o skupiskowym typie rozmieszczenia w drzewostanach I klasy wieku wynosił 25,0%, w drzewostanach II klasy wieku – 26,7%, a w drzewostanach IV klasy wieku – 18,1%. Średni udział drzew rozmieszczonych bliżej niż $\frac{1}{2}$ średniej odległości wynosił w drzewostanach I klasy wieku 14,6%, II klasy wieku – 19,3%, IV klasy wieku – 6,4%. Pewien udział skupisk drzew stwierdzono także w rozmieszczeniach statystycznie losowych. Oprócz statystycznej istotności należy uwzględniać także istotność ekologiczną i gospodarczą, ponieważ nawet niewielki udział biogrup może znacznie zwiększać odporność drzewostanu na niekorzystne czynniki zewnętrzne.
- Powszechnie przyjęte w Europie metody cięć pielęgnacyjnych, podstawą których jest trzebież selekcyjna Schädelina, zakłócają skupiskową strukturę drzewostanów. Przy prowadzeniu cięć pielęgnacyjnych w drzewostanach sosnowych pochodzenia naturalnego, dla zwiększenia stabilności i produktywności drzewostanów należy respektować naturalną ich cechę, jaką jest tworzenie i utrzymywanie się trwałych biogrup.
- Uwzględnienie naturalnych procesów kształtujących strukturę przestrzenną drzewostanów sosnowych w nowych koncepcjach hodowlanych, może przyczynić się do zwiększenia ich stabilności w pogarszających się warunkach środowiska.

- Wymagania ekologiczne sosny zwyczajnej i naturalne warunki przyrodnicze Polski stwarzają ograniczone możliwości hodowli dwuwarstwowych drzewostanów sosnowych. Ujemne współwystępowanie drzew odnowienia i drzew macierzystych świadczy o niekorzystnym oddziaływaniu okapu macierzystego na odnowienie sosny.
- Unikatowa badawcza baza empiryczna Zakładu Hodowli Lasu IBL, stałe powierzchnie doświadczalne i prawie 50-letnia ciągłość badań, stwarzają szansę znacznego rozszerzenia możliwości wnioskowania z zakresu kształtowania się struktury przestrzennej drzewostanów sosnowych pochodzenia naturalnego. Niezbędne jest zatem dalsze prowadzenie badań nad tym zagadnieniem.