

JANUSZ SZMYT, ROBERT KORZENIEWICZ

## Poziome rozmieszczenie drzew w osiemdziesięcioletnich gospodarczych drzewostanach świerkowych w Nadleśnictwie Sławno

Horizontal distribution of trees in managed, 80-years old Norway spruce stands in Sławno Forest District

### ABSTRACT

Szmyt J., Korzeniewicz R. 2007. Poziome rozmieszczenie drzew w osiemdziesięcioletnich gospodarczych drzewostanach świerkowych w Nadleśnictwie Sławno. Sylwan 9: 3-11.

The objective of this research was to describe the horizontal distribution of trees in the managed Norway spruce stands located in the Sławno Forest District. The knowledge of that stand feature may be useful for the forest management in natural as well as in artificial stands. This paper presents the analysis of the spatial pattern of trees belonging to the different diameter classes in two separate stands. Majority of the living trees in both stands characterised with random spatial distribution. Trees with small ( $\leq 20$  cm) dbh were localised in groups the most often.

### KEY WORDS

Norway spruce, spatial distribution, Ripley's function, biogrups, stand structure

### ADDRESSES

Janusz Szmyt – Zakład Techniki Hodowli Lasu; Katedra Hodowli Lasu; Akademia Rolnicza;  
ul. Wojska Polskiego 69; 60-625 Poznań; e-mail: jachsztm@wp.pl

Robert Korzeniewicz – Zakład Techniki Hodowli Lasu; Katedra Hodowli Lasu; Akademia Rolnicza;  
ul. Wojska Polskiego 69; 60-625 Poznań

### Wstęp

Poznanie kształtowania się poziomego rozmieszczenia drzew w drzewostanach wzbudza obecnie duże zainteresowanie w hodowli lasu także w Polsce. Wiedza o tej cesze może być wykorzystywana przy sporządzaniu modeli wzrostu i rozwoju drzewostanów, a także w racjonalizacji czynności gospodarczych prowadzonych w lesie, szczególnie metod pielęgnacji. Większość dotychczasowych badań nad poziomym rozmieszczeniem drzew w lesie dotyczy ekosystemów pochodzenia naturalnego. Niniejszy artykuł przedstawia wyniki uzyskane w drzewostanach pochodzenia sztucznego, w których to człowiek narzucił rozmieszczenie drzew poprzez zastosowanie określonej więzby początkowej. Celem pracy jest poznanie poziomego rozmieszczenia świerków rosnących w jednolitych kępach w drzewostanie gospodarczym, w którym była, i nadal jest, prowadzona gospodarka leśna. Odniesienie niniejszych rezultatów do wyników uzyskanych w drzewostanach naturalnych uzupełni, choć w niewielkim stopniu, naszą wiedzę o kształtowaniu się tej cechy w sztucznych drzewostanach świerka pospolitego. Dalsze badania są konieczne dla lepszego poznania przebiegu tego procesu oraz przesłedzenia zmian poziomego rozmieszczenia drzew z wiekiem. W przyszłości interesującym wydaje się także podjęcie badań na wpływem zabiegów pielęgnacyjnych na poziomą strukturę przestrzenną drzew w drzewostanach sztucznego pochodzenia.

## Obiekt badań

Badania nad strukturą poziomego rozmieszczenia drzew przeprowadzono w roku 2003 w Nadleśnictwie Sławno w drzewostanach gospodarczych świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst.), występującego tam poza naturalną granicą swojego zasięgu, czyli w tzw. pasie bezświerkowym. Czasowe powierzchnie próbné założono w leśnictwach Chudaczewko (oddział 115b) oraz Malechowo (oddział 156a). Pomiary przeprowadzono w jednogatunkowych kępach świerkowych. Wielkość powierzchni wynosiła w oddziale 115b – 1500 m<sup>2</sup> (prostokąt 30 × 50 m), a w oddziale 156a – 2200 m<sup>2</sup> (prostokąt 40 × 55 m). Współrzędne wszystkich drzew określono metodą domiarów prostokątnych. W celu przydzielenia poszczególnych drzew do klas grubości pomierzono ich pierśnicę i wysokość.

W obu drzewostanach przeprowadzano zabiegi pielęgnacyjne, jednakże nie znane są ani ich charakter, ani natężenie. Z tego powodu trudno jest określić wpływ tych zabiegów na kształtowanie się poziomego rozmieszczenia świerków w badanych drzewostanach.

## Metodyka

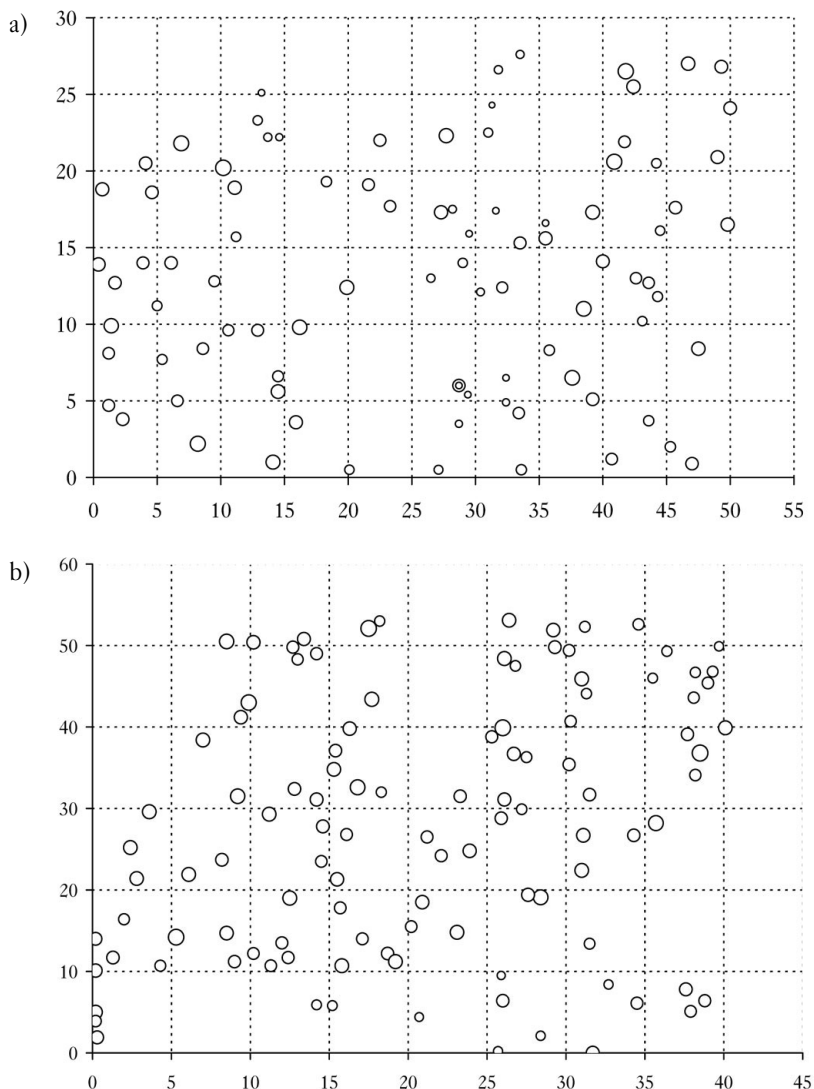
Do analizy poziomego rozmieszczenia drzew w badanych drzewostanach zastosowano metodę opartą na funkcji Ripley'a [Haase 1995]. Podstawą tej metody jest pomiar wszystkich wzajemnych odległości między drzewami, co wymaga znajomości wzajemności rozmieszczenia wszystkich drzew w badanym drzewostanie. Metoda ta pozwala na ocenę typu rozmieszczenia przestrzennego drzew w różnej skali przestrzennej, a także daje możliwość testowania istotności odchyleń w stosunku do przyjętego wzorca rozmieszczenia, jakim jest rozmieszczenie losowe zgodne z rozkładem Poissona. Polega ona na obliczeniu funkcji Ripley'a  $K(t)$ , a następnie jej transformowalnej postaci  $L(t)$  dla danych empirycznych. Jeżeli drzewa wykazują rozmieszczenie losowe, to przy danej odległości „t” wartość funkcji  $L(t)=0$ . Odchylenia od 0 świadczą, że osobniki przy danej odległości wykazują inny niż losowy typ rozmieszczenia na powierzchni. W przypadku rozmieszczenia regularnego funkcja  $L(t)<0$ , a przy grupowym modelu rozmieszczenia  $L(t)>0$ . Istotność odchyleń od wzorca losowego testuje się metodą Monte Carlo. W obliczeniach i analizach wykorzystano program SPPA ver. 2.0 udostępniony przez dr. Petera Haase.

## Wyniki

Analizie poziomego typu rozmieszczenia drzew w obu badanych drzewostanach poddano wszystkie drzewa. Zbadano także tę cechę przyporządkowując drzewa do jednej z trzech klas grubości:  $d_{1,3} \leq 20$  cm;  $20 < d_{1,3} < 41$  cm oraz  $d_{1,3} \geq 41$  cm. Poziome rozmieszczenie wszystkich drzew żywych w kępach świerkowych przedstawia rycina 1.

DRZEWOSTAN W ODDZIALE 115B. Rozmieszczenie wszystkich drzew żywych w drzewostanie, niezależnie od klasy grubości, było losowe. Oznacza to, że drzewa te występują niezależnie od siebie, czyli zgodnie z rozkładem Poissona. Brak statystycznie istotnych odchyleń od wzorca idealnie losowego sugeruje, że mechanizmy mające wpływ na kształtowanie się tej charakterystyki (np. konkurencja) nie są na tyle silne, aby drzewa na badanej powierzchni wykazywały inny typ poziomego rozmieszczenia. Rycina 2 wskazuje, że w odległości do 4 m obserwować można odchylenia od rozmieszczenia losowego w kierunku typu regularnego, natomiast powyżej 4 m – w kierunku rozmieszczenia grupowego.

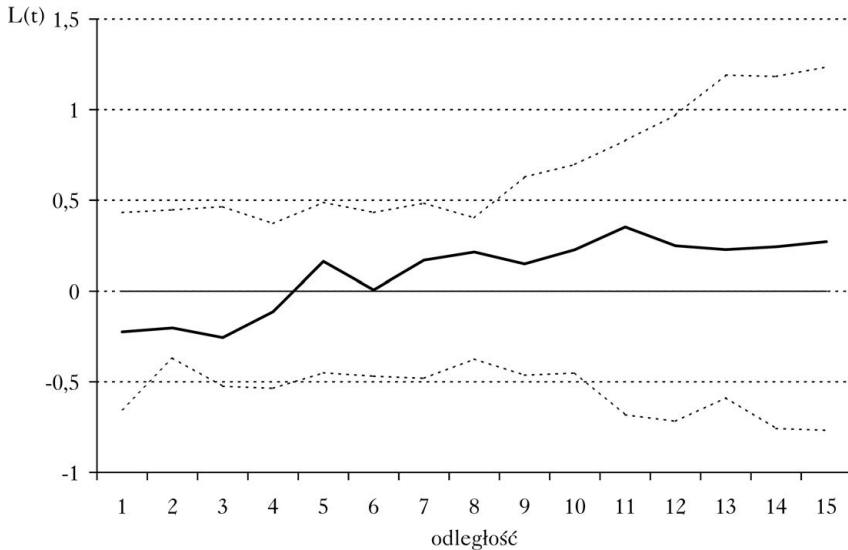
Po zaklasyfikowaniu drzew do poszczególnych klas grubości sytuacja przestaje być tak jednoznaczna. W przypadku drzew najcieńszych (pierśnica do 20 cm), w skali przestrzennej powyżej 2 m, drzewa rozmieszczone są wyraźne grupowo, o czym świadczą istotne statystycznie



Ryc. 1.

Poziome rozmieszczenie drzew żywych w kępach świerkowych w oddziałach 115b (a) i 156a (b)  
 Horizontal distribution of the living trees in Norway spruce groups in compartments 115b (a) and 156a (b)

odchylenia od wzorca idealnie losowego. Grupowy typ poziomego rozmieszczenia drzew obserwowany jest także w przypadku drzew o grubości 20-41 cm. Jednakże dotyczy to skali przestrzennej odpowiadającej odległości między 7 a 10 m. Przy innych skalach przestrzennych drzewa tej kategorii rozmieszczone są losowo, z wyraźnymi odchyleniami w kierunku rozmieszczenia regularnego (do 2,5 m) lub grupowego (powyżej 2,5 m). Drzewa najgrubsze, to jest o pierśnicy powyżej 41 cm, charakteryzowały się losowym rozmieszczeniem w drzewostanie. Wyraźne było odchylenie tego wzorca w kierunku rozmieszczenia regularnego. Rycina 3 prezentuje wykresy funkcji Ripley'a dotyczące analizy drzew poszczególnych kategorii grubości w oddziale 115b.



Ryc. 2.

Funkcja Ripley'a  $L(t)$  dla drzew żywych w kępie świerkowej w oddziale 115b

Ripley's function  $L(t)$  for living trees in the Norway spruce group in the compartment 115b

linie przerywane – przedziały ufności; linia ciągła, gruba – funkcja  $L(t)$  dla danych empirycznych; linia ciągła cienka ( $L(t)=0$ ) – funkcja  $L(t)$  dla rozmieszczenia całkowicie losowego

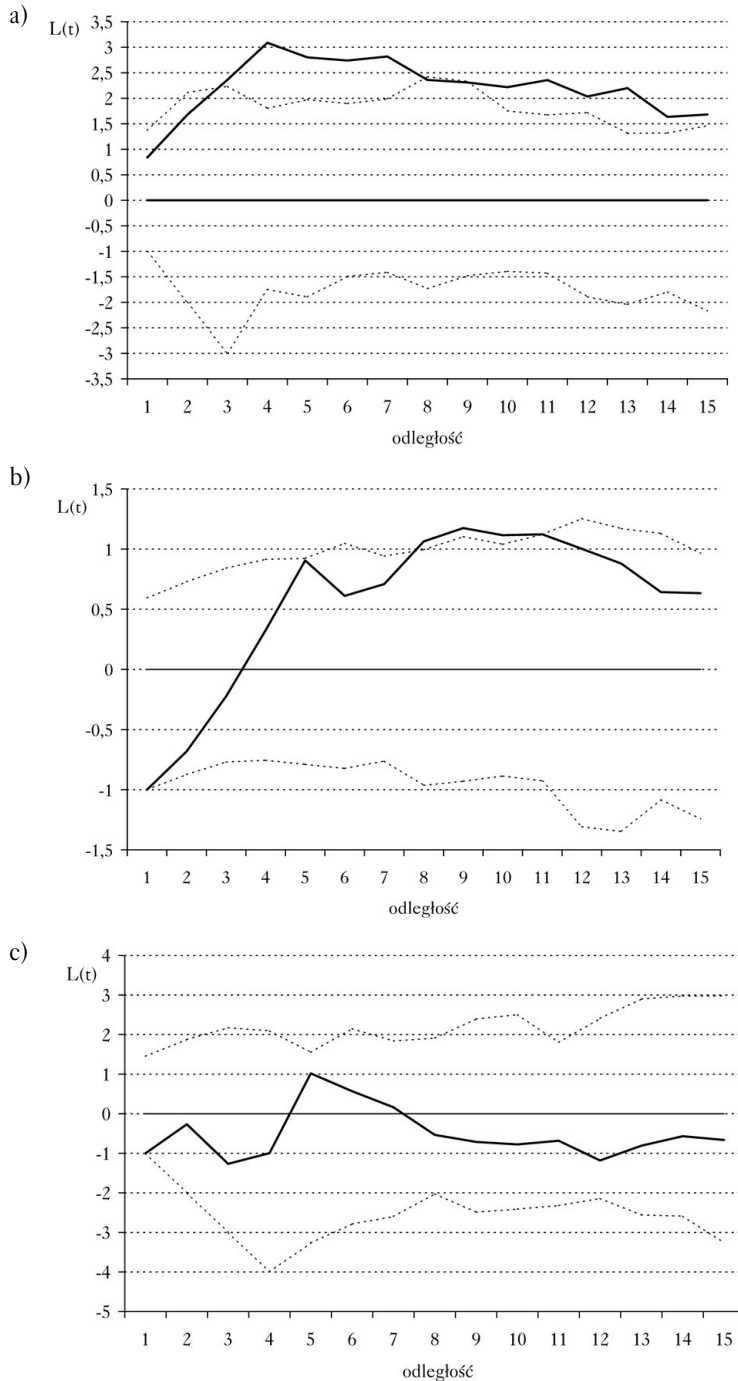
dotted lines – confidence intervals; solid thick line –  $L(t)$  function for empirical data; solid thin line –  $L(t)$  function for complete random distribution

DRZEWOSTAN W ODDZIALE 156A. Podobnie jak w oddziale 115b wszystkie drzewa analizowane łącznie, bez podziału na klasy grubości, wykazywały rozmieszczenie losowe w całym zakresie odległości. Obserwowane odchylenia od wzorca idealnie losowego przebiegają w kierunku typu grupowego (ryc. 4).

Drzewa najcieńsze (pierśnica do 20 cm) charakteryzowały się grupowym rozmieszczeniem w skali przestrzennej powyżej 6 m. Poniżej tej odległości rozmieszczone były losowo z widocznymi odchyleniem w kierunku typu grupowego. Drzewa o grubości pierśnicy między 20 a 41 cm cechowały się losowym typem rozmieszczenia w całym analizowanym zakresie odległości. Wyraźne jednak były odchylenia w kierunku typu grupowego. Drzewa najgrubsze charakteryzowały się także losowym rozmieszczeniem w całym zakresie odległości, z tym że do odległości 10 m odchylenia przebiegały w kierunku rozmieszczenia regularnego, a powyżej tej wartości – grupowego (ryc. 5).

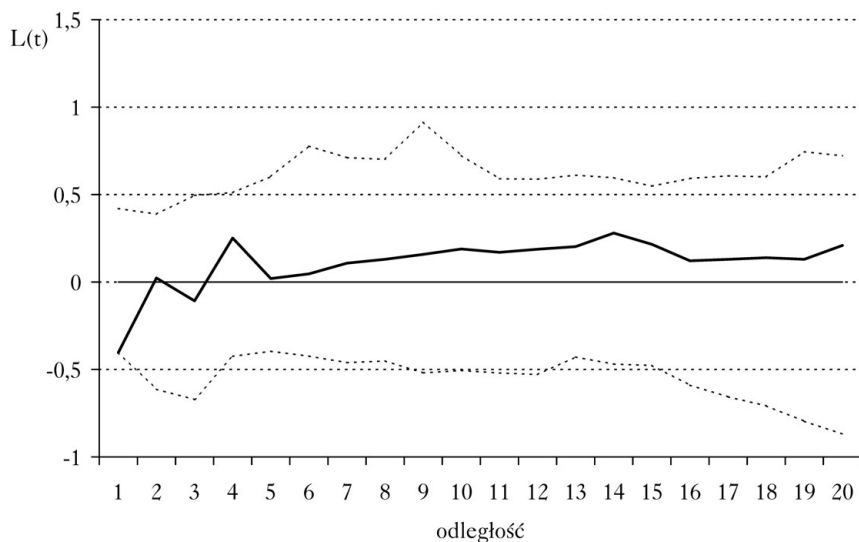
## Dyskusja

Czynnikami wpływającymi na tworzenie się charakterystycznej poziomej organizacji przestrzennej drzewostanu są m.in. sposób odnowienia, zmienność mikrosiedliska, śmiertelność osobników, konkurencja i kooperacja, czy też określone czynniki gospodarcze w drzewostanach. Prowadzenie tego typu badań w drzewostanach o różnym pochodzeniu, różnym składzie gatunkowym lub będących w różnym wieku pozwala na głębszy wgląd w naturalne procesy przebiegające w ekosystemach leśnych. Mimo iż uzyskane wyniki często różnią się wzajemnie, to na ich podstawie można określić pewne tendencje w kształtowaniu się tej ważnej cechy drzewostanów.



Ryc. 3.

Funkcja Ripley'a  $L(t)$  dla drzew różnej kategorii grubości w kępie świerkowej w oddziale 115b  
 Ripley's function  $L(t)$  for trees of different diameter categories within spruce group in compartment 115b  
 a – drzewa o  $d_{1,3} \leq 20$  cm; b – drzewa o  $20 < d_{1,3} < 41$  cm; c – drzewa o  $d_{1,3} \geq 41$  cm; objaśnienia jak na rycinie 2  
 a – trees with  $dbh \leq 20$  cm; b – trees with  $20 < dbh < 41$  cm; c – trees with  $dbh \geq 41$  cm; for other description see Fig. 2



Ryc. 4.

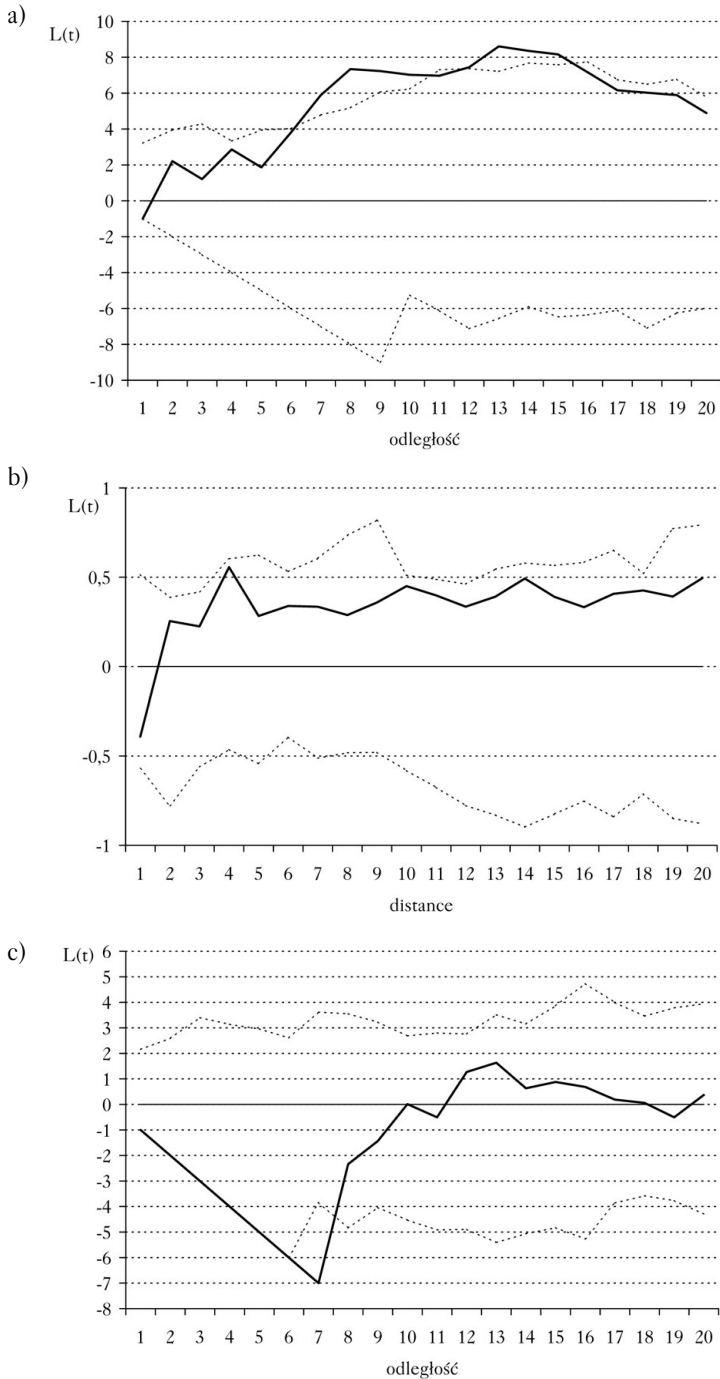
Funkcja Ripley'a  $L(t)$  dla drzew żywych w kępie świerkowej w oddziale 156a (objaśnienia jak na ryc. 2)  
 Ripley's function  $L(t)$  for living trees in the Norway spruce group in the compartment 156a (for description see Fig. 2)

Oba badane drzewostany są pochodzenia sztucznego. W chwili prowadzenia pomiarów wiek tych drzewostanów wynosił 75-80 lat. Biorąc pod uwagę fakt sztucznego założenia tych powierzchni zgodnie z więźbą początkową, uzyskane wyniki stanowią ciekawą informację. Do tego wieku bowiem regularny typ poziomej organizacji wynikający z więźby sadzenia uległ zmianie na losowy. Nieco inne wyniki otrzymał Szmyt [2004] badając poziome rozmieszczenie świerków w trzydziestoletnich, niepielęgnowanych drzewostanach świerkowych wysadzonych w różnej więźbie początkowej. Z pewnością na takie wyniki wpływ miało celowe zaniechanie pielęgnacji tych drzewostanów.

Wyniki niniejszej pracy, świadczące o losowym poziomym rozmieszczeniu drzew żywych w obu drzewostanach świerkowych, są zgodne także z rezultatami badań Gavricova i Sekretrenki [1998] w pięćdziesięciodwuletnich świerczynach sztucznego pochodzenia. Dominującą losową organizację przestrzenną drzew żywych stwierdził również Różański [1998] analizując strukturę górnoreglowych borów świerkowych w Gorcach. Szwagrzyk i in. [1997] w badaniach przeprowadzonych w Babiogórskim Parku Narodowym także stwierdzili losowe rozmieszczenie drzew żywych. Jakkolwiek u świerka obserwowano również wyraźne, choć nieistotne statystycznie, odchylenia w kierunku rozmieszczenia regularnego.

Stwierdzone grupowe rozmieszczenie drzew należących do niskich klas grubości (pierśnica  $\leq 20$  cm) potwierdza wcześniejsze obserwacje o częstym grupowaniu się takich drzew [Pielou 1960; Leemans 1991; Ward i in. 1996; Moeur 1997; Holeksa 1998]. Także Bolibok [2003] w swoich badaniach prowadzonych na powierzchniach prof. Włoczewskiego stwierdza, że grupowe rozmieszczenie jest charakterystyczne dla drzew o mniejszej pierśnicy i z wiekiem oraz zwiększaniem się pierśnicy drzew ulega zmianie.

W miarę wzrostu drzew ich poziome rozmieszczenie zmierza w kierunku typu losowego [Szwagrzyk 1990; Leemans 1991; Szwagrzyk i in. 1997; Moeur 1997; Bolibok 2003]. W niektórych badaniach oprócz losowego rozmieszczenia drzew należących do wyższych klas grubości



Ryc. 5.

Funkcja Ripley'a  $L(t)$  dla drzew różnej kategorii grubości w kępie świerkowej w oddziale 156a  
 Ripley's function  $L(t)$  for trees of different diameter categories within spruce group in compartment 156a  
 a – drzewa o  $d_{1,3} \leq 20$  cm; b – drzewa o  $20 < d_{1,3} < 41$  cm; c – drzewa o  $d_{1,3} \geq 41$  cm; objaśnienia jak na rycinie 2  
 a – trees with  $dbh \leq 20$  cm; b – trees with  $20 < dbh < 41$  cm; c – trees with  $dbh \geq 41$  cm; for other description see Fig. 2

obserwowano także rozmieszczenie mniej lub bardziej regularne. Regularność występowania drzew „grubych” stwierdzili np. Ward i in. [1996], Bolibok [2003] oraz Gavricov i Sekretenko [1998]. Jednakże typ ten obserwowany był przy większej skali przestrzennej ( $>2,5$  m). Moeur [1997] stwierdza, że drzewa o większych rozmiarach wykazują tendencję do bardziej regularnego rozmieszczenia w drzewostanach.

Zmiana typu poziomej organizacji przestrzennej z wiekiem drzewostanów wynikać może m.in. z faktu ich pielęgnowania. Fakt ten został stwierdzony przez Pretzscha [1996, 1999], a także przez Gavricova i Sekretenkę [1998]. Pretzsch zaobserwował, że intensywne zabiegi pielęgnacyjne (trzebieżowe) prowadzą zazwyczaj do zmiany poziomej struktury przestrzennej w kierunku rozmieszczenia regularnego. Z drugiej strony, trzebież selekcyjna (górna) o średniej i słabej intensywności powoduje, że drzewa rozmieszczone są albo losowo, albo nawet skupiskowo. Wyniki uzyskane w drzewostanach świerkowych w części potwierdzają tezy Pretzscha co do wpływu zabiegów pielęgnacyjnych na badana cechę drzewostanów.

## Wnioski

- ✦ Drzewa żywe rozmieszczone są w obu drzewostanach losowo. Obserwowane odchylenia od tego wzorca przebiegają przy większych odległościach w kierunku rozmieszczenia grupowego, a przy mniejszych natomiast – w stronę rozmieszczenia regularnego.
- ✦ Poziome rozmieszczenie drzew należących do niższych klas grubości wykazuje w obu analizowanych przypadkach grupowy charakter występowania w całej niemal skali przestrzennej.
- ✦ Drzewa o większych pierśnicach charakteryzowały się w obu drzewostanach rozmieszczeniem losowym, a obserwowane odchylenia od wzorca losowego przebiegały częściej w kierunku rozmieszczenia regularnego.
- ✦ Im grubsze drzewa, tym bardziej losowe ich rozmieszczenie. W przypadku drzew najgrubszej klasy pierśnic obserwuje się odchylenia ich rozmieszczenia w kierunku typu regularnego. Odchyłki te jednakże nie były istotne statystycznie.
- ✦ W obu obiektach regularność poziomej organizacji przestrzennej wynikająca z zastosowanej więźby sadzenia uległa zmianie na losowy typ rozmieszczenia drzew żywych.

## Literatura

- Bolibok L. 2003. Dynamika struktury przestrzennej drzewostanów naturalnych w oddziale 319 BPN – czy biogrupy drzew są powszechne i trwałe w nizinnym lesie naturalnym. *Sylwan* 1: 12-23.
- Gavricov V. L., Sekretenko O. P. 1998. Characterization of the tree spatial distribution in small plots using the pair correlation function. *For. Ecol. Manag.* 102 (2-3): 113-120.
- Haase P. 1995. Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K-function. Introduction and methods of edge correction. *Journal of Vegetation Science* 6: 575-582.
- Holeksa J. 1998. Rozpad drzewostanu i odnowienie świerka a struktura i dynamika karpackiego boru górnośląskiego. *Monographiae Botanicae* 82, Łódź.
- Leemans R. 1991. Canopy gaps and establishment patterns of spruce in two old-growth coniferous forests in central Sweden. *Vegetatio* 93: 157-165.
- Moeur M. 1997. Spatial models of competition and gap dynamics in old-growth *Tsuga heterophylla*/*Thuja plicata* forests. *For. Ecol. Manag.* 94: 175-186.
- Pielou E. C. 1959. The use of point-to-plant distances in the study of the pattern of plant populations, *J. Ecol.* 47: 606-613.
- Pretzsch H. 1996. The effect of various thinning regimes on the spatial stand structure.
- Pretzsch H. 1999. Structural diversity as a result of silvicultural operations. Management of mixed-species forest: silviculture and economics, IBN-DLO Wageningen.
- Róžański W. 1998. Struktura górnośląskich borów świerkowych na szczycie Turbacza w Górcach i problemy ich ochrony. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 332: 135-317.
- Szmyt J. 2004. Wpływ więźby początkowej i wieku na kształtowanie się poziomego rozmieszczenia drzew w niepielęgnowanych drzewostanach sosnowych, świerkowych i dębowych. Maszynopis pracy doktorskiej, Katedra Hodowli Lasu, AR Poznań. 1-149.



- Szwagrzyk J., Szewczyk J., Bodziarczyk J. 1997. Spatial variability of natural stand in the Babia Góra National Park. *Folia Forestalia Polonica* (A) 39: 61-78.
- Szwagrzyk J. 1990. Natural regeneration of forest related to the spatial structure of trees. A study of two forest communities in Western Carpathians, southern Poland. *Vegetatio* 89: 11-22.
- Ward J. S., Parker G. R., Ferrandino F. J. 1996. Long-term spatial dynamics in old-growth deciduous forest. *For. Ecol. Manag.* 83 (3): 189-202.

## SUMMARY

### Horizontal distribution of trees in managed, 80-years old Norway spruce stands in Sławno Forest District

This paper describes the horizontal distribution of Norway spruces in large groups within 80-years old managed stands in Sławno Forest District. Analysis was conducted for different diameter classes and the Ripley's function was applied [Haase 1995, Moeur 1997].

Obtained results showed that all living trees in both examined stands characterized the random distribution. It suggests that the mechanisms that may cause the other distribution patterns are not strong enough. Gavricov and Sekretenko [1998] obtained similar results in the artificially planted 52-years old spruce stands. Różański [1998] observed the domination of the random pattern in spruce stands located in the upper mountain zone. Analysis of the spatial distribution of trees from the small diameter classes revealed in both stands the formation of groups. The difference between the analysed stands was placed in the various spatial scale of the observed groups. Other authors [Pielou 1960, Leemans 1991, Ward et al. 1996, Moeur 1997, Holeksa 1998, Bolibok 2003] observed similar trend. Trees of the largest diameter class characterised random distribution in both stands. It is worth to emphasise that the observed deviations from the randomness had different direction. In compartment 115b they shifted towards the regular, while in compartment 156a - towards the group distribution. Random type of spatial pattern of the largest trees was observed by Leemans [1991], Szwagrzyk [1990], Szwagrzyk et al. [1997] and Bolibok [2003]. However, other authors reported that the largest trees show regular spatial distribution very often [Ward et al. 1996, Moeur 1997, Gavricov, Sekretenko 1998].