

JEDNOSTKOWE POLE I PRZESTRZEŃ DRZEW MŁODEGO POKOLENIA W DWUGENERACYJNEJ BUCZYNIE KARPACKIEJ

Ryszard Miś, Damian Sugiero

Akademia Rolnicza w Poznaniu

Streszczenie. Opracowanie jest próbą analizy wypełnienia leśnej przestrzeni w dwugeneracyjnych drzewostanach rębnych wzrastających na siedlisku lasu wyżynnego. Celem badań było określenie pola i przestrzeni jednego drzewa w warstwie młodego pokolenia oraz wpływu starodrzewu na te parametry drzew. Materiał badawczy zebrano w 2001 roku na terenie Nadleśnictwa Krasieczyn (RDLP Krosno). Analizę przeprowadzono na 28 stanowiskach próbnych, na których udział buka zwyczajnego w składzie starodrzewu był nie mniejszy niż 70 %. Wyliczone w pracy wskaźniki charakteryzowały się dość dużą zmiennością, zwłaszcza w zakresie jednostkowej przestrzeni drzewa. Na ogół zmienność ta była większa w podroście bukowym aniżeli w jodłowym. Należy przypuszczać, iż jest ona naturalną konsekwencją zróżnicowanych cech strukturalnych jako efektu świadomego, lecz subiektywnie realizowanego procesu użytkowania i naturalnego odnawiania się lasu. Analiza nie wykazała istotnego wpływu starych drzew na wielkość pola i przestrzeni w warstwie młodego pokolenia, wzrastającego pod ich okapem. Konieczna jest kontynuacja tego typu badań w innych drzewostanach celem sprawdzenia przydatności zastosowanych wskaźników w analizach przestrzennych, dotyczących cech strukturalnych buczyny karpackiej. Określenie bowiem parametrów wypełnienia leśnej przestrzeni może pomóc leśnikom w trafniejszym planowaniu gospodarczym i lepszej realizacji zadań hodowlanych.

Słowa kluczowe: jednostkowe pole drzew, jednostkowa przestrzeń drzew, buczyna karpacka

WSTĘP

Badania dotyczące wypełnienia leśnej przestrzeni były prowadzone już w latach trzydziestych minionego stulecia przez profesora Kazimierza Sucheckiego [1938, 1953]. Wykorzystano je wówczas jednak tylko do zadrzewienia i miąższości drzewo-

stanu, jako podstawowej miary leśnej przestrzeni. W związku z tym istnieje w dalszym ciągu konieczność podejmowania prób rozwiązania tego zagadnienia.

W latach 2001-2002 podjęto w Katedrze Urządzania Lasu Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu próbe pierwszych analiz przestrzennych, dotyczących rozmieszczenia drzew w leśnej przestrzeni na 50 stanowiskach próbnych, we wszystkich warstwach drzewostanów z udziałem buka i jodły [Sugiero 2002].

Wypełnienie leśnej przestrzeni powinno być interpretowane jako zespół syntetycznych wskaźników, określających cechy strukturalne i dynamiczne lasu. Ich wykorzystanie w urządzaniu i hodowli lasu może pomóc w bardziej dogłębnym poznaniu procesów i zjawisk w rozwoju lasu, jego odnawianiu, pielęgnacji i użytkowaniu. Metodyczne aspekty analiz przestrzennych w odniesieniu do struktury całych kompleksów leśnych przedstawia praca Kamińskiej [2000].

Celem niniejszego opracowania było określenie jednostkowego pola i przestrzeni jednego drzewa w warstwie młodego pokolenia oraz zbadanie wpływu starodrzewu na te miary leśnej przestrzeni.

METODY I MATERIAŁ BADAWCZY

Materiał badawczy do niniejszej pracy zebrano w 2001 roku na terenie nadleśnictwa Krasiczyn (leśnictwo Cisowa), należącym do Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krośnie. Lasy nadleśnictwa położone są w VIII krainie przyrodniczo-leśnej (Kraina Karpacka) i 2 dzielniczy Pogórza Środkowobeskidzkiego, w mezoregionie Pogórza Przemyskiego – obręb Krasiczyn i w mezoregionie Pogórza Ciężkowicko-Dynowskiego – obręb Hołubla.

Analizą objęto pięć dwugeneracyjnych drzewostanów jodłowo-bukowych o łącznej powierzchni 101,67 ha, występujących na siedlisku lasu wyżynnego – w wieku od 75 do 135 lat. Ogółem założono 50 kołowych powierzchni badawczych (w sieci kwadratów 100×100 m), z których do badań wybrano 28, ze względu na co najmniej 70-procentowy udział buka zwyczajnego w warstwie starodrzewu. Każdą z nich podzielono na trzy okręgi o różnych promieniach, w zależności od wieku drzew i nachylenia terenu. Wielkość powierzchni próbnych wynosiła odpowiednio: dla starodrzewu – 400 m^2 , dla podrostu – 40 m^2 , dla nalotu – 4 m^2 . Do warstwy podrostu zaliczano wszystkie osobniki gatunków drzewiastych o wysokości co najmniej 0,5 m, poniżej przyjętego w starodrzewie progu pierśnicowania – 7 cm.

Zakres prac terenowych obejmował pomiar szeregu różnych cech strukturalnych w poszczególnych warstwach roślinności drzewostanu. Ponadto, na wszystkich stanowiskach próbnych pomierzono azymuty i odległości od środka powierzchni badawczych do wszystkich drzew w warstwie starodrzewu i podrostu. Pomiaru te posłużyły analizom przestrzennym, dotyczącym rozmieszczenia drzew w leśnej przestrzeni.

W pracach kameralnych przeprowadzono analizę statystyczną wybranych cech, odnoszących się do poszczególnych warstw drzewostanu, a następnie wyliczono dla każdego stanowiska badawczego jednostkowe pole i przestrzeń jednego drzewa. Wskaźniki te określono w dwóch grupach stanowisk próbnych: R1 – 14 stanowisk, na których stosunek liczby drzew starodrzewu do liczby drzew podrostu wyniósł 0,77 oraz R2 – 14 stanowisk, na których stosunek ten wynosił 0,18.

Obliczenia jednostkowego pola (P_i) dla określonej warstwy (i) drzewostanu dokonano na podstawie liczebności drzew, według wzoru:

$$P_i = \frac{F_i}{n_i}$$

gdzie: F – wielkość stanowiska próbnego w warstwie i ,
 n – liczba wszystkich drzew na każdym stanowisku próbnym w warstwie i (starodrzew: $i = 1$, podrost: $i = 2$, nalot: $i = 3$).

Przebieg pojedynczego drzewa (PR_i) określono tylko w warstwie podrostu, przyjmując za podstawę obliczeń wysokość drzew i szerokość koron, według wzoru:

$$PR_i = \frac{\sum_{k=1}^n (p_{ik} \times h_{ik})}{n_i}$$

gdzie: p_{ik} – powierzchnia rzutu korony drzewa k w warstwie podrostu ($i = 2$), liczona

$$\text{według wzoru: } = \frac{\delta d_{ik}^2}{4},$$

h_{ik} – wysokość drzewa k ,

d_{ik} – szerokość korony drzewa k .

Ponadto, wyliczono współczynniki korelacji pomiędzy polem jednego drzewa w starodrzewiu i jednostkowym polem drzewa w młodym pokoleniu. Określono także zależności między średnią wysokością drzewostanu a przestrzenią jednego drzewa w młodym pokoleniu. Do wszystkich analiz wykorzystano program komputerowy Statistica 5.1.

WYNIKI

Z charakterystyki statystycznej materiału badawczego (tabela 1) wynika, iż analizie poddano drzewostany w wieku około 112 lat, o dobrej jakości technicznej i zwarcie przerywanym. Zmienność wszystkich badanych cech w młodym pokoleniu była większa od zmienności analogicznych cech w starodrzewiu. W warstwie podrostu do grupy cech najbardziej zmiennych można zaliczyć: wysokość drzew (62-67%), ich grubość w połowie wysokości (60-62%) oraz długość korony (68-75%). Pod względem wymienionych cech jodła charakteryzowała się większym współczynnikiem zmienności aniżeli buk. W wypadku długości świetlistej części korony jodły, współczynnik ten wyniósł 85%. Zmienność wszystkich pozostałych cech buka nie przekroczyła granicy 70%. Ważną cechą podlegającą analizie była liczebność drzew w poszczególnych warstwach drzewostanu. Charakteryzowała się ona dość dużą zmiennością, szczególnie w wypadku młodego pokolenia buka – od około 103% w warstwie podrostu do około 263% w nalocie. Zmienność liczebności jodły w każdej warstwie drzewostanu była znacznie mniejsza od liczebności buka.

Wyniki dotyczące jednostkowego pola drzew zamieszczono w tabeli 2. W warstwie starodrzewu powierzchnia pola zawierała się w przedziale 36-400 m². Średnia jego wartość w grupie stanowisk próbnych R1 wyniosła 57 m², co odpowiadało około 175-180

Tabela 1. Statystyczna charakterystyka materiału badawczego pochodzącego z 28 powierzchni próbnych
 Table 1. Statistical characterisation of the experimental material derived from 28 test surfaces

Warstwa Layer	Cecha Trait	Gatunek Species	N	Średnia Mean	Mediana Median	Min. Min.	Maks. Max	Rozstęp Range	Odechylenie standardowe Standard deviation	Błąd standardowy Standard error	Współczynnik zmienności Variability coefficient
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Starodrzew Old stand trees	Liczebność, szt. Size, trees	Bk/Beech	123	4	4	1	8	7	1,99	0,37	44,79
	Wiek, lata Age, years	Jd/Fir	20	2	1	1	3	2	0,66	0,18	42,91
	Wysokość, m Height, m	Bk/Beech	123	112,4	115	75	135	60	8,61	0,74	7,65
	Pierśnica, cm Breast height diameter, cm	Jd/Fir	20	110,0	115	75	115	40	13,66	3,42	12,42
	Zasobność, m ³ Volume per 1 ha, m ³	Bk/Beech	123	31,2	32	16	38	22	3,88	0,34	12,45
	Jakość Quality	Jd/Fir	20	29,8	31	16	38	22	6,06	1,51	20,32
	Zwarcie Stand density	Bk/Beech	123	48,0	47	18	83	65	14,90	1,29	31,01
		Jd/Fir	20	48,1	49,25	20	66,5	46,5	13,90	3,47	28,88
		Bk/Beech	123	3,3	2,92	0,19	8,06	7,87	2,08	0,18	62,80
		Jd/Fir	20	2,9	2,95	0,26	5,53	5,27	1,53	0,38	52,89
		Bk/Beech	123	1,4	1	1	2	1	0,49	0,04	34,94
		Jd/Fir	20	1,3	1	1	2	1	0,44	0,09	35,39
		Bk/Beech	123	3,0	3	2	4	2	0,61	0,05	20,50
		Jd/Fir	20	3,2	3	2	4	2	0,76	0,16	24,04
Podrost Undergrowth	Liczebność, szt. Size, trees	Bk/Beech	264	11	6	1	42	41	11,37	2,27	103,38
	Wiek, lata Age, years	Jd/Fir	98	7	4,5	1,0	19,0	18,0	5,86	1,46	83,71
		Bk/Beech	264	16,4	16	5	33	28	7,17	0,44	43,56
		Jd/Fir	98	21,4	21	7	42	35	7,75	0,75	36,29

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Wysokość, m	Bk/Beech	264	1,8	1,5	0,3	7	6,7	1,10	0,07	61,94
	Height, m	Jd/Fir	98	3,6	2,9	0,6	13,6	13	2,44	0,24	67,23
	Grubość w 1/2 wysokości, cm	Bk/Beech	264	1,2	1	0,5	4,5	4	0,74	0,05	60,43
	Thickness at 1/2 of height	Jd/Fir	98	3,7	3	0,5	11	10,5	2,28	0,22	61,84
	Długość korony, m	Bk/Beech	264	1,5	1,18	0,28	6,7	6,42	1,00	0,06	68,18
	Crown length, m	Jd/Fir	98	2,8	2,2	0,2	11,6	11,4	2,14	0,21	75,04
	Długość świetlistej części korony, m	Bk/Beech	98	2,21	1,55	0,12	9,30	9,18	1,89	0,18	85,21
	Length of the light part of crown, m	Jd/Fir									
	Szerokość korony, m	Bk/Beech	264	1,1	0,95	0,16	4,7	4,54	0,67	0,04	58,95
	Crown width, m	Jd/Fir	98	2,1	2,1	0,48	6,1	5,62	0,98	0,09	46,53
	Ilość gałęzi, szt.	Bk/Beech	264,0	11,5	10,0	3,0	27,0	24,0	5,1	0,3	44,3
	Number of main branches, piece	Jd/Fir									
	Przyrost w 2001r., cm	Bk/Beech	264,0	21,9	20,0	3,0	56,0	53,0	9,4	0,6	42,9
	Increment in 2001, cm	Jd/Fir									
	Pokrycie, %	Bk/Beech	264	48,4	50	10	90	80	25,44	5,09	52,57
	Cover, %	Jd/Fir	98	58,8	65	20	90	70	21,25	5,31	36,17
	Liczebność, szt.	Bk/Beech	90	12	5	1	145	144	32,42	7,44	263,22
	Size, trees	Jd/Fir	22	2	1,5	1	4	3	1,28	0,37	63,96
	Wiek, lata	Bk/Beech	90	3,6	4	1	6	5	1,06	0,24	29,55
	Age, years	Jd/Fir	22	2,4	1,5	1	6	5	1,72	0,50	71,03
	Pokrycie, %	Bk+Jd	112	20,4	10	5	90	85	17,94	3,52	88,01
	Cover, %	Beech+Fir									

N – liczba drzew w warstwie "i" łącznie na wszystkich powierzchniach próbnych.

N – Number of trees in layer "i" total on all test surfaces.

drzewom na powierzchni 1 hektara. Natomiast w grupie stanowisk próbnych R2 średnia wielkość tego pola drzew wyniosła 170 m². Wartość mediany (133,33 m²) wskazuje jednak na to, iż większość z tych drzewostanów charakteryzowała się jeszcze stosunkowo liczną warstwą drzew starodrzewu (około 75-100 drzew/ha). Dla badanych drzewostanów tablice zasobności Schwappacha (silniejsze zabiegi pielęgnacyjne) podają liczbę około 316 pni/ha, co po zastosowaniu podanego w metodzie wzoru do obliczania jednostkowego pola drzew odpowiada wielkości około 32 m². Biorąc to pod uwagę, a także uwzględniając dodatkowo ogólne wartości średniego jednostkowego pola drzew (około 113 m²) oraz mediany (73,34 m²) można stwierdzić, iż badane drzewostany znajdowały się najczęściej w środkowej fazie procesu użytkowania lasu i jego odnawiania się.

W warstwie podrostu średnia wielkość jednostkowego pola drzew w grupie stanowisk próbnych R1 była około dwukrotnie większa niż w grupie R2 (odpowiednio: 11,72 m² i 6,54 m²). Jest to w naturalny sposób związane z liczebnością podrostu, którego zgodnie z oczekiwaniami było wyraźnie więcej (o 100 sztuk) na stanowiskach zaliczonych do grupy R2, znajdujących się w końcowej fazie klasy odnowienia drzewostanu. Wartości mediany dla obu grup były dużo mniejsze od średnich wielkości jednostkowego pola drzew (6,67 m² w grupie R1 i 2,39 m² w grupie R2). Świadczy to o tym, że większość badanych stanowisk próbnych charakteryzowała się znacznie wyższą frekwencją od średniej liczebności w utworzonych grupach. W warstwie nalotu średnie wielkości jednostkowego pola drzew wynosiły: 1,68 m² w grupie R1 i 2,28 m² w grupie R2. Więcej nalotu było zatem w drzewostanach po pierwszych cięciach przygotowawczych i obsiewnych, tzn. jeszcze na początku okresu odnowienia (75 sztuk) aniżeli pod jego koniec (37 sztuk).

Na rysunku 1 przedstawiono hipotetyczny rozkład zmienności jednostkowego pola drzew i liczebności w poszczególnych warstwach drzewostanu. W grupie stanowisk próbnych R1 rozkład zmienności tych dwóch miar był bardzo podobny. Współczynniki zmienności jednostkowego pola drzew we wszystkich warstwach drzewostanu były o kilka procent niższe od odpowiadających im współczynników zmienności liczby drzew. W grupie stanowisk próbnych R2 jednostkowe pole drzew charakteryzowało się na ogół większą zmiennością (wyjątek stanowi warstwa nalotu, gdzie współczynnik zmienności był nieznacznie mniejszy). Rozkład współczynnika zmienności był jednak podobny (grupa R1 i R2) i przypomina kształtem krzywą Gaussa, posiadającą ekstrema w warstwie podrostu (odpowiednio: 111 i 165%). Natomiast krzywa rozkładu zmienności liczby drzew w poszczególnych warstwach drzewostanu miała inny kształt w grupie stanowisk próbnych R1 i R2. Współczynniki zmienności dla liczebności drzew w starodrzewiu i podroście grupy R2 były wyraźnie mniejsze od odpowiadających im współczynników zmienności jednostkowego pola drzew.

Wyniki dotyczące jednostkowej przestrzeni drzew dla warstwy podrostu zawiera tabela 3. Średnia wartość tego wskaźnika była większa dla jodły – 33,88 m³, podczas gdy średnia przestrzeń zajmowana przez drzewka buka charakteryzowała się pięciokrotnie mniejszą wielkością – 6,78 m³. Wynika to z tego, iż jodła była na ogół starsza od buka i jej cechy, mające bezpośredni wpływ na wielkość jednostkowej przestrzeni (wysokość drzewa, szerokość korony), były średnio dwa razy większe niż u buka. W grupie stanowisk próbnych R1 średnia jednostkowa przestrzeń drzew w podroście bukowym (10,27 m³) była znacznie większa niż w grupie R2 (2,65 m³), odwrotnie niż w podroście jodłowym (odpowiednio: 21,16 i 40,24 m³). Podobna relacja dotyczyła współczynników

Tabela 2. Jednostkowe pole drzew (m²) w poszczególnych warstwach
Table 2. Unit tree area (m²) in individual layers

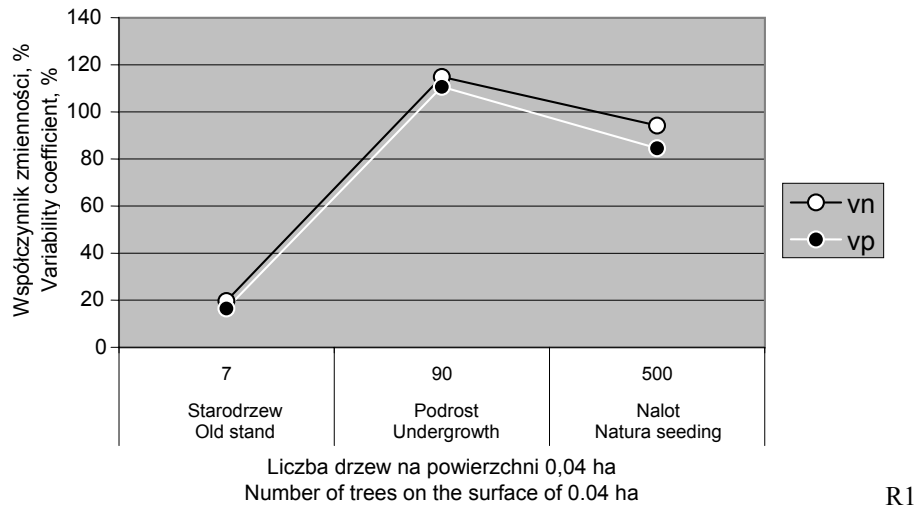
Grupa stanowisk próbnych Group of test sites	Numer stanowiska próbnego Number of the test sites		Starodrzew Old stand trees		Podrost Bk Undergrowth of Beech		Podrost Jd Undergrowth of Fir		Podrost, łącznie Undergrowth, total		Nalot Natural seeding		Liczba drzew (podrost+nalot) Number of trees (undergrowth+natural seeding)
	N	n	N	n	n	area	n	area	n	area	n	area	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1	275	11	36,36	1	40,00	-	-	1	40,00	7	0,57	8
	2	225	9	44,44	3	13,33	-	-	3	13,33	9	0,44	12
	3	200	8	50,00	1	40,00	-	-	1	40,00	2	2,00	3
	4	200	8	50,00	6	6,67	-	-	6	6,67	9	0,44	15
	5	175	7	57,14	6	6,67	-	-	6	6,67	5	0,80	11
	6	175	7	57,14	4	10,00	-	-	4	10,00	2	2,00	6
	7	175	7	57,14	12	3,33	3	13,33	15	2,67	9	0,44	24
	8	175	7	57,14	42	0,95	-	-	42	0,95	1	4,00	43
	9	175	7	57,14	6	6,67	2	20,00	8	5,00	6	0,67	14
	10	150	6	66,67	-	-	5	8,00	5	8,00	2	2,00	7
	11	150	6	66,67	5	8,00	3	13,33	8	5,00	1	4,00	9
	12	150	6	66,67	4	10,00	15	2,67	19	2,11	1	4,00	20
	13	150	6	66,67	11	3,64	-	-	11	3,64	2	2,00	13
	14	150	6	66,67	2	20,00	-	-	2	20,00	19	0,21	21
	180	180	7	57,13	8	13,02	6	11,47	9	11,72	5	1,68	15
średnia mean		175	7	57,14	5	8,00	3	13,33	6	6,67	4	1,40	13
mediana median		2525	101	799,85	103	169,26	28	57,33	131	164,04	75	23,57	206
suma sum		150	6	36,36	1	0,95	2	2,67	1	0,95	1	0,21	3
minimum minimum		275	11	66,67	42	40,00	15	20,00	42	40,00	19	4,00	43
maksimum maximum		125	5	30,31	41	39,05	13	17,33	41	39,05	18	3,79	40
rozstęp range													

Grupa R1 = 0,77
Group R1 = 0,77

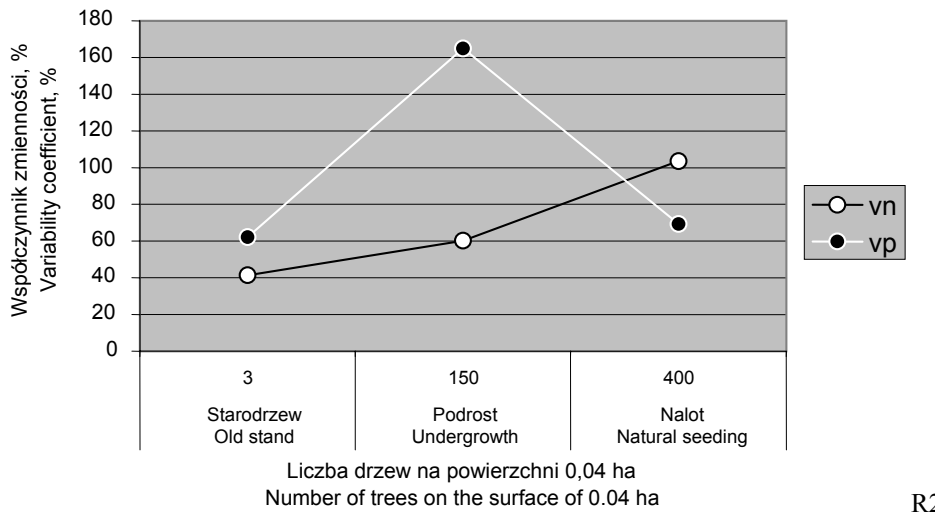
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	wariancja	1 267,17	2,03	88,40	116,08	166,39	28,80	42,31	115,48	168,03	25,48	2,03	102,22
	variance												
	odchylenie std.	35,60	1,42	9,40	10,77	12,90	5,37	6,50	10,75	12,96	5,05	1,42	10,11
	std. deviation												
	błąd std.	9,51	0,38	2,51	2,99	3,58	2,40	2,91	2,87	3,46	1,35	0,38	2,70
	std. error												
	v	19,74	19,74	16,46	135,98	99,08	95,83	56,73	114,84	110,63	94,22	84,58	68,71
	15	125	5	80,00	1	40,00	-	-	1	40,00	2	2,00	3
	16	100	4	100,00	12	3,33	1	40	13	3,08	1	4,00	14
	17	100	4	100,00	-	-	2	20	2	20,00	1	4,00	3
	18	100	4	100,00	6	6,67	4	10	10	4,00	9	0,44	19
	19	100	4	100,00	4	10,00	15	2,67	19	2,11	4	1,00	23
	20	100	4	100,00	-	-	6	6,67	6	6,67	12	0,33	18
	21	75	3	133,33	25	1,60	-	-	25	1,60	4	1,00	29
	22	75	3	133,33	34	1,18	-	-	34	1,18	2	2,00	36
	23	75	3	133,33	29	1,38	2	20,00	31	1,29	-	-	31
	24	50	2	200,00	23	1,74	-	-	23	1,74	1	4,00	24
	25	50	2	200,00	1	40,00	14	2,86	15	2,67	-	-	15
	26	50	2	200,00	-	-	19	2,11	19	2,11	1	4,00	20
	27	25	1	400,00	18	2,22	2	20	20	2,00	-	-	20
	28	25	1	400,00	8	5,00	5	8	13	3,08	-	-	13
	średnia	75	3	170,00	15	10,28	7	13,23	17	6,54	4	2,28	19
	mean												
	mediana	75	3	133,33	12	3,33	5	9,00	17	2,39	2	2,00	20
	median												
	suma	1050	42	2 379,99	161	113,12	70	132,30	231	91,53	37	22,77	268
	sum												
	minimum	25	1	80,00	1	1,18	1	2,11	1	1,18	1	0,33	3
	minimum												
	maksimum	125	5	400,00	34	40,00	19	40,00	34	40,00	12	4,00	36
	maximum												
	rozstęp	100	4	320,00	33	38,82	18	37,89	33	38,82	11	3,67	33
	range												
	Grupa R ² = 0,18												
	Group R ² = 0,18												

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	wariancja	961,54	1,54	11 164,16	138,05	223,11	42,44	141,99	98,88	116,14	14,68	2,50	89,67
	variance												
	odechylenie std.	31,01	1,24	105,66	11,75	14,94	6,51	11,92	9,94	10,78	3,83	1,58	9,47
	std. deviation												
	błąd std.	8,29	0,33	28,24	3,54	4,50	2,06	3,77	2,66	2,88	1,21	0,50	2,53
	std. error												
	v	41,34	41,34	62,15	80,28	145,25	93,07	90,07	60,27	164,84	103,54	69,37	49,47
	średnia	128	5	113,57	11	11,77	7	12,64	13	9,13	5	1,93	17
	mean												
	mediana	138	6	73,34	6	6,67	4	10,00	11	3,82	2	2,00	15
	median												
	suma	3575	143	3 179,84	264	282,37	98	189,63	362	255,56	112	46,34	474
	sum												
	minimum	25	1	36,36	1	0,95	1	2,11	1	0,95	1	0,21	3
	minimum												
	maksimum	275	11	400,00	42	40,00	19	40,00	42	40,00	19	4,00	43
	maximum												
	rozstęp	250	10	363,64	41	39,05	18	37,89	41	39,05	18	3,79	40
	range												
	wariancja	3 950,89	6,32	8 720,60	132,26	185,76	35,98	104,11	116,44	143,78	20,84	2,21	97,48
	variance												
	odechylenie std.	62,86	2,51	93,38	11,50	13,63	6,00	10,20	10,79	11,99	4,57	1,49	9,87
	std. deviation												
	błąd std.	11,88	0,48	17,65	2,35	2,78	1,55	2,63	2,04	2,27	0,93	0,30	1,87
	std. error												
	v	49,23	49,23	82,23	104,55	115,84	91,81	80,71	83,46	131,37	97,82	77,02	58,32

N – liczba drzew w przeliczeniu na 1 ha, n – liczba drzew w warstwie i, v – współczynnik zmienności, R1 - liczba drzew starodrzewu / liczba drzew podrostu (0,77), R2 - liczba drzew starodrzewu / liczba drzew podrostu (0,18)
 N – number of trees calculated per 1 ha, n – number of trees in layer i, v – variability coefficient, R1 – number of old stand trees / number of trees in the undergrowth (0,77), R2 – number of old stand trees / number of trees in the undergrowth (0,18)



R1



R2

vn – współczynnik zmienności dla liczebności
 vp – współczynnik zmienności dla jednostkowego pola drzew
 vn – variability coefficient for size
 vp – variability coefficient for the tree unit area

Rys. 1. Hipotetyczny rozkład zmienności jednostkowego pola drzew i liczebności w warstwie starodrzewu, podrostu i nalotu w drzewostanach grupy R1 i R2

Fig. 1. Hypothetical variability distribution of the unit tree area and size in the layers of old stand, undergrowth and young natural regeneration by self-sown in stands of R1 and R2 groups

zmienności omawianej miary wypełnienia leśnej przestrzeni: dla buka wynosiły one w grupie R1 229%, w grupie R2 91%, dla jodły natomiast w grupie R1 – 96% a w grupie R2 – 144%. Na wartości tych parametrów statystycznych miały jednak wpływ pojedyncze drzewa takie, jak na przykład na stanowisku próbnym numer 1 w grupie R1 buk – 85,74 m³ lub na stanowisku numer 17 w grupie R2 dwie jodły – 200,11 m³. Wskazują na to również wartości mediany dla obu gatunków. Były one dużo mniejsze od średnich wielkości jednostkowej przestrzeni drzew, co świadczy, iż więcej było w podroście drzewek o mniejszych rozmiarach, zajmujących mniejszą przestrzeń życiową. Duża zmienność wynika prawdopodobnie z dużego zróżnicowania wieku poszczególnych drzewek zaliczonych do warstwy podrostu oraz reakcji drzew na zmieniające się uwarunkowania procesu wzrostu i rozwoju drzewostanu pod wpływem cięć w starodrzewie.

Analiza współczynników korelacji (R^2 dla $\alpha = 0,05$) nie wykazała istotnego wpływu starych drzew na wielkość przyjętych w pracy miar wypełnienia leśnej przestrzeni w warstwie młodego pokolenia. Współczynniki korelacji pomiędzy jednostkowymi polami drzew dla warstwy starodrzewu i młodego pokolenia dowodzą braku istnienia takiej zależności (–0,20 dla podrostu buka, –0,01 dla podrostu jodły i 0,42 dla nalotu). Natomiast współczynniki korelacji pomiędzy średnią wysokością drzewostanu a przestrzenią jednego drzewa w podroście i nalocie wyniosły: –0,02 dla podrostu buka i 0,53 dla podrostu jodły.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Badania zmierzały do analizy materiału badawczego zebranego pod kątem wypełnienia leśnej przestrzeni w dwugeneracyjnych drzewostanach bukowych. W związku z tym w niniejszej pracy zaproponowano zastosowanie nowych wskaźników: jednostkowego pola i jednostkowej przestrzeni drzew.

Brak zależności statystycznej badanych cech podrostu wynika zapewne ze zbyt małego jeszcze materiału badawczego. Wynik ten nie świadczy jednak o braku przydatności zaproponowanych miar. Określenie tych parametrów może służyć analizom zorganizowania leśnej przestrzeni wewnątrz drzewostanu. Mogą one w przyszłości dostarczyć wielu ważnych wskazówek dla planowania hodowlanego i urzędzeniowego (regulacyjnego), zwłaszcza przy odnawianiu drzewostanów z użyciem rębni złożonych. Informacja o wielkości jednostkowego pola lub przestrzeni życiowej drzew może być bardziej cenna w planowaniu przestrzennym od liczby drzew na jednostce powierzchni lub zadrzewienia drzewostanu. Potrzebne są dalsze badania związane z analizą wypełnienia leśnej przestrzeni również w drzewostanach o innym składzie gatunkowym oraz innej budowie. Przemawia za tym szybki rozwój metod analiz przestrzennych stosowanych w badaniu systemów przyrodniczych.

Wyniki wstępnych badań prowadzą do następujących wniosków:

1. Określanie jednostkowego pola drzew jest uzasadnione w analizach przestrzennych, gdy informacja o liczbie drzew jest niewystarczająca. Krzywa rozkładu zmienności jednostkowego pola drzew wskazuje na pewną prawidłowość (podobieństwo do krzywej Gaussa), występującą niezależnie od stopnia zaawansowania cięć odnowieniowych. Fakt ten wymaga potwierdzenia na danych rzeczywistych i modelowych.

2. Określanie jednostkowej przestrzeni drzew w warstwie podrostu dostarcza wielu cennych, dodatkowych informacji dotyczących sytuacji wewnętrznej drzewostanu pod

Tabela 3. Jednostkowa przestrzeń drzew w podroście złożonym z buka i jodły
 Table 3. Unit space of trees in the undergrowth made up of beech and fir

Grupa stanowisk próbnych Group of test sites	Numer stanowiska próbnego Number of the test sites	Starodrzew Old stand trees						Podrost Bk Undergrowth of Beech					Podrost Jd Undergrowth of Fir		
		wysokość, m height, m		średnia mean		przestrzeń (m ³) space (m ³)		przestrzeń (m ³) space (m ³)		przestrzeń (m ³) space (m ³)		przestrzeń (m ³) space (m ³)			
	N	n	dolna lower	górna upper	średnia mean	n	min. min.	maks. max	średnia mean	n	min. min.	maks. max	średnia mean		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	1	275	11	27,0	35,0	30,5	1	–	–	85,74	–	–	–	–	
	2	225	9	23,0	36,0	32,0	3	0,09	0,29	0,17	–	–	–	–	
	3	200	8	31,0	36,0	33,0	1	–	–	0,50	–	–	–	–	
	4	200	8	26,0	33,0	30,5	6	0,07	1,22	0,60	–	–	–	–	
	5	175	7	32,0	34,0	33,0	6	0,21	2,82	0,91	–	–	–	–	
	6	175	7	16,0	38,0	26,5	4	0,12	0,76	0,54	–	–	–	–	
	7	175	7	29,0	34,0	31,5	12	0,11	5,21	1,95	3	1,14	87,92	30,24	
	8	175	7	30,0	34,0	31,5	42	0,12	24,93	4,01	–	–	–	–	
	9	175	7	27,0	36,0	31,5	6	0,09	69,36	20,08	2	41,89	61,21	51,55	
	10	150	6	24,0	33,0	29,5	–	–	–	–	5	0,40	2,69	1,47	
	11	150	6	27,0	29,5	28,0	5	0,14	2,08	1,01	3	0,32	11,38	5,78	
	12	150	6	31,0	37,0	34,0	4	0,15	0,97	0,49	15	1,11	44,51	16,75	
	13	150	6	26,0	35,0	31,5	11	0,18	11,43	2,55	–	–	–	–	
	14	150	6	23,0	38,0	32,5	2	0,23	29,67	14,95	–	–	–	–	
	średnia mean	180	7	26,6	34,9	31,1	8	0,14	13,52	10,27	6	8,97	41,54	21,16	
	mediana median	175	7	27,0	35,0	31,5	5	0,12	2,82	1,01	3	1,11	44,51	16,75	
	suma sum	2525	101	372,0	488,5	435,5	103	1,50	148,73	133,50	28	44,86	207,72	105,79	
	minimum minimum	150	6	16,0	29,5	26,5	1	0,07	0,29	0,17	2	0,32	2,69	1,47	
	maksimum maximum	275	11	32,0	38,0	34,0	42	0,23	69,36	85,74	15	41,89	87,92	51,55	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	rozstęp	125	5	16,0	8,5	7,5	41	0,15	69,08	85,56	13	41,56	85,23	50,08
	range	1 267,17	2,03	17,80	5,08	4,08	116,08	0,00	447,49	552,97	28,80	338,75	1 241,36	412,45
	wariancja	35,60	1,42	4,22	2,25	2,02	10,77	0,05	21,15	23,52	5,37	18,41	35,23	20,31
	variance	9,51	0,38	1,13	0,60	0,54	2,99	0,02	6,38	6,52	2,40	8,23	15,76	9,08
	odchylenie std.	19,74	19,74	15,88	6,46	6,50	135,98	36,98	156,46	228,99	95,83	205,15	84,81	95,98
	std. deviation	125	5	28,0	31,0	29,0	1	-	-	0,60	-	-	-	-
	błąd std.	100	4	34,0	35,0	34,5	12	0,11	3,00	1,36	1	-	-	30,28
	std. error	100	4	33,0	38,0	36,0	-	-	-	-	2	2,97	397,25	200,11
	v	100	4	18,0	32,0	28,5	6	0,08	11,72	2,44	4	0,71	16,55	8,39
		100	4	16,0	34,0	27,5	4	0,19	0,86	0,51	15	0,81	148,94	36,21
		100	4	29,0	34,0	32,0	-	-	-	-	6	1,90	19,77	7,70
		75	3	27,0	33,0	30,5	25	0,14	35,65	8,10	-	-	-	-
		75	3	28,0	30,0	29,0	34	0,10	13,06	1,97	-	-	-	-
		75	3	32,0	35,0	33,0	29	0,01	31,56	3,45	2	0,13	77,86	38,99
		50	2	33,0	34,0	33,5	23	0,11	22,08	5,52	-	-	-	-
		50	2	29,0	37,0	33,0	1	-	-	0,31	14	0,22	89,04	21,15
		50	2	33,0	35,0	34,0	-	-	-	-	19	0,19	58,75	16,06
		25	1	-	-	32,0	18	0,12	10,86	1,21	2	35,62	43,26	39,44
		25	1	-	-	30,0	8	0,47	12,89	3,67	5	1,47	11,93	4,04
		75	3	28,3	34,0	31,6	15	0,15	15,74	2,65	7	4,89	95,93	40,24
	średnia	75	3	29,0	34,0	32,0	12	0,11	12,89	1,97	5	0,81	58,75	25,71
	mean	1050	42	340,0	408,0	442,5	161	1,34	141,68	29,14	70	44,02	863,35	402,38
	mediana	25	1	16,0	30,0	27,5	1	0,01	0,86	0,31	1	0,13	11,93	4,04
	median	125	5	34,0	38,0	36,0	34	0,47	35,65	8,10	19	35,62	397,25	200,11
	suma													
	sum													
	minimum													
	minimum													
	maksimum													
	maximum													

Group R2 = 0,18

Grupa R2 = 0,18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	rozstęp	100	4	18,0	8,0	8,5	33	0,45	34,79	7,79	18	35,49	385,32	196,07
	range													
	wariancja	961,54	1,54	33,88	5,27	6,55	138,05	0,02	140,74	5,81	42,44	133,66	14 661,81	3 334,31
	variance													
	odchylenie std.	31,01	1,24	5,82	2,30	2,56	11,75	0,13	11,86	2,41	6,51	11,56	121,09	57,74
	std. deviation													
	błąd std.	8,29	0,33	1,68	0,66	0,68	3,54	0,04	3,95	0,73	2,06	3,85	40,36	18,26
	std. error													
	v	41,34	41,34	20,54	6,75	8,09	80,28	86,46	75,36	90,97	93,07	236,37	126,23	143,51
	średnia	128	5	27,4	34,5	31,4	11	0,14	14,52	6,78	7	6,35	76,50	33,88
	mean													
	mediana	138	6	28,0	34,5	31,5	6	0,12	11,15	1,66	4	0,96	51,63	21,15
	median													
	suma	3575	143	712,0	896,5	878,0	264	2,83	290,40	162,64	98	88,88	1071,06	508,17
	sum													
	minimum	25	1	16,0	29,5	26,5	1	0,01	0,29	0,17	1	0,13	2,69	1,47
	minimum													
	maksimum	275	11	34,0	38,0	36,0	42	0,47	69,36	85,74	19	41,89	397,25	200,11
	maximum													
	rozstęp	250	10	18,0	8,5	9,5	41	0,45	69,08	85,56	18	41,76	394,56	198,64
	range													
	wariancja	3 950,89	6,32	24,97	5,17	5,18	132,26	0,01	296,06	306,07	35,98	190,60	10 135,91	2 348,00
	variance													
	odchylenie std.	62,86	2,51	5,00	2,27	2,28	11,50	0,09	17,21	17,49	6,00	13,81	100,68	48,46
	std. deviation													
	błąd std.	11,88	0,48	0,98	0,45	0,43	2,35	0,02	3,85	3,57	1,55	3,69	26,91	12,51
	std. error													
	v	49,23	49,23	18,25	6,59	7,26	104,55	64,40	118,50	258,17	91,81	217,47	131,60	143,03
Ogółem	Total													

N – liczba drzew w przeliczeniu na 1 ha, n – liczba drzew w warstwie i, v – współczynnik zmienności, R1 – liczba drzew starodrzewu / liczba drzew podrostu (0,77), R2 – liczba drzew starodrzewu / liczba drzew podrostu (0,18)

N – number of trees calculated per 1 ha, n – number of trees in layer i, v – variability coefficient, R1 – number of old stand trees / number of trees in the undergrowth (0,77), R2 – number of old stand trees / number of trees in the undergrowth (0,18)

okapem starych drzew. Może ona być pomocną cechą w badaniu procesów rozwoju lasu i w planowaniu cięć odnowieniowych.

3. Badanie wpływu starych drzew i luk na młode pokolenie (w odniesieniu do zastosowanych miar przestrzeni) jest uzasadnione dopiero wówczas, gdy starodrzew wykazuje zwarcie co najmniej przerywane.

PIŚMIENNICTWO

- Kamińska G., 2000. Ocena struktury przestrzennej kompleksów leśnych. Geomatyka w badaniach struktur przestrzennych kompleksów leśnych. SGGW Warszawa, 68-83.
- Suchecki K., 1938. O ekologicznym wypełnieniu przestrzeni drzewostanu. Sylwan 1-2, 31-42.
- Suchecki K., 1953. Rozwinięcie teorii ekologicznego wypełnienia przestrzeni i zastosowanie jej w hodowli lasu. Pr. Rol. Leś. 67.
- Sugiero D., 2002. Analiza wypełnienia leśnej przestrzeni w drzewostanach jodłowo-bukowych na siedlisku lasu wyżynnego w Nadleśnictwie Krasieczyn. Maszyn. Kat. Urz. Las. AR, Poznań.

UNIT AREA AND SPACE OF THE YOUNG GENERATION TREES IN A TWO-GENERATION CARPATHIAN BEECH FOREST

Abstract. This study constitutes an attempt to analyse the filling of forest space in two-generation felling stands growing on an upland forest site. The purpose of the performed investigations was to determine the area and space of a single tree in the layer of the young generation and the influence of the old forest on these tree parameters. The experimental material was collected in 2001 from the area of the Krasieczyn Forest Division (RDLP Krosno). The analysis was performed in 28 test sites in which the proportion of the common beech in the old forest composition was at least 70%. The coefficients calculated in this study were characterised by a fairly high variability, especially in the field of the tree unit area. As a rule, this variability was higher in the beech young crop than in the fir one. It is to be presumed that this was a natural outcome of diversified structural traits resulting from a conscious, albeit subjectively realised, process of forest utilisation and forest self-regeneration. The performed analysis failed to reveal a significant influence of old trees on the size of the area and space in the layer of the young generation developing under their canopy. Therefore, there is a need to continue this kind of investigations, also in stands characterised by a different structure, with the aim to verify the usefulness of the applied indices in spatial analyses concerning structural traits of the Carpathian beech forest. The identification of the filling parameters of the forest space may help foresters in planning their economical recommendations and the achievement of appropriate silvicultural tasks.

Key words: area of one tree, space of one tree, the Carpathian beech forest

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 06.04.2004 r.