

KATARZYNA KAŻMIERCZAK, WITOLD PAZDROWSKI, MARCIN NAWROT,
MAREK SZYMAŃSKI

Przestrzeń pojedynczego drzewa w drzewostanie panującym w zależności od wieku oraz typu siedliskowego lasu na przykładzie modrzewia (*Larix decidua* Mill.)

Single tree space in a dominant stand in relation to age and forest habitat type on the example of larch (*Larix decidua* Mill.)

ABSTRACT

Kaźmierczak K., Pazdrowski W., Nawrot M., Szymański M. 2010. Przestrzeń pojedynczego drzewa w drzewostanie panującym w zależności od wieku oraz typu siedliskowego lasu na przykładzie modrzewia (*Larix decidua* Mill.). Sylwan 154 (11): 764-772.

The study presents the results of the MANOVA investigation on single tree growth space. The study included 48 larch trees in a dominant stand of different age classes growing in the fresh mixed coniferous (BMśw) and fresh mixed broadleaved (LMśw) forest habitats. The space occupied by a single tree was calculated for each larch tree as the volume of a cylinder with a height equal to the height of a tree, while the base area was determined from the average crown radius. Basic statistical characteristics were established. The MANOVA was performed to assess the statistical significance of the impact of forest habitat type, age and biosocial position of trees in a stand. A similar analysis was done for two basic measurement characteristics of trees – diameter at breast height and height.

KEY WORDS

growth space, crown, age, habitat type, biosocial position, *Larix decidua*

ADDRESSES

Katarzyna Kaźmierczak ⁽¹⁾ – e-mail: kasiakdendro@wp.pl

Witold Pazdrowski ⁽²⁾ – e-mail: kul@up.poznan.pl

Marcin Nawrot ⁽²⁾ – e-mail: marcin.nawrot@up.poznan.pl

Marek Szymański ⁽²⁾ – e-mail: marek.szymanski@up.poznan.pl

⁽¹⁾ Zakład Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu; Uniwersytet Przyrodniczy;
ul. Wojska Polskiego 71A; 60-625 Poznań

⁽²⁾ Katedra Użytkowania Lasu; Uniwersytet Przyrodniczy; ul. Wojska Polskiego 71A; 60-625 Poznań

Wstęp

Struktura drzewostanu kształtuje się pod wpływem procesów wzrostu i konkurencji. Istotą konkurencji jest zaspokojenie wymagań życiowych poszczególnych drzew. Przestrzeń wzrostu, jaką ma do dyspozycji pojedyncze drzewo w drzewostanie, zmienia się z czasem. Początkowo drzewka pochodzące z odnowienia lub użyte do zalesiania dysponują podobną powierzchnią gruntu. Jej wielkość zależy od wielu czynników, m.in. od gatunku drzewa, rodzaju siedliska, sposobu uprawy gleby, wieku materiału sadzeniowego i celu produkcyjnego. W ciągu życia drzewostanu przestrzeń pojedynczego drzewa zmienia się.

Najczęściej przestrzeń wzrostu pojedynczego drzewa definiowana jest wielkością korony, jej elementów oraz wskaźnikami bazującymi na tych cechach. Wzrost i przyrost drzew w dużym stopniu determinowane są wielkością korony. Kryteria ustalania uszkodzeń drzew, drzewostanów i kompleksu leśnego bazują na szczegółowym opisie rozwoju koron [m.in.: Gruber 1987, 1992; Dmyterko 1994; Bruchwald, Dmyterko 2007; Dmyterko, Bruchwald 2007a, b]. Badania dotyczące koron drzew prowadzili Burger oraz Badoux [za Borowskim 1974]. Zależności wielkości korony od różnych cech drzewa badali m.in.: Dubravec i Krejci [1993], Dubravec [1998, 1999, 2003, 2004] oraz Hemery i in. [2005]. Badaniem wielkości korony w drzewostanach sosnowych Polski zajmował się Lemke [1966]. Zależność przyrostu pierśnicy od m.in. powierzchni rzutu korony i objętości korony u sosen badał Dudek [1963]. Zajczkowski [1973] ocenił związek między polem rzutu korony a bieżącym przyrostem miąższości tego gatunku.

Pojęcie liczby przestrzeni wzrostowej wprowadził Seebach [za Assmannem 1968], a później zagadnienie to rozwinęli Mayer [1958] i Freist [za Assmannem 1968]. Pojęcie przestrzeni pojedynczego drzewa wprowadzili Miś i Sugiero [2004], zaś Kaźmierczak i Stosik [2008] – procent wykorzystania jednostkowego pola i stopień wykorzystania przestrzeni. Analizę kształtowania się różnych miar przestrzeni wzrostu drzewa w drzewostanach sosnowych zajmowała się Kaźmierczak [2009, 2010].

Celem pracy jest analiza wybranej cechy przestrzeni wzrostu pojedynczego drzewa. Analizę objęto modrzewie I, II i III klasy Krafa (drzewostan panujcym) w drzewostanach różnych klas wieku wzrastających na siedlisku BMśw i LMśw.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowią wyniki pomiaru 48 modrzewi, pochodzących z 8 drzewostanów wzrastających w warunkach boru mieszanego świeżego oraz 8 rosnących na siedlisku lasu mieszanego świeżego. Badaniami objęto drzewostany z terenu nadleśnictw Choszczno (RDLP Szczecin) i Babimost (RDLP Zielona Góra). Modrzew występował w nich w formie domieszki, w zmieszaniu co najmniej grupowym. Drzewa próbne wybrano zgodnie z zasadami metody Hartiga z czterech kolejnych klas wieku począwszy od drugiej. Z każdego drzewostanu wybrano po trzy drzewa próbne. Wybierano drzewa o prawidłowo ukształtowanych koronach. Powierzchnię rzutu korony obliczono jako pole powierzchni koła o promieniu równym średniemu promieniowi korony. Natomiast średni promień korony ustalono po jej rzutowaniu w czterech podstawowych kierunkach geograficznych. Rzeczywistą wysokość ustalono po ścięciu drzew.

Dla każdego drzewa przyjęto za miarę przestrzeni wzrostu przestrzeń pojedynczego drzewa (ppd). Obliczano ją jako objętość walca o wysokości równej wysokości drzewa, zaś pole podstawy oparto o średni promień korony ($ppd = p_k \cdot h$ [m^3]). Ustalono podstawowe charakterystyki statystyczne. Przeprowadzono trójczynnikiową analizę wariancji oceniając statystyczną istotność wpływu typu siedliskowego lasu, wieku i pozycji biosocjalnej drzewa w drzewostanie. Podobną analizę przeprowadzono dla dwóch podstawowych pomiarowych cech drzew – pierśnicy i wysokości.

Wyniki

Stwierdzono istotny statystycznie wpływ klasy wieku i pozycji biosocjalnej zajmowanej przez modrzew w drzewostanie na wielkość przestrzeni pojedynczego modrzewia. Nie zaobserwowano istotnego statystycznie zróżnicowania tej miary przestrzeni wzrostu ze względu na siedliskowy typ lasy. Ponadto nie odnotowano istotnych statystycznie interakcji wynikających

z wpływu wieku lub klasy Krafta, tak w interakcjach na poziomie dwuczynnikowym, jak i trójczynnikowym (tab. 1). Podobne wyniki wpływu siedliska lasu, klasy wieku i stanowiska biosocjalnego uzyskano dla pierśnicy i wysokości badanych modrzewi.

Średnia arytmetyczna przestrzeni pojedynczego modrzewia osiąga nieco większe wartości na siedlisku lasu mieszanego świeżego w porównaniu z siedliskiem boru mieszanego świeżego (tab. 2, ryc. 1a). Rośnie też z wiekiem drzew, zaś z pogarszaniem się pozycji biosocjalnej badanych drzew osiąga coraz mniejsze wartości (tab. 2, ryc. 1b, c). Porównując kształtowanie się średniej przestrzeni pojedynczego drzewa z wiekiem w zależności od siedliska zaobserwowano nieco mniejsze wartości tej miary przestrzeni wzrostu na siedlisku BMśw we wszystkich klasach wieku (tab. 3, ryc. 1d). Analizując zróżnicowanie średniej przestrzeni pojedynczego drzewa w klasach Krafta w zależności od typu siedliskowego lasu stwierdzono, iż mniejszą średnią miarą

Tabela 1.

Wpływ siedliskowego typu lasu, klasy wieku i klasy biosocjalnej na przestrzeń pojedynczego drzewa, pierśnicę i wysokość badanych modrzewi

Influence of habitat, age class and biosocial class on single tree growth pace, dbh and height of analysed larches

Źródło zmienności	Suma kwadratów odchyień	Stopnie swobody	Średni kwadrat odchyień	F	p-wartość	
Przestrzeń pojedynczego drzewa <i>ppd</i>						
Wyraz wolny	5771460	1	5771460	107,86	0,000	
Efekty główne	STL	10178	1	10178	0,19	0,667
	klasa wieku	765486	3	255162	4,77	0,010
	klasa biosocjalna	971935	2	485967	9,08	0,001
Interakcje	STL × kl. wieku	5659	3	1886	0,04	0,991
	STL × kl. biosocjalna	22377	2	11188	0,21	0,813
	kl. wieku × kl. biosocjalna	256855	6	42809	0,80	0,579
	STL × kl. wieku × kl. biosoc.	41227	6	6871	0,13	0,992
Błąd	1284232	24	53510			
Pierśnica						
Wyraz wolny	37241,02	1	37241,02	5534,27	0,000	
Efekty główne	STL	4,69	1	4,69	0,70	0,412
	klasa wieku	1536,73	3	512,24	76,12	0,000
	klasa biosocjalna	1164,29	2	582,15	86,51	0,000
Interakcje	STL × kl. wieku	21,06	3	7,02	1,04	0,391
	STL × kl. biosocjalna	0,87	2	0,44	0,07	0,937
	kl. wieku × kl. biosocjalna	57,21	6	9,53	1,42	0,249
	STL × kl. wieku × kl. biosoc.	13,63	6	2,27	0,34	0,910
Błąd	161,50	24	6,73			
Wysokość						
Wyraz wolny	28831,60	1	28831,60	3832,503	0,000	
Efekty główne	STL	1,27	1	1,27	0,168	0,685
	klasa wieku	900,57	3	300,19	39,903	0,000
	klasa biosocjalna	99,98	2	49,99	6,645	0,005
Interakcje	STL × kl. wieku	16,79	3	5,60	0,744	0,536
	STL × kl. biosocjalna	0,75	2	0,38	0,050	0,951
	kl. wieku × kl. biosocjalna	7,15	6	1,19	0,158	0,985
	STL × kl. wieku × kl. biosoc.	6,27	6	1,04	0,139	0,990
Błąd	180,55	24	7,52			

Tabela 2.

Podstawowe charakterystyki statystyczne efektów glównych przestrzeni pojedynczego drzewa, pieršnicy i wysokošci

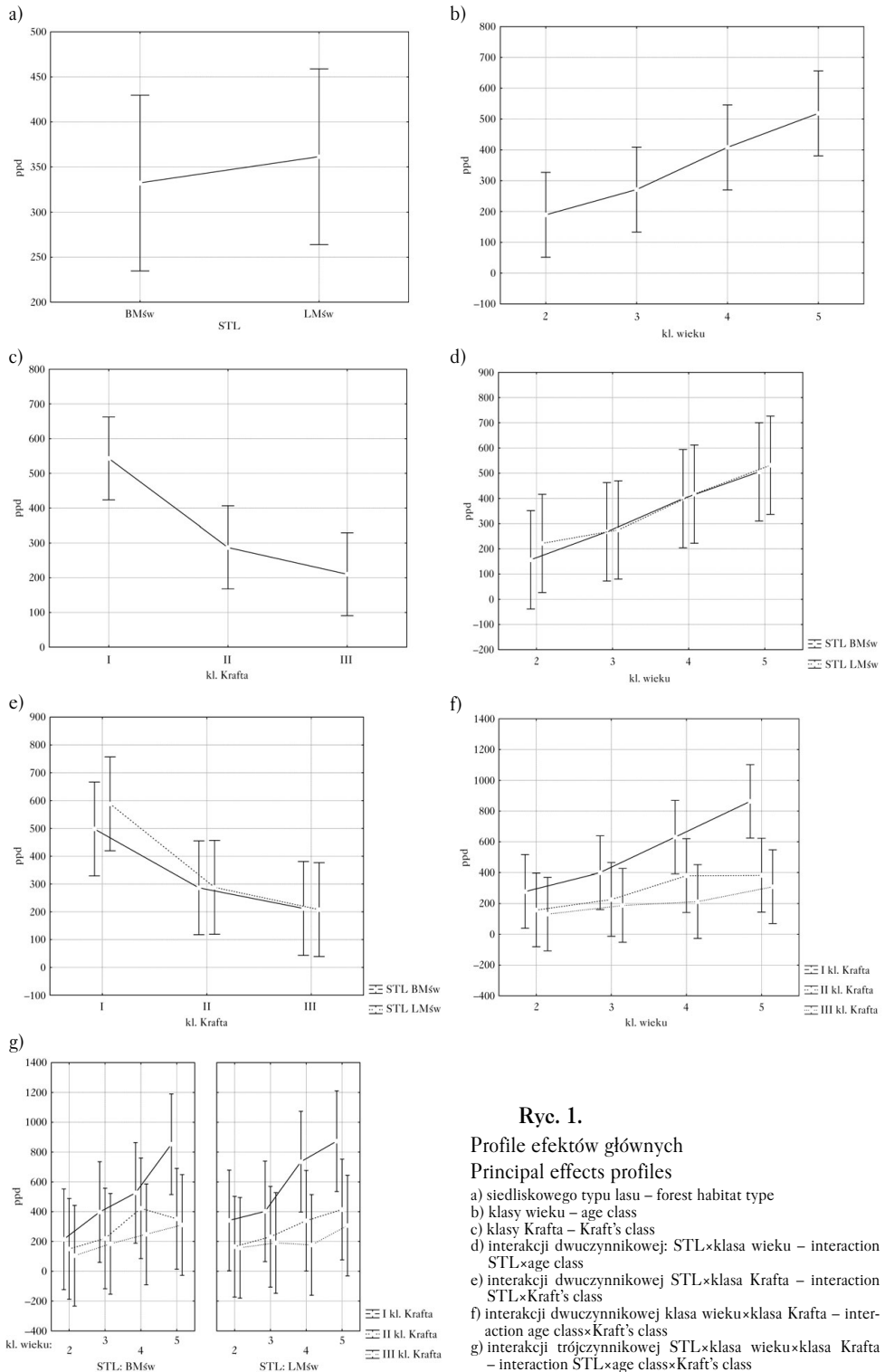
Basic statistical characteristics of the principal effects for single tree growth space, diameter and height

Poziom czynnik	N	<i>ppd</i>		<i>d</i>		<i>h</i>	
		\bar{x}	s_{dx}	\bar{x}	s_{dx}	\bar{x}	s_{dx}
	[szt.]	[m ³]	[m ³]	[cm]	[cm]	[m]	[m]
STL							
BMšw	24	332,19	278,66	27,54	8,50	24,35	5,38
LMšw	24	361,32	260,58	28,17	7,50	24,67	4,87
Klasa wieku							
2	12	189,14	93,89	19,92	4,10	17,63	2,90
3	12	271,29	105,99	25,33	5,65	23,99	1,49
4	12	408,12	324,90	31,67	5,79	28,11	2,57
5	12	518,47	331,76	34,50	6,87	28,31	3,34
Klasa Krafta							
I	16	543,02	359,99	33,94	7,70	26,19	5,07
II	16	287,15	148,26	27,75	6,14	24,66	5,10
III	16	210,10	86,56	21,88	4,77	22,67	4,75

przeźreniu wzrostu dwu pierwszych klas Krafta (drzew górujących i panujących) odznaczało się siedlisko BMšw, zaś przeźrenie drzew wspólpanujących osiągała wartości większe. Jednocześnie przeźrenie pojedynczego drzewa przyjmowała coraz mniejsze wskaźniki wraz z zajmowaniem gorszej pozycji drzewa w drzewostanie panujacym (tab. 3, ryc. 1e). Średnia przeźrenie pojedynczego modrzewia rosła z wiekiem we wszystkich klasach biosocjalnych. Największą przeźrenię wzrostu cechuje się klasa drzew górujących, mniejszą drzew panujących, a najmniejszą wspólpanujących. Najbardziej widoczne i pogłębione różnicowanie tej cechy przeźrenie wzrostu można zaobserwować w piątej klasie wieku (tab. 3, ryc. 1f). Przebieg profili obrazujących poszczególne interakcje (tak dwuczynnikowe, jak i trójczynnikowej) potwierdza brak istotnych statystycznie wpływów poszczególnych czynników – profile nie krzyżują się (ryc. 1d-g). Analizując kształtowanie się przeźrenie pojedynczego drzewa z wiekiem na obu siedliskach w badanych klasach drzewostanu panujacego nie stwierdzono krzyżowania się profili poszczególnych klas biosocjalnych (ryc. 1g).

Średnia pieršnica badanych drzew rośnie z wiekiem, osiągając u modrzewi z siedliska lasu mieszanego świeżego nieco większe wartości niż w warunkach boru mieszanego świeżego. Rośnie także z zajmowaniem wyższej pozycji biosocjalnej drzewa w drzewostanie (tab. 2). Grubość drzew na wysokości 1,3 m wzrasta z wiekiem w poszczególnych klasach Krafta (tab. 3). Modrzewie I klasy Krafta rosące na siedlisku LMšw są grubsze od wzrastających w warunkach BMšw do IV klasy wieku, zaś u najstarszych (V klasa wieku) drzewa górujące osiągnęły większą średnicę na uboższym siedlisku (tab. 4). W przypadku II klasy Krafta średnia pieršnica drzew na siedlisku LMšw jest większa niż na siedlisku BMšw od II do IV klasy wieku, a w V klasie średnie pieršnice badanych modrzewi zrównują się. U drzew wspólpanujących (III klasa Krafta) zrównanie pieršnicy analizowanych drzew dla obu siedlisk następuje wcześniej, bo w IV klasie wieku. Do tego momentu większą średnicę na 1,3 m cechują się modrzewie z bogatszego siedliska, po zrównaniu grubsze dominują na uboższym (tab. 4).

Analogicznie jak pieršnica, w zależności od wieku, żywności siedliska i pozycji drzewa w drzewostanie, kształtuje się wysokość modrzewi. Potwierdzono statystycznie istotny wpływ



Ryc. 1.

Profile efektów głównych
Principal effects profiles

- a) siedliskowego typu lasu – forest habitat type
- b) klasy wieku – age class
- c) klasy Krafta – Kraft's class
- d) interakcji dwuczynnikowej: STL×klasa wieku – interaction STL×age class
- e) interakcji dwuczynnikowej STL×klasa Krafta – interaction STL×Kraft's class
- f) interakcji dwuczynnikowej klasa wieku×klasa Krafta – interaction age class×Kraft's class
- g) interakcji trójczynnikowej STL×klasa wieku×klasa Krafta – interaction STL×age class×Kraft's class

Tabela 3.

Podstawowe charakterystyki statystyczne interakcji dwuczynnikowej dla przestrzeni pojedynczego drzewa, pierśnicy i wysokości

Basic statistical characteristics of interactions for single tree growth space, diameter and height

Poziom czynnika	N	ppd		d		h		
		[szt.]	\bar{x} [m ³]	s_{dx} [m ³]	\bar{x} [cm]	s_{dx} [cm]	\bar{x} [m]	s_{dx} [m]
STL×kl. wieku								
BMśw	2	6	156,70	79,85	19,17	3,87	16,70	2,62
BMśw	3	6	267,65	116,91	24,67	6,15	23,53	1,45
BMśw	4	6	399,11	294,80	31,00	5,76	28,77	2,14
BMśw	5	6	505,31	408,61	35,33	8,07	28,38	2,36
LMśw	2	6	221,57	102,43	20,67	4,55	18,55	3,09
LMśw	3	6	274,93	104,94	26,00	5,59	24,45	1,52
LMśw	4	6	417,12	380,97	32,33	6,28	27,45	2,98
LMśw	5	6	531,64	273,44	33,67	6,09	28,23	4,36
STL×kl. Krafta								
BMśw	I	8	497,96	399,41	33,75	8,99	26,19	5,52
BMśw	II	8	286,44	185,29	27,25	6,58	24,35	5,62
BMśw	III	8	212,18	105,02	21,63	5,40	22,50	5,03
LMśw	I	8	588,07	336,95	34,13	6,79	26,20	4,96
LMśw	II	8	287,87	113,01	28,25	6,07	24,98	4,89
LMśw	III	8	208,01	70,82	22,13	4,42	22,84	4,80
kl. wieku×kl. Krafta								
2	I	4	278,31	96,87	23,75	3,50	19,20	2,65
3	I	4	400,08	69,86	31,75	0,96	25,40	0,80
4	I	4	630,70	464,12	38,25	2,22	30,08	0,80
5	I	4	862,97	388,45	42,00	4,69	30,10	3,70
2	II	4	157,89	64,39	20,00	2,94	17,55	3,37
3	II	4	226,26	34,04	25,25	2,22	24,03	0,97
4	II	4	381,06	210,91	31,25	2,99	28,88	0,45
5	II	4	383,40	93,75	34,50	0,58	28,20	3,01
2	III	4	131,21	49,12	16,00	0,82	16,13	2,48
3	III	4	187,53	31,21	19,00	1,63	22,55	1,08
4	III	4	212,59	95,77	25,50	0,58	25,38	2,74
5	III	4	309,05	53,50	27,00	0,82	26,63	3,19

klasy wieku drzew oraz ich pozycji w strukturze biosocjalnej drzewostanu na wysokość modrzewi (tab. 1). Średnia wysokość drzew rośnie z wiekiem drzewostanów. Nieznacznie wyższe okazały się modrzewie z bogatszego siedliska (LMśw). Także wyższa pozycja biosocjalna wiąże się z wyższą wysokością drzewa (tab. 2). Średnie wysokości drzew górujących są większe na siedlisku LMśw w dwu młodszych klasach wieku, zaś w dwu starszych – III i IV – większe na siedlisku uboższym – BMśw. Podobnie kształtują się z wiekiem wysokości w II klasie Krafta. Jednak w najmłodszych drzewostanach wysokości drzew panujących LMśw (II klasa Krafta) przewyższają wysokości drzew górujących (I klasa Krafta) uboższego siedliska (tab. 4). Analogicznie drzewa współpanujące LMśw przewyższają panujące BMśw pod względem średniej wysokości, z wyjątkiem IV klasy wieku. W drugiej klasie wieku także drzewa współpanujące na bogatszym siedlisku cechują się wyższą wysokością od panujących siedliska uboższego (tab. 4).

Tabela 4.

Podstawowe charakterystyki statystyczne interakcji trójzynnkowej dla przestrzeni pojedynczego drzewa, pierśnicy i wysokości

Basic statistical characteristics of multivariate interactions for single tree growth space, diameter and height

Poziom czynnik	N	<i>ppd</i>		<i>d</i>		<i>h</i>	
		[szt.]	\bar{x} [m ³]	s_{dx} [m ³]	\bar{x} [cm]	s_{dx} [cm]	\bar{x} [m]
BMśw 2 I	2	215,16	79,62	22,50	3,54	18,35	1,77
BMśw 3 I	2	397,86	104,02	31,50	0,71	25,00	1,13
BMśw 4 I	2	526,09	463,39	37,00	2,83	30,65	0,64
BMśw 5 I	2	852,74	671,92	44,00	7,07	30,75	1,20
BMśw 2 II	2	150,33	100,16	19,50	3,54	16,45	3,61
BMśw 3 II	2	220,49	57,70	24,50	2,12	23,30	0,71
BMśw 4 II	2	422,82	344,46	30,50	4,95	29,10	0,00
BMśw 5 II	2	352,10	129,41	34,50	0,71	28,55	0,21
BMśw 2 III	2	104,62	56,29	15,50	0,71	15,30	2,97
BMśw 3 III	2	184,60	45,12	18,00	1,41	22,30	1,13
BMśw 4 III	2	248,43	149,56	25,50	0,71	26,55	2,33
BMśw 5 III	2	311,07	52,72	27,50	0,71	25,85	1,48
LMśw 2 I	2	341,47	76,53	25,00	4,24	20,05	3,89
LMśw 3 I	2	402,31	61,65	32,00	1,41	25,80	0,14
LMśw 4 I	2	735,31	622,66	39,50	0,71	29,50	0,42
LMśw 5 I	2	873,20	28,00	40,00	0,00	29,45	6,15
LMśw 2 II	2	165,44	46,67	20,50	3,54	18,65	4,03
LMśw 3 II	2	232,02	3,77	26,00	2,83	24,75	0,49
LMśw 4 II	2	339,30	88,47	32,00	0,00	28,65	0,64
LMśw 5 II	2	414,70	75,51	34,50	0,71	27,85	5,16
LMśw 2 III	2	157,81	35,21	16,50	0,71	16,95	2,62
LMśw 3 III	2	190,46	29,19	20,00	1,41	22,80	1,41
LMśw 4 III	2	176,75	2,08	25,50	0,71	24,20	3,39
LMśw 5 III	2	307,04	76,09	26,50	0,71	27,40	5,09

Dyskusja

Wyniki analizy kształtowania się wybranych miar przestrzeni wzrostu pojedynczego drzewa w drzewostanach sosnowych potwierdzają związek ich wielkości z wiekiem drzewostanów. Wielkość badanych cech przestrzeni wzrostu zwiększała się z wiekiem drzew. Przestrzeń pojedynczego drzewa u 88-letnich sosen była około trzykrotnie większa od ustalonej dla drzew 50-letnich i zasadniczo malała z pogarszaniem się biosocjalnego stanowiska drzewa [Kaźmierczak 2009, 2010]. Przestrzeń pojedynczego dębu była większa niż sosny. Największą różnicę pomiędzy dębem a sosną odnotowano u drzew górujących. Malała ona z pogarszaniem stanowiska drzewa [Kaźmierczak, Stosik 2008; Kaźmierczak 2009, 2010].

Średnia przestrzeń pojedynczego modrzewia jest większa od średniej przestrzeni pojedynczej sosny. Z wiekiem różnice te maleją, a rosą z pogarszaniem się pozycji biosocjalnej drzewa w drzewostanie. Przestrzeń wzrostu modrzewia drzewostanu panującego trzeciej klasy wieku przewyższa dwukrotnie przestrzeń 50-letniej sosny drzewostanu panującego. W odniesieniu do drzew górujących i panujących ta różnica stanowi tylko 1,6-krotność, zaś u drzew współpanujących 2,2-krotność [Kaźmierczak 2010]. W przypadku drzew piątej klasy wieku

przewaga modrzewia maleje i dla całego drzewostanu panującego stanowi tylko 1,3-krotność [Kaźmierczak 2009].

Przestrzeń pojedynczego 135-letniego dębu znacząco różni się od przestrzeni pojedynczego modrzewia analizowanych klas wieku. Z rosnącym wiekiem modrzewia różnice maleją [Kaźmierczak, Stosik 2008]. Średnia przestrzeń pojedynczego 135-letniego dębu drzewostanu panującego przewyższa modrzew ponad sześciokrotnie w II klasie wieku. Dęby górujące natomiast mają przewagę aż dwunastokrotną nad modrzewiami I klasy Krafta w tym wieku. W odniesieniu do modrzewi V klasy wieku wielkość tej cechy przestrzeni wzrostu u dębu wynosi tylko 2,3-krotność w drzewostanie panującym, a u samych drzew górujących dochodzi do czterokrotności na korzyść górującego dębu [Kaźmierczak, Stosik 2008].

Wnioski

- ✦ Mimo że przestrzeń pojedynczego drzewa osiąga nieco większe wartości na siedlisku lasu mieszanego świeżego niż boru mieszanego świeżego, to nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu badanych siedlisk na tę miarę przestrzeni wzrostu.
- ✦ Przeprowadzona analiza wykazała istotny statystycznie wpływ wieku drzewostanu na wielkość przestrzeni pojedynczego drzewa.
- ✦ Pozycja biosocjalna modrzewia w drzewostanie w istotny statystycznie sposób wpływa na wielkość przestrzeni pojedynczego drzewa.
- ✦ Stwierdzono istotny statystycznie wpływ wieku i pozycji biosocjalnej drzewa na wielkość cech pomiarowych – pierśnicy i wysokości.
- ✦ Siedliskowy typ lasu nie wpłynął istotnie na grubość i wysokość badanych drzew.

Literatura

- Assmann E. 1968. Nauka o produktywności lasu. PWRiL, Warszawa.
- Borowski M. 1974. Przyrost drzew i drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2007. Reakcja przyrostowa świerka w powiązaniu ze stopniem uszkodzenia korony. Sylwan 151 (11): 22-34.
- Dmyterko E. 1994. Metody określania stopnia uszkodzenia drzewostanów sosnowych przez emisje przemysłowe. Prace IBL 782: 128-155.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2007a. Kryteria określania uszkodzenia świerka. Sylwan 151 (6): 12-23.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2007b. Drzewostanowa metoda określania uszkodzenia świerka. Sylwan 151 (6): 24-33.
- Dubravac T. 1998. Istraživanje strukture krosanja hrasta lužnjaka i običnoga graba u zajednici (*Carpino betuli-Quercetum roboris*). (Anić 1959 Raus 1969). Rad. Sum. Inst. 33 (2): 61-102.
- Dubravac T. 1999. Utjecaj broja stabala na promjer krošnje hrasta lužnjaka u zajednici (*Carpino betuli-Quercetum roboris*). Anić ex Rauš 1969). Radovi 34 (2): 23-37.
- Dubravac T. 2003. Dinamika razvoja promjera krošanja hrasta lužnjaka i običnoga graba ovisno o prsnom promjeru i dobi. Radovi 38 (1): 35-54.
- Dubravac T. 2004. Dinamika razvoja dužina krošanja hrasta lužnjaka i običnoga graba ovisno o prsnom promjeru i dobi. Radovi 39 (1): 51-69.
- Dubravac T. Krejci V. 1993. Ovisnost promjera horizontale projekcije krosanja hrasta lužnjaka o totalnim visinama stabala pojedinih dobnih razreda ekološko-gospodarkog tipa II-G-10. (*Carpino betuli-Quercetum roboris*). (Anić/emend. Raus 1969). Rad. Sum. Inst. 28 (1/2): 79-89.
- Dudek A. 1969. Zależność intensywności przyrostu miąższości i przyrostu pierśnicy od wielkości korony. Pol. For. Pol. Seria A 15: 149-169.
- Gruber F. 1987. Das Verzweigungssystem und der Nadelfall der Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.] als Grundlage zur Beurteilung von Waldschäden. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben, Reihe A 26.
- Gruber F. 1992. Dynamik und Regeneration der Gehölze. Baumarchitektur auf ökologisch-dynamischer Grundlage und zur Bioindikation am Beispiele der Europäischen Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.], Weisstanne (*Abies alba* Mill.), Douglassie (*Pseudotsuga menziesii* Franco) und Europäischen Lärche (*Larix decidua* Mill.). Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe A 86/Teil I.
- Hemery G. E., Savill P. S., Pryor S. N. 2005. Application of the crown diameter-stem diameter relationship for different species of broadleaved trees. Forest Ecology and Management 215 (1/3): 285-294.

- Kaźmierczak K. 2009. Wybrane miary przestrzeni wzrostu pojedynczego drzewa w bliskorębnym drzewostanie sosnowym. Sylwan 153 (5): 298-303.
- Kaźmierczak K. 2010. Kształtowanie się wybranych cech przestrzeni wzrostu pojedynczego drzewa w 50-letnim drzewostanie sosnowym. Sylwan 154 (4): 267-274.
- Kaźmierczak K., Stosik M. 2008. Analiza wybranych cech przestrzeni wzrostu pojedynczego drzewa na przykładzie 135-letniego drzewostanu dębowego. Sylwan 152 (2): 3-9.
- Lemke J. 1966. Korona jako kryterium oceny dynamiki wzrostowej drzew w drzewostanie sosnowym. Fol. For. Pol. Seria A 12: 185-236.
- Mayer R. 1958. Kronengröße und Zuwachsleistung der Traubeneiche auf süddeutschen Standorten. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung.
- Miś R., Sugiero D. 2004. Jednostkowe pole i przestrzeń drzew młodego pokolenia w dwugeneracyjnej buczynie karpackiej. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 3 (1): 25-39.
- Zajączkowski J. 1973. Przyrost miąższości w klasach biosocjalnych starszych drzewostanów sosnowych. Sylwan 117 (1): 1-10.

SUMMARY

Single tree space in a dominant stand in relation to age and forest habitat type on the example of larch (*Larix decidua* Mill.)

The study presents the results of the multivariate analysis of variance of one characteristic of single tree growth space. The study involved larch trees of Kraft's class I, II and III (dominant stand) in the stands of different age classes growing in the fresh mixed coniferous (BMśw) and fresh mixed broadleaved (LMśw) forest habitats. For each tree the growth space was adopted as a measure of growth – $ppd = \rho_k \cdot h$ [m³]. The research material consisted of measurements of 48 larch trees, from 16 stands growing in the fresh mixed coniferous and fresh mixed broadleaved forests. Sample trees were selected from the successive four age classes starting with class II in accordance with Hartig's method assumptions. Three sample trees with properly developed crowns were selected from each stand. The crown projection area was calculated as the area of a circle with a radius equal to the average radius of the crown. By contrast, the average crown radius was established after crown projection in the four main geographical directions. The real height was determined after the felling of trees. The space occupied by a single tree was calculated for each larch tree as the volume of a cylinder with a height equal to the height of a tree, while the base area was based on the average crown radius. Basic statistical characteristics were established. The three-way analysis of variance was performed assessing the statistical significance of the impact of forest habitat type, age and biosocial position of trees in a stand. A similar analysis was done for two basic measurement characteristics of trees – diameter at breast height and height.

Single tree space reaches higher values in the fresh mixed broadleaved forest compared to the fresh mixed coniferous forest. No statistically significant effect was found of the examined habitats on this measure of the growth area. The performed analysis showed a statistically significant effect of stand age on the size of the tree growth area. The biosocial position of larch in a stand statistically significantly affects the size of the tree growth area. Statistically significant impact was found of stand age and biosocial position of a tree on measurement characteristics – diameter at breast height and height. Habitat type had no effect on the diameter and height of the examined trees.