

KATARZYNA KAŻMIERCZAK, MARCIN NAWROT, WITOLD PAZDROWSKI,
TOMASZ NAJGRAKOWSKI, AGNIESZKA JĘDRASZAK

Kształtowanie się smukłości modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.) w zależności od siedliska, wieku i pozycji biosocjalnej

Effect of forest habitat type, age and biosocial position on the slenderness
of European larch (*Larix decidua* Mill.)

ABSTRACT

Kaźmierczak K., Nawrot M., Pazdrowski W., Najgrakowski T., Jędraszak A. 2011. Kształtowanie się smukłości modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.) w zależności od siedliska, wieku i pozycji biosocjalnej. Sylwan 155 (7): 472-481.

The study presents the results of MANOVA of tree slenderness. The study material comprised 72 larch trees in a dominant stand of different age classes growing in fresh mixed coniferous (BMśw), fresh mixed deciduous (LMśw) and fresh deciduous (Lśw) forest habitats. The slenderness of each larch tree was calculated as the ratio of tree height [m] to breast height diameter [cm]. Basic statistical characteristics were also established. A 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 the stand. A similar analysis was done for two basic measurement characteristics of trees – breast height diameter and height.

KEY WORDS

slenderness, forest habitat types, biosocial position, larch

ADDRESSES

Katarzyna Kaźmierczak ⁽¹⁾ – e-mail: kasiakdendro@wp.pl
Marcin Nawrot ⁽²⁾ – e-mail: marcin.nawrot@up.poznan.pl
Witold Pazdrowski ⁽²⁾ – e-mail: kul@up.poznan.pl
Tomasz Najgrakowski ⁽¹⁾ – e-mail: dentomn@up.poznan.pl
Agnieszka Jędraszak ⁽²⁾ – e-mail: topola@up.poznan.pl

⁽¹⁾ Zakład Dendrometrii i Produkcji Lasu; Uniwersytet Przyrodniczy; ul. Wojska Polskiego 71C; 60-625 Poznań

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

Wstęp

Smukłość drzewa jest jedną z cech kształtu przekroju podłużnego pnia, a obliczana jest jako iloraz wysokości drzewa [m] do jego pierśnicy [cm] [Bruchwald 1999; Grochowski 1973; Jaworski 2004]. Współczynnik smukłości uznawany jest za jedną z miar stabilności drzew, a jego wartość średnia – za miernik stabilności drzewostanu. Smukłość jest też wskaźnikiem odporności drzew na uszkodzenia powodowane przez śnieg i wiatr. Sosna, gatunek panujący i gospodarczo najważniejszy w naszym kraju, uznawana jest za względnie odporną [Zajączkowski 1991]. W Polsce współczynniki smukłości badano u sosny [Rymer-Dudzińska 1992a, b], świerka [Orzeł, Socha 1999; Kaźmierczak i in. 2008b], dębu [Kaźmierczak i in. 2008a, 2009], drzewostanów dębowych i bukowych [Rymer-Dudzińska, Tomusiak 2000] oraz wielu gatunków drzew z Puszczy Niepoł-

mickiej [Orzeł 2007]. Smukłość drzewa była ponadto cechą decydującą o wyborze drzew próbnych [Orzeł, Socha 1999]. Znalazła się także w obszarze badań Pollanschütza, który sugerował uwzględnianie tej cechy przy wyznaczaniu drzew dorodnych [Rymer-Dudzińska 1992a].

Celem pracy jest analiza smukłości modrzewi drzewostanu panującego w drzewostanach różnych klas wieku, wzrastających w różnych warunkach siedliskowych.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowią wyniki pomiaru 72 modrzewi, pochodzących z 24 drzewostanów wzrastających w warunkach boru mieszanego świeżego (osiem drzewostanów), lasu mieszanego świeżego (osiem) oraz lasu świeżego (osiem). Badaniami objęto drzewostany rosnące na terenie Nadleśnictw Choszczno i Nowogard (RDLP Szczecin), Babimost (RDLP Zielona Góra) oraz Gołębki (RDLP Toruń), gdzie modrzew występował 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 [Lemke 1966]. Rzeczywistą wysokość ustalono po ścięciu drzew. Dla każdego modrzewia obliczono współczynnik smukłości. Ustalono podstawowe charakterystyki statystyczne tej cechy. Przeprowadzono trójczynnиковą 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 wieku i pozycji biosocjalnej drzewa na wielkość współczynnika smukłości. Natomiast siedliskowy typ lasu w sposób istotny nie różnicował tej cechy kształtu przekroju podłużnego strzały modrzewia. Zaobserwowano istotną interakcję siedliska i wieku, która wynikała z wpływu wieku na smukłość. Nie odnotowano istotnych interakcji wynikających z wpływu wieku czy pozycji drzewa w drzewostanie panującym tak na poziomie dwuczynnиковym, jak i trójczynnиковym (tab. 1). Na pierśnicę badanych modrzewi wpływała zarówno pozycja biosocjalna drzewa, jego wiek, jak i siedlisko. W odniesieniu do wysokości, ustalono istotny wpływ jedynie wieku i pozycji drzewa w strukturze pionowej drzewostanu.

Średnia arytmetyczna smukłość osiąga najmniejszą wartość na siedlisku lasu świeżego (0,85), nieco większą na siedlisku lasu mieszanego świeżego (0,90) i boru mieszanego świeżego (0,91). Brak istotnych statystycznie różnic ze względu na siedlisko wyraźnie obrazuje rycina 1a. Współczynnik smukłości maleje z wiekiem, zaś wzrasta z pogarszaniem się pozycji drzewa w strukturze pionowej drzewostanu (tab. 2, ryc. 1b, c). Najmniejszą średnią smukłością charakteryzowały się modrzewie najstarsze (0,82), a największą trzeciej klasy wieku (0,93). Drzewa I klasy Krafca cechowała najmniejsza średnia smukłość 0,78, która u drzew współpanujących (III klasy) osiągała aż 1,01.

W rozpatrywanych typach siedliskowych lasu zasadniczo smukłość modrzewia maleje z wiekiem, a krzywe obrazujące ten spadek układają się równolegle w przypadku trzeciej i czwartej klasy wieku. Największe wartości smukłości osiąga w tych klasach wieku na siedlisku boru mieszanego świeżego, mniejsze na siedlisku lasu mieszanego świeżego, a najmniejsze na siedlisku lasu świeżego (tab. 3, ryc. 1d). W innej kolejności smukłość układa się w skrajnych klasach wieku. U drzew najmłodszych jest odwrotna. U drzew najstarszych najmniejszą smukłością cechują się modrzewie na siedlisku Lśw, a największą – LMśw (tab. 3, ryc. 1d).

Tabela 1.

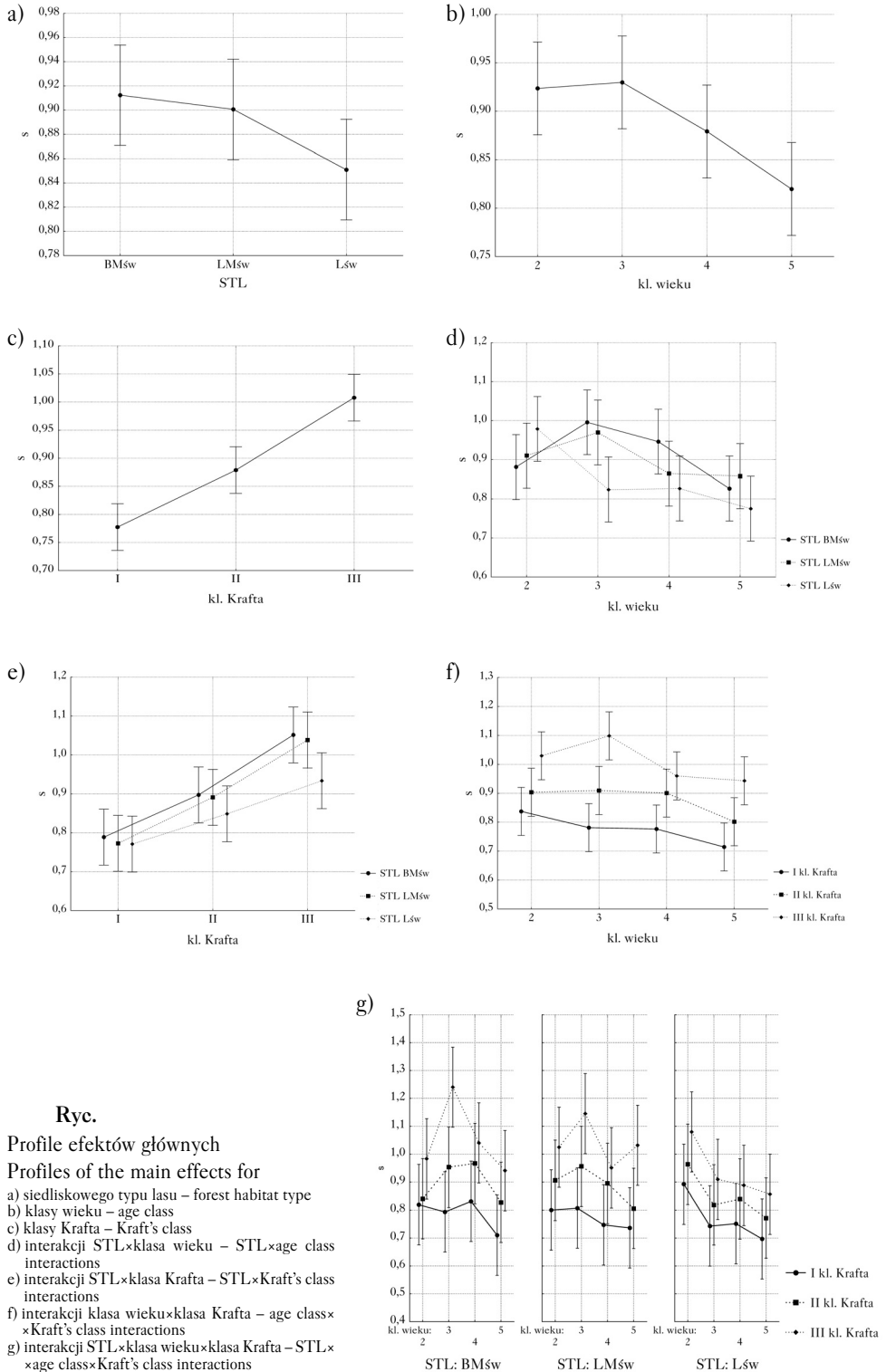
Wpływ siedliskowego typu lasu, klasy wieku i klasy biosocjalnej na smukłość, pierśnicę i wysokość badanych modrzewi

The impact of forest habitat type, age class and biosocial position of trees on the slenderness, breast height diameter and height of the examined larches

Źródło zmienności		Suma kwadratów odchyłeń	Stopnie swobody	Średni kwadrat odchyłeń	F	p-wartość
Smukłość						
Wyraz wolny		56,77518	1	56,77518	5657,639	0,00
Efekty główne	STL	0,05104	2	0,02552	2,543	0,09
	klasa wieku	0,13929	3	0,04643	4,627	0,01
	klasa biosocjalna	0,63952	2	0,31976	31,864	0,00
Interakcje	STL×kl.wieku	0,14798	6	0,02466	2,458	0,04
	STL×kl.biosocjalna	0,02845	4	0,00711	0,709	0,59
	kl.wieku×kl.biosocjalna	0,04508	6	0,00751	0,749	0,61
	STL×kl.wieku× ×kl.biosocjalna	0,03587	12	0,00299	0,298	0,99
Błąd		0,36126	36	0,01004		
Pierśnica						
Wyraz wolny		60 726,13	1	60 726,13	3935,446	0,00
Efekty główne	STL	207,75	2	103,88	6,732	0,00
	klasa wieku	2651,26	3	883,75	57,273	0,00
	klasa biosocjalna	1509,08	2	754,54	48,899	0,00
Interakcje	STL×kl.wieku	117,69	6	19,62	1,271	0,29
	STL×kl.biosocjalna	19,17	4	4,79	0,311	0,87
	kl.wieku×kl.biosocjalna	67,69	6	11,28	0,731	0,63
	STL×kl.wieku× ×kl.biosocjalna	16,72	12	1,39	0,090	1,00
Błąd		555,50	36	15,43		
Wysokość						
Wyraz wolny		44 700,50	1	44 700,50	6536,754	0,00
Efekty główne	STL	25,28	2	12,64	1,848	0,17
	klasa wieku	1268,09	3	422,70	61,813	0,00
	klasa biosocjalna	124,76	2	62,38	9,122	0,00
Interakcje	STL×kl.wieku	27,76	6	4,63	0,677	0,67
	STL×kl.biosocjalna	3,29	4	0,82	0,120	0,97
	kl.wieku×kl.biosocjalna	6,08	6	1,01	0,148	0,99
	STL×kl.wieku× ×kl.biosocjalna	8,59	12	0,72	0,105	1,00
Błąd		246,18	36	6,84		

Smukłość wzrasta z pogarszaniem się pozycji biosocjalnej drzew rosnących na wszystkich badanych siedliskach. Każdorazowo największe wartości osiągała na siedlisku boru mieszanego świeżego, zaś najmniejsze na siedlisku lasu świeżego (tab. 3, ryc. 1e). Zasadniczo z wiekiem smukłość modrzewi z rozpatrywanych klas drzewostanu panującego malała, każdorazowo osiągając największe wartości u modrzewi współpanujących (III klasa Krafta), a najmniejsze u górujących (tab. 3, ryc. 1f). Przebieg profili obrazujących interakcje trójczynnikiowe potwierdza brak istotnego wpływu analizowanych czynników, profile nie krzyżują się (tab. 4, ryc. 1g).

Średnia pierśnica modrzewi rośnie z wiekiem drzew, osiąga także coraz większe wartości z polepszaniem się pozycji drzewa w drzewostanie, największe wartości uzyskując na siedlisku



Ryc.

Profile efektów głównych

Profiles of the main effects for

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

Tabela 2.

Podstawowe charakterystyki statystyczne efektów głównych smukłości (s), pierśnicy (d) i wysokości (h) badanych modrzewi

Basic statistical characteristics of the main effects of slenderness (s), breast height diameter (d) and height (h) of the examined larches

Poziom czynnik	N [szt.]	s		d [cm]		h [m]	
		\bar{x}	s_{dx}	\bar{x}	s_{dx}	\bar{x}	s_{dx}
STL							
BMśw	24	0,91	0,15	27,54	8,50	24,35	5,38
LMśw	24	0,90	0,15	28,17	7,50	24,67	4,87
Lśw	24	0,85	0,13	31,42	9,28	25,73	4,53
Klasa wieku							
2	18	0,92	0,12	19,94	3,83	18,21	2,98
3	18	0,93	0,18	27,56	6,66	24,55	1,55
4	18	0,88	0,12	32,56	6,02	28,04	2,38
5	18	0,82	0,13	36,11	7,17	28,87	3,01
Klasa Krafta							
I	24	0,78	0,09	34,75	8,64	26,48	4,86
II	24	0,88	0,09	28,83	6,88	25,00	4,86
III	24	1,01	0,14	23,54	6,01	23,26	4,66

lasu świeżego (tab. 2). Z zajmowaniem wyższych pozycji biosocjalnych rośnie grubość modrzewia na badanych siedliskach, osiągając największe wartości na siedlisku lasu świeżego, a najmniejsze na siedlisku boru mieszanego świeżego (tab. 3). Średnia pierśnica rośnie z wiekiem we wszystkich klasach Krafta, uzyskując najwyższe grubości u modrzewi górujących, na wszystkich omawianych siedliskach (tab. 4).

Analogicznie jak pierśnica, w zależności od wieku, żyzności siedliska i pozycji drzewa w drzewostanie, kształtuje się wysokość modrzewi. Potwierdzono istotny statystycznie wpływ wieku drzew oraz pozycji drzewa w strukturze biosocjalnej drzewostanu na wysokość modrzewi (tab. 1). Nieznacznie wyższe drzewa wzrastały w warunkach lasu świeżego, a najniższe na BMśw. Średnia wysokość rośnie z wiekiem drzewostanów, także wyższa pozycja biosocjalna wiąże się z wyższą wysokością drzewa (tab. 2). Z pogarszaniem się pozycji drzewa wysokość osiąga niższe wartości, jednocześnie osiągając każdorazowo nieco większe wartości na siedlisku lasu świeżego, mniejsze na siedlisku lasu mieszanego świeżego i najmniejsze na najuboższym siedlisku (tab. 3). Średnia wysokość rośnie z wiekiem we wszystkich klasach drzewostanu panującego, przy czym każdorazowo najwyższymi są modrzewie górujące. Obserwujemy to na wszystkich badanych siedliskach (tab. 4).

Dyskusja

Współczynnik smukłości uznawany jest za miarę stabilności drzew. Burschel i Huss [1997] w odniesieniu do drzew iglastych przyjęli następującą skalę wartości:

- drzewa bardzo niestabilne – smukłość powyżej 1,00,
- drzewa niestabilne – smukłość od 0,80 do 1,00,
- drzewa stabilne – smukłość poniżej 0,80,
- drzewa rosnące w odosobnieniu (pojedynczo) – smukłość poniżej 0,45.

Na tle tego podziału badane modrzewie można zaliczyć do drzew stabilnych.

W drzewostanach sosnowych ze wzrostem wieku, przeciętnej pierśnicy i wysokości drzewostanu średnia smukłość drzew malała, zaś rosła przy wroście zagęszczenia i klasy bonitacji.

Tabela 3.

Podstawowe charakterystyki statystyczne interakcji dwuczynnikowej smukłości (s), pierśnicy (d) i wysokości (h) badanych modrzewi

Basic statistical characteristics of two-way interactions for slenderness (s), breast height diameter (d) and height (h) of the examined larches

Poziom czynnika	N [szt.]	s		d [cm]		h [m]		
		\bar{x}	s_{dx}	\bar{x}	s_{dx}	\bar{x}	s_{dx}	
STL×klasa wieku								
BMśw	2	6	0,88	0,11	19,17	3,87	16,70	2,62
BMśw	3	6	1,00	0,20	24,67	6,15	23,53	1,45
BMśw	4	6	0,95	0,13	31,00	5,76	28,77	2,14
BMśw	5	6	0,83	0,13	35,33	8,07	28,38	2,36
LMśw	2	6	0,91	0,11	20,67	4,55	18,55	3,09
LMśw	3	6	0,97	0,17	26,00	5,59	24,45	1,52
LMśw	4	6	0,86	0,12	32,33	6,28	27,45	2,98
LMśw	5	6	0,86	0,18	33,67	6,09	28,23	4,36
Lśw	2	6	0,98	0,13	20,00	3,58	19,38	3,02
Lśw	3	6	0,82	0,13	32,00	6,72	25,67	1,00
Lśw	4	6	0,83	0,09	34,33	6,62	27,90	2,16
Lśw	5	6	0,77	0,08	39,33	7,23	29,98	2,01
STL×klasa Krafta								
BMśw	I	8	0,79	0,08	33,75	8,99	26,19	5,52
BMśw	II	8	0,90	0,09	27,25	6,58	24,35	5,62
BMśw	III	8	1,05	0,14	21,63	5,40	22,50	5,03
LMśw	I	8	0,77	0,07	34,13	6,79	26,20	4,96
LMśw	II	8	0,89	0,08	28,25	6,07	24,98	4,89
LMśw	III	8	1,04	0,13	22,13	4,42	22,84	4,80
Lśw	I	8	0,77	0,11	36,38	10,68	27,06	4,68
Lśw	II	8	0,85	0,10	31,00	8,16	25,69	4,59
Lśw	III	8	0,93	0,12	26,88	7,12	24,45	4,55
Klasa wieku×klasa Krafta								
2	I	6	0,84	0,05	23,67	3,14	19,82	2,94
3	I	6	0,78	0,08	33,50	5,24	25,82	1,01
4	I	6	0,78	0,07	38,67	4,50	29,78	1,48
5	I	6	0,71	0,10	43,17	5,78	30,52	3,21
2	II	6	0,90	0,08	20,00	2,37	18,15	3,18
3	II	6	0,91	0,10	27,33	4,27	24,52	1,09
4	II	6	0,90	0,09	32,00	3,41	28,58	1,16
5	II	6	0,80	0,07	36,00	3,46	28,77	2,62
2	III	6	1,03	0,13	16,17	0,75	16,67	2,34
3	III	6	1,10	0,17	21,83	4,83	23,32	1,48
4	III	6	0,96	0,11	27,00	3,03	25,75	2,33
5	III	6	0,94	0,11	29,17	3,43	27,32	2,74

Zależność współczynnika smukłości od wspomnianych cech przyjmowała kształt prostoliniowy. Najsilniej związana była z wiekiem ($-0,844$) i przeciętną pierśnicą drzewostanu ($-0,823$), słabiej z jego wysokością ($-0,671$) i zagęszczeniem ($0,401$), a słabo z bonitacją ($0,175$) [Rymer-Dudzińska 1992b]. Z pogarszaniem się klasy Krafta smukłość sosen rosła. Przeciętnie w klasie Va była o 50% większa od klasy I. Średnia smukłość sosen I i II klasy wahała się w granicach od 0,79 w drzewostanie najstarszym do 1,12 w najmłodszym. W kolejnych klasach biosocjalnych smukłość poszczególnych drzew wahała się w znacznie szerszych granicach. Średnia smukłość

Tabela 4.

Podstawowe charakterystyki statystyczne interakcji trójczynnikowej smukłości (s), pierśnicy (d) i wysokości (h) badanych modrzewi

Basic statistical characteristics of three-way interactions for slenderness (s), breast height diameter (d) and height (h) of the examined larches

Poziom czynnika	N [szt.]	s		d [cm]		h [m]	
		\bar{x}	s_{dx}	\bar{x}	s_{dx}	\bar{x}	s_{dx}
BMśw 2 I 2	0,82	0,05	22,50	3,54	18,35	1,77	
BMśw 3 I 2	0,79	0,02	31,50	0,71	25,00	1,13	
BMśw 4 I 2	0,83	0,08	37,00	2,83	30,65	0,64	
BMśw 5 I 2	0,71	0,14	44,00	7,07	30,75	1,20	
BMśw 2 II 2	0,84	0,03	19,50	3,54	16,45	3,61	
BMśw 3 II 2	0,95	0,05	24,50	2,12	23,30	0,71	
BMśw 4 II 2	0,97	0,16	30,50	4,95	29,10	0,00	
BMśw 5 II 2	0,83	0,02	34,50	0,71	28,55	0,21	
BMśw 2 III 2	0,98	0,15	15,50	0,71	15,30	2,97	
BMśw 3 III 2	1,24	0,03	18,00	1,41	22,30	1,13	
BMśw 4 III 2	1,04	0,06	25,50	0,71	26,55	2,33	
BMśw 5 III 2	0,94	0,08	27,50	0,71	25,85	1,48	
LMśw 2 I 2	0,80	0,02	25,00	4,24	20,05	3,89	
LMśw 3 I 2	0,81	0,04	32,00	1,41	25,80	0,14	
LMśw 4 I 2	0,75	0,02	39,50	0,71	29,50	0,42	
LMśw 5 I 2	0,74	0,15	40,00	0,00	29,45	6,15	
LMśw 2 II 2	0,91	0,04	20,50	3,54	18,65	4,03	
LMśw 3 II 2	0,96	0,09	26,00	2,83	24,75	0,49	
LMśw 4 II 2	0,90	0,02	32,00	0,00	28,65	0,64	
LMśw 5 II 2	0,81	0,13	34,50	0,71	27,85	5,16	
LMśw 2 III 2	1,02	0,11	16,50	0,71	16,95	2,62	
LMśw 3 III 2	1,15	0,15	20,00	1,41	22,80	1,41	
LMśw 4 III 2	0,95	0,16	25,50	0,71	24,20	3,39	
LMśw 5 III 2	1,03	0,16	26,50	0,71	27,40	5,09	
Lśw 2 I 2	0,89	0,04	23,50	3,54	21,05	4,17	
Lśw 3 I 2	0,74	0,17	37,00	9,90	26,65	1,06	
Lśw 4 I 2	0,75	0,10	39,50	9,19	29,20	2,83	
Lśw 5 I 2	0,70	0,08	45,50	9,19	31,35	2,90	
Lśw 2 II 2	0,96	0,11	20,00	1,41	19,35	3,46	
Lśw 3 II 2	0,82	0,12	31,50	4,95	25,50	0,42	
Lśw 4 II 2	0,84	0,06	33,50	4,95	28,00	2,26	
Lśw 5 II 2	0,77	0,06	39,00	5,66	29,90	1,84	
Lśw 2 III 2	1,08	0,19	16,50	0,71	17,75	2,33	
Lśw 3 III 2	0,91	0,09	27,50	3,54	24,85	0,64	
Lśw 4 III 2	0,89	0,07	30,00	4,24	26,50	1,70	
Lśw 5 III 2	0,86	0,02	33,50	0,71	28,70	1,13	

drzew drzewostanu panującego była nieco wyższa od średniej uzyskanej dla drzew górujących i panujących, a jednocześnie wyraźnie niższa od smukłości drzewostanu opanowanego oraz średniej dla całego drzewostanu [Rymer-Dudzińska 1992a].

Badania smukłości świerków Środkowych wykazały, iż malała ona ze wzrostem wieku, pierśnicy, wysokości i miąższości. Najsilniejszy związek stwierdzono z pierśnicą ($-0,883$) i miąższością ($-0,807$), słabszy z wiekiem ($-0,695$) i wysokością ($-0,584$) [Kaźmierczak i in. 2008b]. W przypadku świerka z Beskidów Zachodnich stwierdzono, iż zmienia się ona także

w zależności od ich położenia nad poziomem morza. Świerki rosnące w niższych partiach gór cechowały się na ogół większą smukłością. Uzyskane wyniki wskazały na odmienną dynamikę przyrostu grubości w stosunku do przyrostu wysokości, które zależą od położenia drzewostanów nad poziomem morza. Duży spadek smukłości drzew ze wzrostem wysokości ich położenia miał miejsce pomiędzy wzniesieniem 1000 i 1200 m. Odmienność dynamiki przyrostu na grubość i przyrostu na wysokość w tym przedziale wysokości wynikać może z naturalnego przystosowania do pogarszających się warunków wzrostu [Orzeł, Socha 1999].

W drzewostanach bukowych smukłość wahała się od 0,70 do 1,27, a ich średnia wyniosła 0,93. W drzewostanach dębowych smukłość występowała w szerszych granicach od 0,56 do 1,36, ze średnią 0,81. Smukłość drzewostanów bukowych w największym stopniu zależy od przeciętnej pierśnicy (−0,797), dalej od wieku (−0,603), wysokości (−0,435) oraz procentu grubości kory (0,402), nie zależy zaś od procentu długości korony. Dla drzewostanów dębowych uzyskano podobne wyniki, jednak zależności były silniejsze. Z przeciętną pierśnicą smukłość była skorelowana na poziomie −0,913, z wiekiem −0,835, długością grubizny −0,730, wysokością −0,679. Nie stwierdzono zależności smukłości od procentu długości korony oraz procentu grubości kory na pierśnicy [Rymer-Dudzińska, Tomusiak 2000].

U dębów w wieku od 41 do 148 lat współczynnik smukłości wahał się w szerokich granicach od 0,56 do 1,32, ze średnią 0,84. Analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie smukłości ze względu na stanowisko biosocjalne. Najmniejszą średnią smukłością charakteryzowały się dęby I klasy Krafta, zaś największą średnią drzewa z klasy III. Średnia smukłość dębów z II klasy Krafta równa była średniej smukłości obliczonej dla wszystkich drzew. W największym stopniu smukłość skorelowana była z pierśnicą w korze (−0,804) i bez kory (−0,798), dalej z pierśnicowym polem powierzchni przekroju (−0,738) i podwójną grubością kory na pierśnicy (−0,743). Nieco słabiej zależała od klasy Krafta (0,672), miąższości (−0,653) i wieku (−0,601). Najmniejszą moc korelacji stwierdzono pomiędzy smukłością a wysokością (−0,432). Ze wzrostem wszystkich cech poza klasą Krafta i pierśnicową liczbą kształtu smukłość dębów malała [Każmierczak i in. 2009]. Średnia smukłość dębów w wieku od 10 do 120 lat zasadniczo malała z wiekiem od 1,20 do 0,72, ze średnią wartością 1,00. Począwszy od 60 roku życia średnia smukłość układała się poniżej jedności. Ze wzrostem pierśnicy, przyrostu pierśnicy, miąższości i przyrostu miąższości smukłość drzew malała, zaś w przypadku wysokości zaobserwowano tendencje odwrotną, jednakże istotną statystycznie tylko u drzew najmłodszych – w wieku 10 lat. Analiza zależności smukłości od pierśnicy, wysokości i wieku dla wszystkich dębów badanych łącznie wykazała, że ze wzrostem pierśnicy, wysokości i wieku smukłość malała. Najsilniejsze powiązanie ze smukłością wykazała pierśnica (−0,622), nieco słabsze wiek (−0,498) i najsłabsze wysokość (−0,395). Ze wzrostem wysokości smukłość malała, odwrotnie niż miało to miejsce w konkretnych latach życia drzew. Przyczyną był nie tylko sam wzrost wysokości, ale również intensywny wzrost pierśnicy. Po wyłączeniu wpływu pierśnicy moc zależności pomiędzy smukłością a wysokością rosła, a korelacja zmieniła się na dodatnią, co potwierdziło większą intensywność wzrostu pierśnicy niż wysokości [Każmierczak i in. 2008a].

Analiza porównująca smukłość głównych gatunków drzew w Puszczy Niepołomickiej również wykazała, iż wiek wpływa na współczynnik smukłości drzew. Zasadniczo wzrost wieku powoduje spadek smukłości drzew. Drzewa liściaste okazały się bardziej smukłe od sosny czy modrzewia. Smukłość drzew była silniej skorelowana z pierśnicą niż z ich wysokością. Ponadto pierśnica i wysokość w większym stopniu wyjaśniały zmienność smukłości sosny i modrzewia niż występujących w Puszczy Niepołomickiej gatunków liściastych [Orzeł 2007].

Wnioski

- ✦ Na wielkość współczynnika smukłości modrzewia wpływa zarówno wiek, jak i pozycja biosocjalna drzewa w drzewostanie. Nie stwierdzono wpływu żyzności siedliska.
- ✦ Istotność interakcji siedlisko – klasa wieku spowodowana jest wpływem wieku na smukłość modrzewia.
- ✦ Stabilność modrzewia wzrasta z wiekiem i polepszaniem się zajmowanego stanowiska w drzewostanie panującym.
- ✦ Najbardziej stabilne okazały się modrzewie wzrastające w warunkach lasu świeżego (smukłość na poziomie 0,8).
- ✦ Na grubość drzewa wpływa jego wiek, stanowisko w strukturze pionowej drzewostanu i warunki siedliska na którym wzrastało.
- ✦ Wiek i pozycja biosocjalna w istotny sposób wpływa na wysokość badanych drzew, zaś jakość siedliska nie wykazała takiego wpływu.

Literatura

- Bruchwald A. 1999. Dendrometria. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Burschel P., Huss J. 1997. Grundriss des Waldbaus. PareyBuchverlag, Berlin.
- Grochowski J. 1973. Dendrometria. PWRiL, Warszawa.
- Jaworski A. 2004. Podstawy przyrostowe i ekologiczne odnawiania oraz pielęgnacji drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Kaźmierczak K., Pazdrowski W., Mańka K., Szymański M., Nawrot M. 2008a. Kształtowanie się smukłości pni dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w zależności od wieku drzew. Sylwan 152 (7): 39-45.
- Kaźmierczak K., Pazdrowski W., Paraniak P., Szymański M., Nawrot M. 2008b. Smukłość jako miara stabilności świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst.) na przykładzie drzewostanów Sudetów Środkowych. Human and nature safety 2: 228-230.
- Kaźmierczak K., Pazdrowski W., Szymański M., Nawrot M., Mańka K. 2009. Slenderness of stems of common oak (*Quercus robur* L.) and selected biometric traits of trees. Human and nature safety 3: 53-56.
- Lemke J. 1966. Korona jako kryterium oceny dynamiki wzrostowej drzew w drzewostanie sosnowym. FFP seria A, 12: 185-236.
- Orzeł S. 2007. A comparative analysis of slenderness of the main tree species of the Niepolomice Forest. EJPAU Forestry 10 (2).
- Orzeł S., Socha J. 1999. Smukłość świerka w sześćdziesięcioletnich drzewostanach Beskidów Zachodnich. Sylwan 143 (4): 35-43.
- Rymer-Dudzińska T., 1992a. Smukłość drzew w drzewostanach sosnowych. Sylwan 136 (11): 35-44.
- Rymer-Dudzińska T., 1992b. Zależność średniej smukłości drzew w drzewostanach sosnowych od różnych cech taksonomicznych drzewostanu. Sylwan 136 (12): 19-25.
- Rymer-Dudzińska T., Tomusiak R. 2000. Porównanie smukłości drzewostanów bukowych i dębowych. Sylwan 144 (9): 45-52.
- Zajączkowski J. 1984. Postępowanie hodowlane a odporność drzewostanów sosnowych na szkody powodowane przez śnieg. Sylwan 128 (9): 19-26.
- Zajączkowski J. 1991. Odporność lasu na szkodliwe działanie wiatru i śniegu. Wyd. Świat. Warszawa.

SUMMARY

Effect of forest habitat type, age and biosocial position on the slenderness of European larch (*Larix decidua* Mill.)

The study presents the results of the a three-way analysis of variance of slenderness of larch trees in relation to their age, biosocial position in the dominant stand and forest habitat type. The study comprised larch trees of Kraft's class I, II and III in the stands of different age classes growing in the fresh mixed coniferous (BMśw), fresh mixed deciduous (LMśw) and fresh deciduous (Lśw) forest habitats.

The slenderness of each larch tree was calculated as the ratio of tree height [m] to breast height diameter [cm]. The research material consisted of the measurements of 72 larch trees from 24 stands growing in the fresh mixed coniferous, fresh mixed deciduous and fresh deciduous forests. Sample trees were selected from the four successive age classes, starting with class II, in accordance with Hartig's method. Three sample trees with properly developed crowns were selected from each stand. The real height was determined after the felling of trees. Basic statistical characteristics were established. A 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. Slenderness and two basic measurement characteristics of trees – breast height diameter and height were analysed.

On the basis of the obtained results the following conclusions were reached:

- ✦ Both the age and biosocial position of trees in the stand affect the slenderness ratio of larches while habitat quality has no such effect.
- ✦ The significance of the habitat-age class interaction is caused by the influence of age on the slenderness of larch trees.
- ✦ The stability of larch increases with age and improvement of its position in the dominant stand.
- ✦ Most stable were the larches growing in the fresh forest habitat (at a slenderness level of 0.8).
- ✦ Age and biosocial position of trees in the vertical structure of the stand, as well as habitat conditions had a significant impact on the diameter of the examined trees.
- ✦ Age and biosocial position of trees in the stand had a significant impact on the height of the examined trees, while habitat conditions had not.