

## WPŁYW WIEKU I KLASY WYSOKOŚCI NA ZRÓŻNICOWANIE CECH POMIAROWYCH JESIONU WYNIOSŁEGO (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.) ROSNĄCEGO NA SIEDLISKU LASU ŚWIEŻEGO

Krzysztof Turczański<sup>1</sup>✉, Katarzyna Kaźmierczak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra Siedliskoznawstwa i Ekologii Lasu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 71E, 60-625 Poznań

<sup>2</sup>Katedra Urządzania Lasu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 71C, 60-625 Poznań

### ABSTRAKT

**Wstęp.** W niniejszej pracy przedstawiono charakterystykę wybranych cech pomiarowych jesionu wyniosłego rosnącego na siedlisku lasu świeżego. Celem badań była analiza wpływu zróżnicowania wieku i klasy wysokości na kształtowanie się pierśnicy, wysokości oraz smukłości jesionu wyniosłego.

**Materiał i metody badań.** Materiał empiryczny zebrano na dziewięciu powierzchniach o wielkości 25 arów reprezentujących typ siedliskowy lasu świeżego. W wytypowanych wydzieleniach jesion miał zróżnicowany udział w składzie gatunkowym. Lokalizacja powierzchni badawczej była determinowana dominacją jesionu w wybranym fragmencie wydzielenia. Do pomiarów wysokości i pierśnicy wybrano drzewa wysokie z wolnymi wierzchołkami powyżej górnego pułapu koron drzewostanu oraz drzewa z wierzchołkami leżącymi w głównym pułapie koron. Łącznie pomierzono 135 jesionów wyniosłych. Dla każdego drzewa obliczono współczynnik smukłości. Oceniono wpływ wieku i zajmowanej klasy wysokości na pomierzone i obliczone cechy jesionów.

**Wyniki i konkluzje.** Analiza wykazała istotne statystycznie zróżnicowanie wybranych cech pomiarowych jesionu wyniosłego w zależności od wieku i klasy wysokości.

**Słowa kluczowe:** *Fraxinus excelsior* L., las świeży, wysokość, pierśnica, smukłość

### WSTĘP

Jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior* L.) należy do najszlachetniejszych gatunków kontynentu europejskiego. Cechuje się wysoką i pożądaną przez przemysł drzewny jakością drewna (FRAXIGEN, 2005). W optymalnych warunkach osiąga znaczną wysokość i rozmiary pierśnicy. Największe okazy rosnące na terenie Puszczy Białowieskiej dorastają do 42 m wysokości i 160 cm grubości w pierśnicy (Faliński i Pawlaczyk, 1995). W kraju, na terenie nizinym, jesion naturalnie występuje na siedliskach:

lasu łęgowego, olsu jesionowego, lasu wilgotnego i lasu świeżego (Siedliskowe..., 2003; Zaręba, 1986). Obecny udział jesionu w strukturze lasów nie przekracza 1% (Gil i in., 2010). Najdogodniejsze warunki dla jesionu występują na siedliskach z glebami żyznymi i wilgotnymi (Dobrowolska i in., 2011; Jaworski, 2011), przy czym istotnymi czynnikami są bezpośrednia bliskość cieków i ruchliwa woda wglębna lub powierzchniowa (Faliński i Pawlaczyk, 1995; Matuszkiewicz, 2007).

✉krzysztof.turczanski@gmail.com

W literaturze przedmiotu omawiany gatunek doczekał się licznych publikacji na temat jego ekologii, hodowli i fitopatologii leśnej. Wśród krajowych prac najpełniejszy obraz jesionu przedstawiono w monografii gatunku (Bugala, red., 1995). Hodowlę jesionu szczegółowo opisali między innymi Gil i in. (2010). Temat analizy cech pomiarowych jesionu nie był przedmiotem licznych badań. W dotychczas prowadzonych pracach szczegółowo analizowano podstawowe cechy dendrometryczne głównych gatunków lasotwórczych. Wymienić można między innymi: ogólne prace Bruchwalda i Dmyterko (2010; 2012), Zajączkowskiego (1991) oraz prace dotyczące sosny zwyczajnej (Beker i Andrzejewski, 2013a, 2013b; Bruchwald, 2000; Rymer-Dudzińska, 1992), dębu (Kaźmierczak i in., 2008a), świerka (Kaźmierczak i in., 2008b) oraz buka (Rymer-Dudzińska i Tomusiak, 2000). Analizę wpływu typu siedliskowego lasu na wybrane cechy dendrometryczne jesionu w IV klasie wieku przeprowadzili Turczański i Kaźmierczak (2018). Orzeł (2007) wykonał studia porównawcze dotyczące wpływu pierśnicy i wysokości na współczynnik smukłości najważniejszych gatunków drzew leśnych, w tym jesionu wyniosłego.

## CEL PRACY

Celem pracy jest analiza wpływu wieku i klasy wysokości na kształtowanie się zróżnicowania cech pomiarowych, tj. pierśnicy, wysokości oraz smukłości jesionu wyniosłego rosnącego na siedlisku lasu świeżego.

## METODYKA I ZAKRES BADAŃ

Do analizy wykorzystano materiał empiryczny zebrany na dziewięciu powierzchniach reprezentujących typ siedliskowy lasu świeżego. Powierzchnie badawcze założono w drzewostanach mieszanych o umiarkowanym zwarcu, położonych na terenie nadleśnictw: Babki, Konstantynowo i Łopuchówko. W wybranych fragmentach drzewostanu założono powierzchnie badawcze wielkości 25 arów. Lokalizacja powierzchni badawczej w wydzieleniu była determinowana możliwością pomiaru 15 drzew. Do pomiarów wysokości i pierśnicy wybrano drzewa wysokie z wolnymi wierzchołkami powyżej górnego pułapu koron drzewostanu oraz drzewa z wierzchołkami leżącymi w głównym

pułapie koron. Z pomierzonej próby utworzono analizowane w pracy klasy wysokości. Łącznie poddano analizie 135 drzew w wieku od 52 do 144 lat.

Prace terenowe odbyły się w miesiącach letnich, tj. w lipcu i sierpniu 2016 roku. Na założonych powierzchniach badawczych pomierzono:

- pierśnicę drzew w dwóch kierunkach: E–W oraz N–S z dokładnością do 1 mm za pomocą średnicomierza
- wysokość drzew z dokładnością do 0,5 m z użyciem wysokościomierza Suunto.

Na podstawie zebranych danych obliczono smukłość jesionu [m/cm]. Następnie wykonano analizę wpływu wieku i klasy wysokości na kształtowanie się zróżnicowania cech pomiarowych, tj.  $d_{1,3}$ ,  $h$  i  $s$ , opartą na dwuczynnikowej analizie wariancji.

## OPIS POWIERZCHNI BADAWCZYCH

Drzewostany wytypowano z opisów taksacyjnych nadleśnictw (tab. 1): Babki (leśnictwo Wierzenica), Konstantynowo (leśnictwo Będlewo), Łopuchówko (leśnictwo Marianowo).

## WYNIKI

Na podstawie pomiarów obliczono podstawowe charakterystyki statystyczne –  $d_{1,3}$ ,  $h$  i  $s$  (tab. 2–5) i wykonano dwuczynnikową analizę wariancji ze względu na wiek i klasę wysokości jesionu wyniosłego. Graficzną prezentację wyników przedstawiono na rysunkach 1–3.

Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotny wpływ wieku pomierzonych jesionów i wyróżnionych klas wysokości na kształtowanie się pierśnic. Pierśnice badanych jesionów układają się w wyraźne dwie grupy wiekowe (rys. 1). Pierwszą grupę tworzą drzewa w wieku od 52 lat do 87 lat, drugą od 100 lat do 144 lat. Średnia pierśnica w grupie drzew młodszych waha się od 21,27 cm (74-letnie w klasie 2 wysokości) do 28,20 cm (87-letnie w klasie 1). W grupie drzew starszych średnia pierśnica pomierzona na 1,3 m wynosi od 38,64 cm (100-letnie klasy 2) do 53,14 cm (123-letnie klasy 1). Każdorazowo jesiony klasy drzew wyższych są grubsze, jednak zróżnicowanie grubości drzew różniących się wysokością jest większe w grupie drzew starszych. U drzew młodszych

**Tabela 1.** Charakterystyka drzewostanów  
**Table 1.** Stands characteristics

Nr No.	Oddział Compartment	Wiek jesionu European ash age	Skład gatunkowy Stand composition
1	224c	52	Ip 9So, 1Js, Mjs Brz, Pjd Dbs Iip 10Dbs, Mjs Jw, Js
2	59b	68	5Js, 4Dbs, 1Ol Mjs Wz, Tp, Gb, Dbs
3	205d	74	10Dbs, Mjs So, Md, Brz, Js
4	223i	85	Ip 6So, 4Js, Mjs Dbs, Wz, Ol, Pjd Jw Iip 10Js, Mjs Dbs, Wz
5	226d	87	7Js, 2Wz, 1Dbs, Mjs Ol, Js, Dbs
6	225d	100	10Js, Pjd Dbs
7	224h	120	4Js, 4Dbs, 2 Md, Mjs Ksz, Pjd Wz, Gb
8	287h	123	10Js, Mjs Dbs, Wz, Brz, Ol, Gb, Tp
9	257a	144	Ip 4Kl, 3Dbs, 2Lp, 1Gb, Mjs Js, Dbs, Ak Iip 6Kl, 3Jw, 1Js, Mjs Ak, Jw, Dbs, Lp

Ak – black locust, Brz – birch, Dbb – sessile oak, Dbs – pedunculate oak, Gb – horn-beam, Js – European ash, Jw – sycamore, Kl – maple, Lp – linden, Md – larch, Ksz – chestnut, Ol – alder, So – Scots pine, Tp – poplar, Wz – elm.

Źródło: opracowano na podstawie opisów taksacyjnych jednostek.

Source: prepared based on stand description.

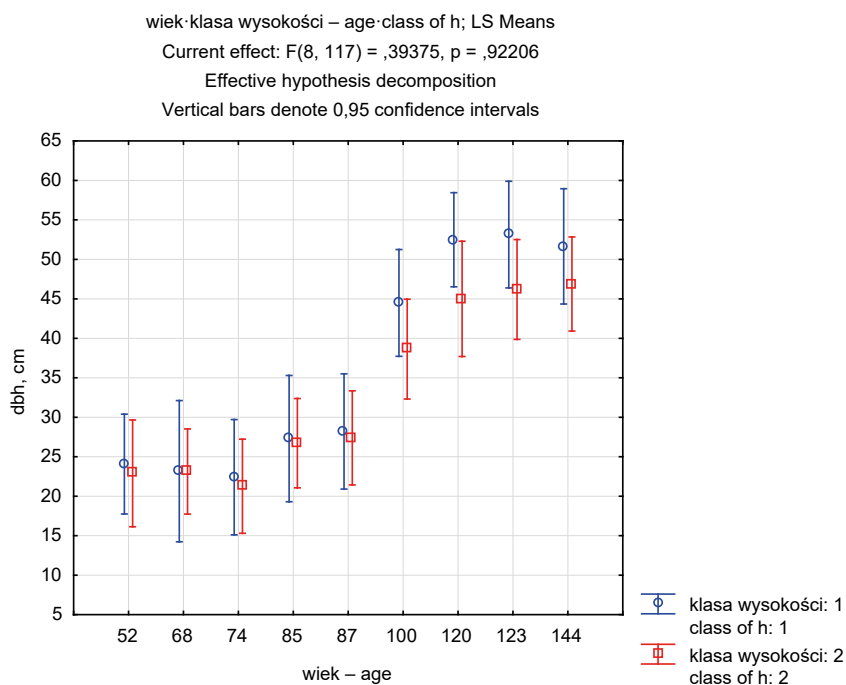
**Tabela 2.** Statystyki opisowe badanych cech jesionu wyniosłego  
**Table 2.** Descriptive statistics of tested characteristics of European ash

Efekt Effect	Poziom czynnik Factor level	Numer Number	Pierśnica, cm Dbh, cm		Wysokość, m Height, m		Smukłość, m/cm Slenderness, m/cm	
			mean	SD	mean	SD	mean	SD
Ogół Total		135	34,68	14,54	25,49	2,89	0,82	0,21
Wiek Age	52	15	23,53	4,77	22,07	0,69	0,97	0,17
	68	15	23,15	2,26	23,47	0,71	1,02	0,10
	74	15	21,73	1,39	22,00	0,68	1,02	0,06
	85	15	26,91	1,91	24,32	0,87	0,91	0,07
	87	15	27,71	3,88	24,11	1,06	0,89	0,12
	100	15	41,37	7,22	28,23	1,01	0,71	0,15
	120	15	49,49	13,78	29,56	1,30	0,63	0,14
	123	15	49,43	12,26	28,78	0,60	0,61	0,11
Klasa wysokości Height class	144	15	48,79	16,82	26,82	0,82	0,59	0,14
	1	58	37,78	16,23	26,56	3,00	0,79	0,23
	2	77	32,34	12,75	24,68	2,53	0,83	0,19

**Tabela 3.** Statystyki opisowe pierśnicy jesionu w klasie wysokości w danym wieku

**Table 3.** Descriptive statistics for diameter at breast height (dbh) of European ash in height class and given age

Efekt Effect	Poziom czynnika Factor level	Poziom czynnika Factor level	Numer Number	Pierśnica, cm – Dbh, cm				
				mean	SD	SE	–95,00%	+95,00%
Klasa wyso- kości·wiek Height class·age	1	52	8	24,08	5,79	2,05	19,23	28,92
	1	68	4	23,18	2,76	1,38	18,78	27,57
	1	74	6	22,42	0,69	0,28	21,70	23,14
	1	85	5	27,30	2,31	1,03	24,43	30,17
	1	87	6	28,20	4,85	1,98	23,11	33,29
	1	100	7	44,49	5,30	2,00	39,59	49,38
	1	120	9	52,49	16,11	5,37	40,10	64,87
	1	123	7	53,14	15,99	6,04	38,35	67,93
Klasa wyso- kości·wiek Height class·age	2	52	7	22,90	3,64	1,38	19,53	26,27
	2	68	11	23,14	2,21	0,67	21,65	24,62
	2	74	9	21,27	1,59	0,53	20,04	22,49
	2	85	10	26,72	1,79	0,57	25,44	28,00
	2	87	9	27,39	3,38	1,13	24,79	29,98
	2	100	8	38,64	7,88	2,79	32,05	45,23
	2	120	6	45,00	8,74	3,57	35,83	54,17
	2	123	8	46,19	7,48	2,64	39,94	52,44
	2	144	9	46,88	19,29	6,43	32,05	61,70

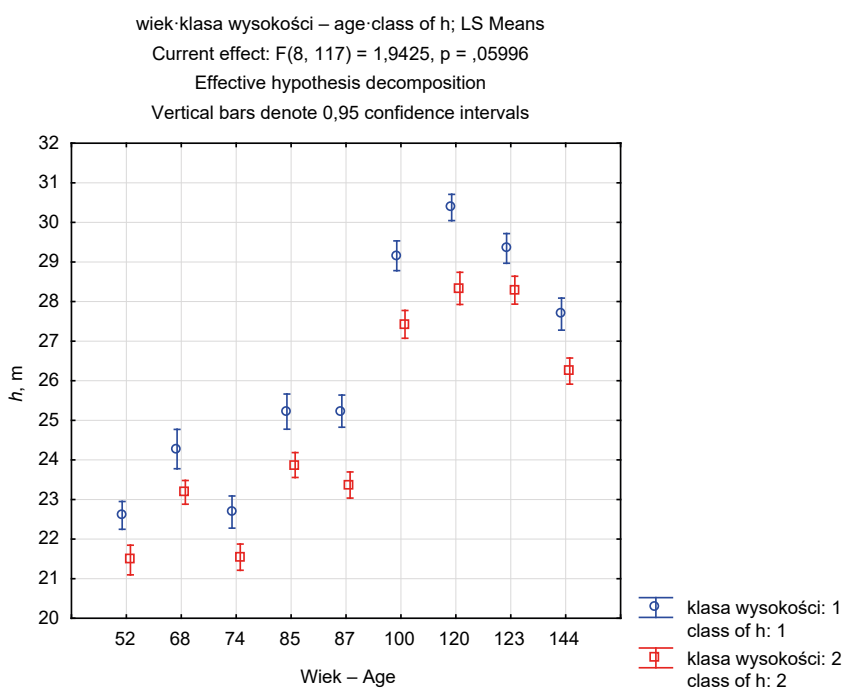


**Rys. 1.** Kształtowanie się pierśnicy jesionu ze względu na klasę wysokości i wiek  
**Fig. 1.** Changes in European ash dbh depending on height class and age

**Tabela 4.** Statystyki opisowe wysokości jesionu w klasie wysokości w danym wieku

**Table 4.** Descriptive statistics for tree height (*h*) of European ash in height class and given age

Efekt Effect	Poziom czynnika Factor level	Poziom czynnika Factor level	Numer Number	Wysokość, cm – Height, cm				
				mean	SD	SE	–95,00%	+95,00%
Klasa wyso- kości-wiek Height class·age	1	52	8	22,60	0,39	0,14	22,27	22,93
	1	68	4	24,28	0,81	0,40	22,99	25,56
	1	74	6	22,68	0,36	0,15	22,31	23,06
	1	85	5	25,22	0,52	0,23	24,58	25,86
	1	87	6	25,23	0,42	0,17	24,79	25,68
	1	100	7	29,16	0,65	0,24	28,56	29,76
	1	120	9	30,38	1,02	0,34	29,60	31,16
	1	123	7	29,34	0,32	0,12	29,05	29,64
Klasa wyso- kości-wiek Height class·age	2	144	6	27,68	0,33	0,14	27,34	28,03
	2	52	7	21,47	0,35	0,13	21,15	21,79
	2	68	11	23,18	0,40	0,12	22,91	23,45
	2	74	9	21,54	0,38	0,13	21,25	21,84
	2	85	10	23,87	0,63	0,20	23,42	24,32
	2	87	9	23,37	0,54	0,18	22,95	23,78
	2	100	8	27,43	0,25	0,09	27,21	27,64
	2	120	6	28,33	0,30	0,12	28,02	28,65
	2	123	8	28,29	0,19	0,07	28,13	28,45
	2	144	9	26,24	0,40	0,13	25,93	26,55

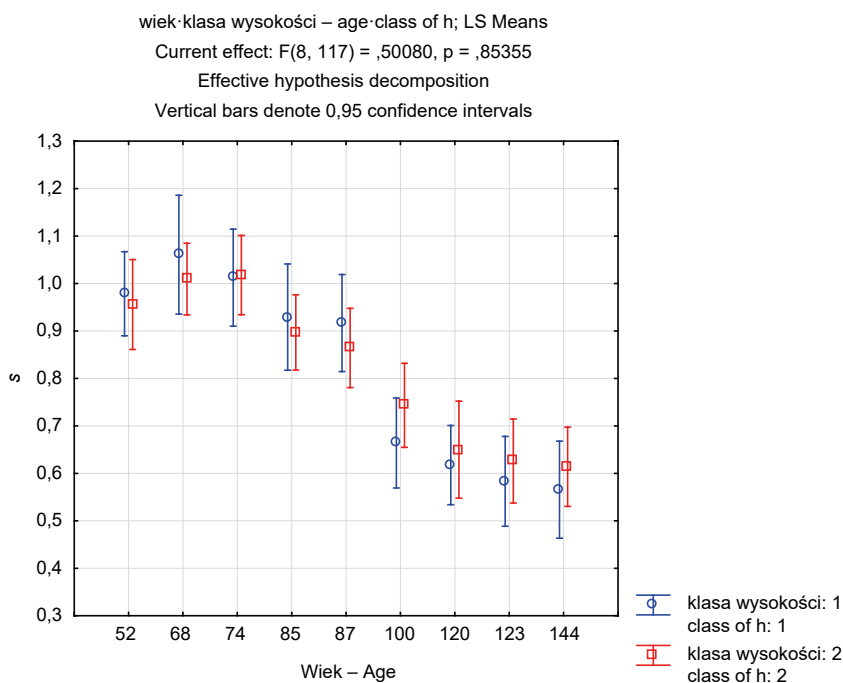


**Rys. 2.** Kształtowanie się wysokości jesionu ze względu na klasę wysokości i wiek  
**Fig. 2.** Changes in European ash tree height depending on height class and age

**Tabela 5.** Statystyki opisowe smukłości jesionu w klasie wysokości w danym wieku

**Table 5.** Descriptive statistics for slenderness (*s*) of European ash in height class and given age

Efekt Effect	Poziom czynnika Factor level	Poziom czynnika Factor level	Numer Number	Smukłość, m/cm – Slenderness, m/cm				
				mean	SD	SE	–95,00%	+95,00%
Klasa wyso- kości·wiek Height class·age	1	52	8	0,98	0,20	0,07	0,81	1,14
	1	68	4	1,06	0,15	0,08	0,82	1,30
	1	74	6	1,01	0,03	0,01	0,98	1,04
	1	85	5	0,93	0,09	0,04	0,82	1,04
	1	87	6	0,92	0,16	0,06	0,75	1,08
	1	100	7	0,66	0,09	0,03	0,59	0,74
	1	120	9	0,62	0,15	0,05	0,50	0,73
	1	123	7	0,58	0,12	0,05	0,47	0,70
Klasa wyso- kości·wiek Height class·age	2	52	7	0,96	0,14	0,05	0,83	1,08
	2	68	11	1,01	0,09	0,03	0,95	1,07
	2	74	9	1,02	0,07	0,02	0,96	1,08
	2	85	10	0,90	0,07	0,02	0,85	0,95
	2	87	9	0,86	0,10	0,03	0,78	0,94
	2	100	8	0,74	0,19	0,07	0,58	0,91
	2	120	6	0,65	0,13	0,05	0,52	0,78
	2	123	8	0,63	0,10	0,03	0,54	0,71
	2	144	9	0,61	0,15	0,05	0,50	0,73



**Rys. 3.** Kształtowanie się smukłości jesionu ze względu na klasę wysokości i wiek  
**Fig. 3.** Changes in slenderness of European ash depending on height class and age

różnice w średnich pierśnicach pomiędzy klasami wysokości przekraczają zaledwie 1 cm, natomiast u starszych różnice wynoszą od blisko 5 cm u 144-letnich, aż do 7,5 cm u 120-letnich.

Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała istotny wpływ wyróżnionych klas wysokości oraz wieku badanych jesionów na zróżnicowanie wysokości (rys. 2). Średnia wysokość zmienia się z wiekiem, osiągając od 21,47 m u 52-letnich jesionów 2 klasy wysokości do 30,38 m u 120-letnich 1 klasy wysokości. W każdym z drzewostanów jesiony wyróżnionej 1 klasy wysokości były wyższe minimum ponad 1 m od jesionów, których wierzchołki były usytuowane w głównym pułapie koron drzew. Największą różnicą wysokości wyróżniały się drzewa 120-letnie, różnica średniej wysokości pomiędzy klasami wyniosła ponad 2 m. Zróżnicowanie wiekowe badanych drzew pozwala na wydzielenie dwóch grup. Pierwszą grupę tworzą drzewa w wieku od 52 lat do 87 lat ze średnimi wysokościami od 22 m do nieco ponad 24 m wysokości. Drugą grupę stanowią drzewa starsze, w wieku od 100 lat do 144 lat, ze średnią wysokością nieco ponad 28–29 m.

Analiza wariancji smukłości mierzonych jesionów wykazała istotny wpływ wieku na kształtowanie się tej cechy (rys. 3). Z wiekiem zasadniczo smukłość jesionów maleje, osiągając poziom od 1,02 do 0,59. Ze względu na wielkość współczynnika smukłości można wyróżnić dwie grupy wiekowe – drzewa młodsze (52–87 lat) i starsze (100–144 lat). Zróżnicowanie współczynników smukłości pomiędzy klasami wysokości jest niewielkie. Młodsze jesiony niższe wyróżniają się mniejszą smukłością, wyjątkiem są jesiony 74-letnie. Inaczej kształtuje się smukłość jesionów starszych. Każdorazowo jesiony wyższe cechowały się smukłością niższą.

## PODSUMOWANIE

Przedstawione badania uzupełniają wiedzę na temat analizy pierśnicy wysokości i smukłości jesionu wyniosłego. Dotychczas analiz szczegółowych doczekały się główne gatunki lasotwórcze. Badania nad jesionem prowadził między innymi Orzeł (2007), który wykazał wpływ pierśnicy i wysokości na kształtowanie się współczynnika smukłości. Inne prace wykazały, iż średnia wartość współczynnika smukłości

drzewostanów jesionowych IV klasy wieku – na siedliskach lasu świeżego, lasu wilgotnego, lasu łągowego i olsu jesionowego – nie przekroczyła poziomu jedności i rosła wraz ze wzrostem żyzności siedliska (Turczański i Kaźmierczak, 2018). W niniejszych badaniach stwierdzono dodatkowo, iż współczynnik smukłości maleje zasadniczo wraz z wiekiem drzew oraz wzrostem wysokości i pierśnicy. Wartość współczynnika smukłości jesionu na siedlisku lasu świeżego nie przekroczyła wielkości 1 m/cm, co według Burschela i Husa (1997) oznaczałoby przekroczenie poziomu dużej niestabilności. W praktyce przenosi się to na korzystny iloraz wysokości [m] do pierśnicy [cm] jesionu. Badania nad innymi gatunkami, tj. dębem szypułkowym (Kaźmierczak i in., 2008a) oraz bukiem (Rymer-Dudzińska i Tomusiak, 2000) dowiodły związku średniej smukłości z ich wiekiem. Wyniki prac nad sosną wykazały powiązanie smukłości z pozycją biosocjalną. Pogorszenie pozycji biosocjalnej wpływało na wzrost wartości współczynnika (Rymer-Dudzińska, 1992). Jesiony z koronami w górnym pułapie koron cechowały się mniejszą pierśnicą i wysokością przy równocześnie wyższym współczynnikiem smukłości.

## WNIOSKI

Analiza wybranych cech pomiarowych jesionu wyniosłego na siedlisku lasu świeżego pozwoliła na postawienie wymienionych poniżej wniosków.

Ze względu na analizowane cechy dendrometryczne badane jesiony wzrastające w warunkach siedliskowych lasu świeżego można podzielić na dwie grupy wiekowe. Pierwszą, młodszą, tworzą drzewa w wieku od 52 do 87 lat; drugą, starszą – w wieku od 100 lat do 144 lat. Drzewa z grupy młodszych są znacznie niższe oraz charakteryzują się mniejszymi pierśnicami w porównaniu z drzewami z grupy drzew starszych.

Jesiony klasy drzew wysokich (z wolnymi wierzchołkami) są grubsze od drzew drugiej klasy wysokości (z koronami w głównym pułapie koron drzew). Zróżnicowanie pierśnic drzew różniących się wysokością jest większe w grupie drzew starszych.

Współczynnik smukłości jesionów maleje z wiekiem. Zróżnicowanie współczynników smukłości pomiędzy klasami wysokości jest niewielkie. Jesiony młodszej grupy wiekowej wyróżniają się niższą

smukłością (wyjątek jesiony 74-letnie). Smukłość jesionów wysokich grupy drzew starszych wiekiem jest mniejsza niż drzew drugiej klasy wysokości. Wynika to z większego tempa wzrostu grubości w stosunku do wysokości u drzew w tym wieku.

## PIŚMIENICTWO

- Beker, C., Andrzejewski, T. (2013a). Model wzrostu niepielegnowanych drzewostanów sosnowych. Cz. I: Lokalny model referencyjny PINUS ZIELONKA [The growth model of untended pine stands. Vol. I: Local reference model PINUS ZIELONKA]. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.*, 12(3), 5–13 [in Polish].
- Beker, C., Andrzejewski, T. (2013b). Model wzrostu niepielegnowanych drzewostanów sosnowych. Cz. II: Lokalny model bonitacyjny PINUS ZIELONKA [The growth model of untended pine stands. Vol. II: Local reference model PINUS ZIELONKA]. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.*, 12(3), 15–23 [in Polish].
- Bruchwald, A. (red., 2000). Przestrzenne zróżnicowanie wzrostu sosny [Spatial differentiation of Scots pine growth]. Warszawa: Wyd. SGGW [in Polish].
- Bruchwald, A., Dmyterko, E. (2010). Metoda określania ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr [The method of determining the risk of wind damage to the stand]. *Leśn. Pr. Bad.*, 71(2), 165–173 [in Polish]. <http://dx.doi.org/10.2478/v10111-010-0012-3>
- Bruchwald, A., Dmyterko, E. (2012). Ryzyko powstawania szkód w drzewostanach poszczególnych nadleśnictw Polski [The risk of damage in stands in individual forest districts in Poland]. *Sylvan*, 156(1), 19–27 [in Polish].
- Bugała W. (red., 1995). Jesion wyniosły *Fraxinus excelsior* L. Seria: Nasze Drzewa Leśne [Common ash *Fraxinus excelsior* L. Series: Our Forest Trees]. Poznań–Kórnik: PAN [in Polish].
- Burschel, P., Huss, J. (1997). *Grundriss des Waldbaus*. Berlin: Parey Buchverlag.
- Dobrowolska, D., Hein, S., Oosterbaan, A., Wagner, S., Clark, J., Skovsgaard, J. P. (2011). A review of European ash (*Fraxinus excelsior* L.): implications for silviculture. *Forestry*, 84(2), 133–148. <http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cpr001>
- Faliński, J. B., Pawlaczyk, P. (1995). Zarys ekologii [Outline of ecology]. W: W. Bugała (red.), *Jesion wyniosły Fraxinus excelsior* L. Seria: Nasze Drzewa Leśne (t. 17, s. 217–306). Poznań: PAN [in Polish].
- FRAXIGEN (2005). Ash species in Europe: biological characteristics and practical guidelines for sustainable use. Oxford, UK: Oxford Forestry Institute, University of Oxford.
- Gil, W., Łukasiewicz, J., Paluch, R., Zachara, T. (2010). *Jesion wyniosły. Hodowla i zagrożenia* [European ash. Silviculture and threats]. Warszawa: PWRiL [in Polish].
- Jaworski A. (2011). *Hodowla lasu. T. 3. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych* [Silviculture. Vol. 3. Silviculture characteristics of trees and forest shrubs]. Warszawa: PWRiL [in Polish].
- 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 [Changes in stem slenderness in English oak (*Quercus robur* L.) depending on tree age]. *Sylvan*, 152(7), 39–45 [in Polish].
- 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 [Slenderness as a measure of stability in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) based on stands in the Central Sudetes Mts.]. *Materiały konferencyjne Human and Nature Safety* 3, 228–230 [in Polish].
- Matuszkiewicz, J. M. (2007). *Zespoły leśne Polski* [Plant associations in Poland]. Warszawa: PWN [in Polish].
- Orzeł, S. (2007). A comparative analysis of slenderness of the main tree species of the Niepolomice Forest. *EJ-PAU*, 10(2), #13. <http://www.ejpau.media.pl/volume10/issue2/art-13.html>
- Rymer-Dudzińska, T. (1992). Smukłość drzew w drzewostanach sosnowych [Slenderness of trees in pine stands]. *Sylvan*, 136(11), 35–44 [in Polish].
- Rymer-Dudzińska, T., Tomusiak, R. (2000). Porównanie smukłości drzewostanów bukowych i dębowych [Comparison of slenderness of beech and oak stands]. *Sylvan*, 144(9), 45–52 [in Polish].
- Siedliskowe podstawy hodowli lasu. Załącznik nr 1 do zasad hodowli i użytkowania lasu wielofunkcyjnego [Forest site type foundations for silviculture. Annex no. 1 to the guidelines for silviculture and forest utilisation of a multifunctional forest] (2003). Warszawa: Wyd. CILP [in Polish].
- Turczański, K., Kaźmierczak, K. (2018). Analiza wybranych cech dendrometrycznych jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) rosnącego w zróżnicowanych warunkach siedliskowych [Analysis of chosen dendrometric features of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) growing in diversified habitat conditions]. *Acta Sci. Pol. Colendar. Ratio Ind. Lignar.*, 17(1), 61–68 [in Polish]. <http://dx.doi.org/10.17306/J.AFW.2018.1.7>



Zajączkowski, J. (1991). Odporność lasu na szkodliwe działanie wiatru i śniegu [Resistance of the forest to harmful effects of wind and snow]. Warszawa: Wyd. Świat [in Polish].

Zaręba, R. (1986). Znaczenie jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) w gospodarce leśnej kraju [The role of common ash (*Fraxinus excelsior* L.) in state forest management]. Sylwan, 130(7), 9–16 [in Polish].

## THE IMPACT OF AGE AND HEIGHT CLASS ON VARIABILITY IN MEASUREMENT CHARACTERISTICS OF EUROPEAN ASH (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.) GROWING IN A FRESH BROADLEAVED FOREST

### ABSTRACT

**Admission.** The paper presents characteristics of selected measurement features of European ash in a fresh broadleaved forest. The aim of the study was to analyse the impact of age and height class on changes in breast height, tree height and slenderness of European ash.

**Material and methods.** The empirical material was collected on 9 surfaces of 25 ares each, representing the habitat type of fresh broadleaved forest, located in the following forest districts: Babki, Konstantynowo and Łopuchówko. In the selected stands, ash represented various shares in the stand composition. The location of the experimental site was determined by the dominance of ash in the selected part of stand. For height and diameter at breast height measurements high trees were selected, with free apexes above the top canopy surface in the stand and trees with tops within the main canopy level. In total, 135 trees of European ash were measured. The slenderness ratio was calculated and two-way analysis of variance was carried out for the age and height class in European ash.

**Results and conclusions.** The analysis showed a statistically significant differentiation in selected measurement characteristics of European ash depending on age and height class.

**Keywords:** *Fraxinus excelsior* L., fresh broadleaved forest, tree height, diameter at breast height, slenderness