

DALSZE BADANIA NAD ZMIENNOŚCIĄ Z WIEKIEM WŁAŚCIWYCH LICZB KSZTAŁTU DĘBU ORAZ ZALEŻNOŚCIĄ POMIĘDZY NIMI A NIEKTÓRYMI CECHAMI WYMIAROWYMI DRZEW

Mieczysław Turski

Akademia Rolnicza w Poznaniu

Streszczenie. W pracy przedstawiono badania nad zmiennością z wiekiem wybranych właściwych liczb kształtu strzał dębu. W 80-letnim drzewostanie dębowym wybrano 28 modelowych drzew próbnych metodą Draudta. Drzewa próbne ścięto, a następnie wykonano analizę pniową w latach życia drzewa w okresach pięcioletnich. Wyniki analizy pniowej pozwoliły na obliczenie następujących właściwych liczb kształtu strzał dębu bez kory: $f_{L/15}$, $f_{L/10}$, $f_{L/9}$, $f_{L/8}$, $f_{L/7}$, $f_{L/6}$, $f_{L/5}$, $f_{L/4}$, $f_{3/10L}$, $f_{L/3}$, $f_{4/10L}$, i $f_{L/2}$. W celach porównawczych obliczono także wartości pierśnicowej liczby kształtu. Najmniejszą zmiennością w badanym drzewostanie dębowym charakteryzują się właściwe liczby kształtu: $f_{L/4}$ (przeciętnie 9,01%), $f_{L/3}$ (9,08%) i $f_{L/5}$ (9,09%). Największą zmienność wykazuje $f_{L/2}$ (14,84%). Ustalono także zależność analizowanych liczb kształtu od pierśnicy bez kory, wysokości i smukłości. Rozpatrywane w pracy właściwe liczby kształtu wykazują w kolejnych okresach życia, w większości przypadków, słaby, często nieistotny stopień zależności od wysokości drzew. Większa współzależność pojawia się pomiędzy właściwymi liczbami kształtu ($f_{L/7}$, $f_{L/6}$, $f_{L/5}$, $f_{L/4}$, $f_{3/10L}$, $f_{L/3}$ i $f_{4/10L}$) a pierśnicą i smukłością, występując głównie w późniejszym okresie życia drzew (powyżej 40 roku).

Słowa kluczowe: właściwa liczba kształtu, zmienność, dąb

WSTĘP

Miaższość drzewa jest obliczana jako iloczyn powierzchni przekroju (najczęściej pierśnicowego), wysokości i liczby kształtu. Określenie liczba kształtu (Formzahal) zostało wprowadzone przez Paulsena w 1800 roku i jest stosowane w praktyce i nauce do dziś. Wyróżnia się trzy rodzaje liczb kształtu – pierśnicową, absolutną i właściwą. Powszechnie jest stosowana pierśnicowa liczba kształtu $f_{1,3}$, o czym zdecydowało stałe miejsce pomiaru grubości (na wysokości 1,3 m). Pierśnicowej liczbie kształtu poświęcono większość badań nad liczbami kształtu [Grochowski 1961, Meixner 1965,

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Mieczysław Turski, Katedra Dendrometrii Akademii Rolniczej w Poznaniu, Wojska Polskiego 71 c, 60-625 Poznań, e-mail: mturski@au.poznan.pl

1967, 1985, Rymer-Dudzińska 1962, 1965, 1979, 1982, Bruchwald i Rymer-Dudzińska 1988 a, b, 1998, Bruchwald i Michalak 1982, Zygmunt 1997, Beker 2000 a]. Badania Grochowskiego [1962] drzewostanu sosnowego V klasy wieku wskazały na dość dużą zmienność pierśnicowej liczby kształtu wynoszącą średnio 7,5%. Beker [2000 a], analizując współczynniki zmienności $f_{1,3}$ w 14 drzewostanach sosnowych, uzyskał współczynniki zmienności tej liczby kształtu 4,8-11,2% (przeciętnie 7,5%). Odnotowano większe wartości tego współczynnika zmienności dla drzewostanów wyrosłych na gruntach porolnych.

Mniej prac poświęcono właściwej liczbie kształtu (nazywanej również normalną liczbą kształtu), choć może ona być używana jako miara pełności drzew, czy też służyć do określania miąższości drzew i drzewostanów lub opracowania tablic sortymentów. Prace te dotyczyły głównie właściwej liczby kształtu strzały sosny w korze opartej na przekroju znajdującym się na 1/10 wysokości drzewa $f_{0,1h}$ [Grochowski 1962, Borowski i Grochowski 1969, Bruchwald i Grochowski 1976, 1977 a, Lemke i Staszewska-Ląbędzka 1982, Wróblewski 1990, 1993]. Badania nad właściwą liczbą kształtu $f_{L/2}$ przeprowadzili Bruchwald i Grochowski [1977b, 1978], $f_{L/3}$ – Bruchwald [1971], a liczbami kształtu uwzględniającymi 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/10 i 1/20 wysokości – Turski [1990].

Właściwymi liczbami kształtu strzał sosen, uwzględniając pola podstawy walca porównawczego leżącego na 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9, 1/10, i 1/15 długości strzały, zajmowali się Meixner [1994, 1995] i Beker [2000 b]. Autorzy ci potwierdzają mniejszą zmienność (w drzewostanach sosnowych) wszystkich badanych właściwych liczb kształtu niż pierśnicowej liczby kształtu. Najmniejszą zmiennością według Meixnera charakteryzowała się właściwa liczba kształtu $f_{L/5}$, a według Bekera $f_{L/3}$.

Zdecydowanie mniej uwagi poświęcono właściwym liczbom kształtu innych gatunków drzew. Dotyczy to między innymi dębu. Zmiennością z wiekiem wybranych właściwych liczb kształtu strzał dębu bez kory zajmował się Turski [2000, 2003]. Najmniejszą zmienność odnotowano dla właściwych liczb kształtu $f_{L/4}$ i $f_{L/5}$, a wszystkie rozpatrywane właściwe liczby kształtu wykazywały słaby, często nieistotny stopień zależności od podstawowych cech taksacyjnych drzew.

Praca jest kontynuacją badań nad zmiennością 12 właściwych liczb kształtu ($f_{L/15}$, $f_{L/10}$, $f_{L/9}$, $f_{L/8}$, $f_{L/7}$, $f_{L/6}$, $f_{L/5}$, $f_{L/4}$, $f_{3/10L}$, $f_{L/3}$, $f_{4/10L}$ i $f_{L/2}$) w kolejnym drzewostanie dębowym. W celach porównawczych obliczono także wartości pierśnicowej liczby kształtu oraz ich współczynniki zmienności w 5-letnich okresach życia drzew. Określono również stopień zależności analizowanych właściwych liczb kształtu od pierśnicy bez kory, wysokości i smukłości w kolejnych okresach życia drzew.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym było 28 dębów (dąb bezszypułkowy) wybranych metodą Draudta z 80-letniego drzewostanu rosnącego w oddziale 176b na terenie Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka AR w Poznaniu (siedliskowy typ lasu – las mieszany). Średnia pierśnica drzewostanu wynosiła 21,2 cm, średnia wysokość obliczona wzorem Loreya – 20,8 m, bonitacja – III, czynnik zadrzewienia – 1,0. Na ściętych drzewach próbnych wykonano analizę pniową, zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami, na krążkach

pochodzących ze środków 1-metrowych sekcji oraz pierśnicy. Analizy dokonano w latach życia drzew w okresach pięcioletnich. Wykonana analiza była podstawą do określenia:

- miąższości strzał bez kory sposobem sekcyjnym,
- powierzchni podstawy walców porównawczych poprzez interpolację pomiędzy odpowiednimi krążkami,
- objętości walców porównawczych.

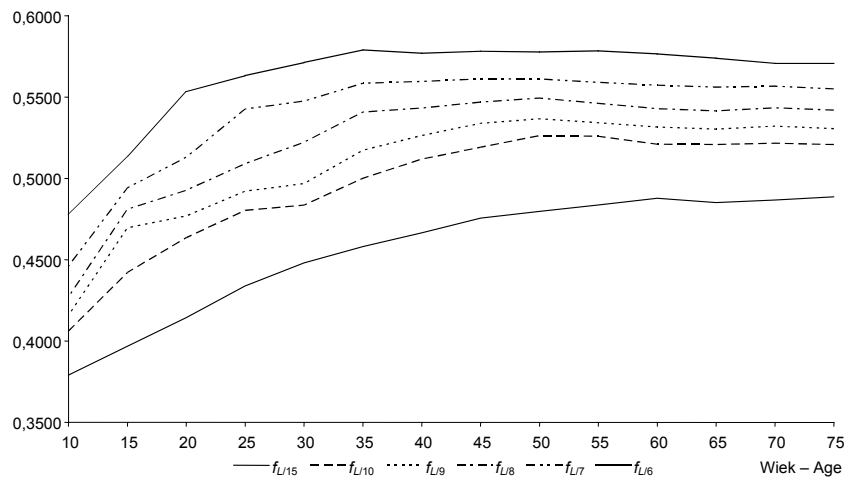
Pozwoliło to na obliczenie dla kolejnych 5-letnich okresów życia drzew następujących właściwych liczb kształtu: $f_{L/15}$, $f_{L/10}$, $f_{L/9}$, $f_{L/8}$, $f_{L/7}$, $f_{L/6}$, $f_{L/5}$, $f_{L/4}$, $f_{3/10L}$, $f_{L/3}$, $f_{4/10L}$ i $f_{L/2}$ oraz dodatkowo pierśnicowej $f_{1,3}$. Dla tak uzyskanych zbiorowości wyliczono średnie arytmetyczne oraz współczynniki zmienności. Zależność analizowanych właściwych liczb kształtu od pierśnicy bez kory ($d_{1,3}$), wysokości (h) i smukłości (s) określono używając współczynnika korelacji liniowej.

WYNIKI BADAŃ

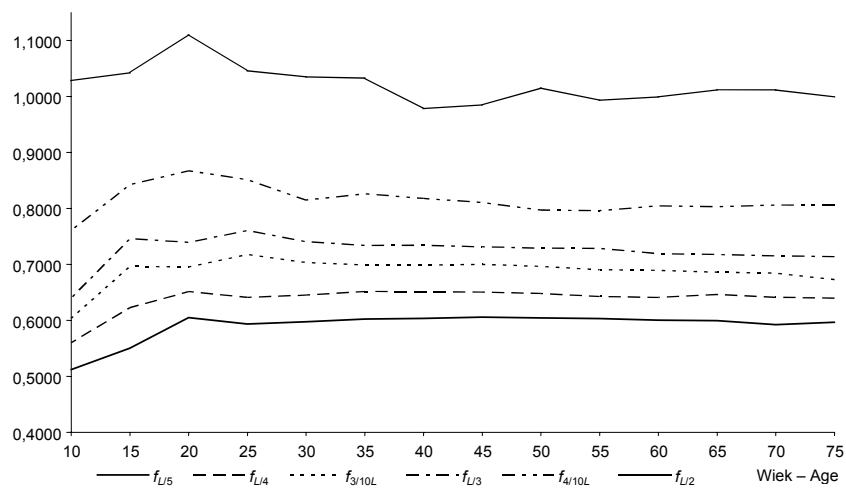
W tabeli 1 są przedstawione średnie arytmetyczne 12 analizowanych właściwych liczb kształtu oraz pierśnicowej liczby kształtu. Największe wartości średniej arytmetycznej właściwych liczb kształtu odnotowano dla $f_{L/2}$, a najmniejsze dla $f_{L/15}$. To wynik wzrastającej objętości walca porównawczego, która zwiększa się wraz z obniżaniem się miejsca pomiaru jego średnicy podstawy. Zmiany średnich wartości właściwych liczb kształtu z wiekiem przedstawiono także na rysunkach 1 i 2. Najmniejsze średnie arytmetyczne odnotowano dla drzew mających 10 lat. Wyjątkiem jest właściwa liczba kształtu $f_{L/2}$, dla której minimum odnotowano w wieku 40 lat. W wypadku $f_{L/15}$ obserwuje się wzrost

Tabela 1. Średnie arytmetyczne pierśnicowej i właściwych liczb kształtu strzał dębu bez kory
Table 1. Arithmetical means of b.h. form factor and true form factors values of oaks without bark

Wiek Age	$f_{1,3}$	$f_{L/15}$	$f_{L/10}$	$f_{L/9}$	$f_{L/8}$	$f_{L/7}$	$f_{L/6}$	$f_{L/5}$	$f_{L/4}$	$f_{3/10L}$	$f_{L/3}$	$f_{4/10L}$	$f_{L/2}$
10	1,0522	0,3790	0,4063	0,4159	0,4273	0,4461	0,4777	0,5120	0,5602	0,6038	0,6401	0,7608	1,0284
15	0,6959	0,3968	0,4422	0,4696	0,4811	0,4941	0,5137	0,5503	0,6228	0,6964	0,7461	0,8427	1,0425
20	0,6105	0,4144	0,4636	0,4770	0,4927	0,5130	0,5532	0,6048	0,6515	0,6954	0,7395	0,8672	1,1108
25	0,5508	0,4339	0,4804	0,4921	0,5091	0,5426	0,5631	0,5935	0,6411	0,7176	0,7607	0,8515	1,0459
30	0,5230	0,4481	0,4836	0,4968	0,5223	0,5475	0,5712	0,5973	0,6451	0,7034	0,7406	0,8149	1,0349
35	0,5202	0,4581	0,5002	0,5173	0,5408	0,5585	0,5790	0,6022	0,6517	0,6989	0,7338	0,8261	1,0328
40	0,5115	0,4666	0,5119	0,5263	0,5432	0,5596	0,5769	0,6034	0,6512	0,6988	0,7341	0,8180	0,9783
45	0,5114	0,4756	0,5192	0,5339	0,5469	0,5611	0,5781	0,6057	0,6506	0,7001	0,7315	0,8106	0,9849
50	0,5043	0,4797	0,5263	0,5367	0,5494	0,5611	0,5777	0,6043	0,6480	0,6965	0,7289	0,7970	1,0152
55	0,4988	0,4837	0,5259	0,5343	0,5461	0,5590	0,5784	0,6032	0,6426	0,6904	0,7286	0,7959	0,9932
60	0,4983	0,4878	0,5210	0,5316	0,5429	0,5574	0,5766	0,6001	0,6410	0,6893	0,7193	0,8047	0,9995
65	0,4910	0,4851	0,5209	0,5303	0,5416	0,5561	0,5739	0,5994	0,6463	0,6861	0,7176	0,8030	1,0122
70	0,4908	0,4867	0,5216	0,5321	0,5434	0,5567	0,5708	0,5923	0,6412	0,6842	0,7152	0,8061	1,0119
75	0,4882	0,4886	0,5208	0,5306	0,5420	0,5550	0,5707	0,5966	0,6397	0,6728	0,7138	0,8057	0,9991



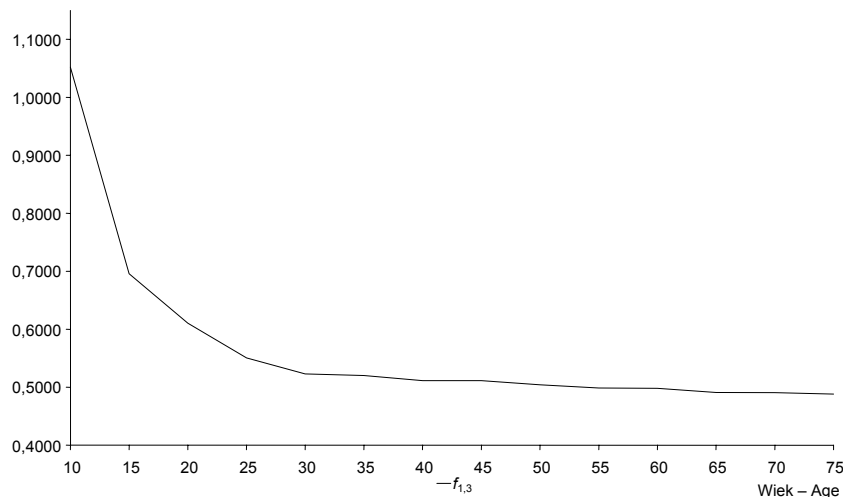
Rys. 1. Średnie arytmetyczne właściwych liczb kształtu dębu $f_{L/15}$, $f_{L/10}$, $f_{L/9}$, $f_{L/8}$, $f_{L/7}$ i $f_{L/6}$
 Fig. 1. Arithmetical means of true form factors values of oaks $f_{L/15}$, $f_{L/10}$, $f_{L/9}$, $f_{L/8}$, $f_{L/7}$ and $f_{L/6}$



Rys. 2. Średnie arytmetyczne właściwych liczb kształtu dębu $f_{L/5}$, $f_{L/4}$, $f_{3/10L}$, $f_{L/3}$, $f_{4/10L}$ i $f_{L/2}$
 Fig. 2. Arithmetical means of true form factors values of oaks $f_{L/5}$, $f_{L/4}$, $f_{3/10L}$, $f_{L/3}$, $f_{4/10L}$ and $f_{L/2}$

średniej z wiekiem, z niewielkim spadkiem odnotowanym w wieku 65 lat. Właściwe liczby kształtu $f_{L/10}$, $f_{L/9}$, $f_{L/8}$ i $f_{L/7}$ wzrastają dość szybko z wiekiem, osiągając maksimum w wieku 50 lat, po czym nieznacznie maleją i w dalszych latach życia drzew niewiele się zmieniają. Ten wzrost średniej arytmetycznej z wiekiem dotyczy także pozostałych 6 liczb kształtu, przy czym maksimum $f_{L/5}$ zaobserwowano w wieku 45 lat, $f_{L/6}$ i $f_{L/4}$ –

w wieku 35 lat, $f_{3/10L}$ i $f_{L/3}$ – w wieku 25 lat a dla $f_{4/10L}$ – 20 lat. Średnia arytmetyczna pierścieniowej liczby kształtu osiąga największą wartość w wieku 10 lat (1,0522) a następnie maleje wraz z wiekiem, osiągając wartość najmniejszą (0,4882) w wieku 75 lat (rys. 3).



Rys. 3. Średnie arytmetyczne pierścieniowej liczby kształtu dębu $f_{1,3}$

Fig. 3. Arithmetical means of breast high form factor of oaks $f_{1,3}$

W tabeli 2 są podane współczynniki zmienności 12 analizowanych właściwych liczb kształtu oraz dodatkowo pierścieniowej liczby kształtu. Przeciętne wartości współczynników wynoszą od 9,01% ($f_{L/4}$) do 14,84% ($f_{L/2}$). Widać wyraźnie, że są one mniejsze od przeciętnej wartości wyliczonej dla pierścieniowej liczby kształtu, wynoszącej 18,61%. Najmniejszą zmiennością charakteryzuje się właściwa liczba kształtu $f_{L/4}$ (od 4,81% – 65 lat do 28,45% – 10 lat; przeciętnie 9,01%), a następnie $f_{L/3}$ (od 4,93% – 75 lat do 29,40% – 10 lat; przeciętnie 9,08%) i $f_{L/5}$ (od 4,36% – 40 lat do 26,93% – 10 lat; przeciętnie 9,09%). Z kolei największą zmienność wykazały właściwe liczby kształtu $f_{L/15}$ (od 7,84% – 75 lat do 41,33% – 10 lat; przeciętnie 12,68%) i $f_{L/2}$ (od 9,78% – 45 lat do 28,88% – 10 lat; przeciętnie 14,84%). Potwierdzają się zatem wcześniejsze badania [Turski 2000, 2003] o najmniejszej zmienności właściwych liczb kształtu $f_{L/4}$, $f_{L/3}$ i $f_{L/5}$ w drzewostanach dębowych. Także największa zmienność $f_{L/2}$ została w tych badaniach potwierdzona.

Jeśli znamy współczynniki zmienności dwóch cech W_1 i W_2 i chcemy ustalić ich średnie arytmetyczne z tym samym błędem procentowym to $\frac{n_2}{n_1} = \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^2$. Tabela 3

zawiera kwadraty ilorazów współczynników zmienności właściwej liczby kształtu W_2 i pierścieniowej liczby kształtu W_1 . Z danych przedstawionych w tabeli wynika, że aby uzyskać taką samą dokładność wyniku określając średnią wielkość właściwej liczby kształtu $f_{L/4}$ należy wykonać 16-40% (średnio 29%), $f_{L/5}$ – 15-60% (średnio 30%), $f_{L/3}$ –

Tabela 2. Współczynniki zmienności pierśnicowej i właściwych liczb kształtu strzał dębu bez kory
 Table 2. Variation coefficients of b.h. form factor and true form factors values of oaks without bark

Wiek Age	$f_{1,3}$	$f_{L/15}$	$f_{L/10}$	$f_{L/9}$	$f_{L/8}$	$f_{L/7}$	$f_{L/6}$	$f_{L/5}$	$f_{L/4}$	$f_{3/10L}$	$f_{L/3}$	$f_{4/10L}$	$f_{L/2}$
10	69,35	41,33	35,20	33,65	32,05	30,71	28,46	26,93	27,89	28,45	29,40	33,22	28,88
15	36,04	18,46	27,33	20,88	20,21	17,76	15,54	14,70	17,48	17,05	11,13	13,47	24,93
20	35,33	16,56	14,66	13,91	13,73	14,75	16,74	18,33	14,42	14,37	10,87	19,70	17,50
25	17,34	10,98	11,97	11,44	11,31	12,33	9,28	8,90	8,27	15,44	12,67	8,42	12,29
30	13,42	11,26	11,32	11,96	13,30	8,39	8,09	6,94	6,78	6,30	6,21	8,18	14,58
35	12,24	9,91	11,35	10,56	8,71	7,49	7,05	6,41	6,00	6,50	5,71	7,98	12,19
40	9,71	8,49	8,36	6,99	7,60	6,13	5,38	4,36	5,72	5,58	6,48	7,07	11,97
45	10,48	9,20	6,81	7,49	6,34	5,39	4,92	4,70	5,55	6,80	6,81	7,88	9,78
50	9,09	8,57	7,12	7,72	6,33	5,56	5,34	6,04	5,61	6,01	5,47	7,97	13,70
55	9,23	8,42	7,32	6,87	6,31	6,41	6,22	5,68	5,69	4,71	5,92	7,79	13,07
60	9,53	9,22	7,64	6,84	6,60	6,69	6,68	5,72	6,02	5,47	7,01	7,32	12,13
65	10,43	9,25	7,53	7,18	6,95	6,85	6,56	5,75	6,17	6,19	7,50	9,06	12,24
70	8,70	7,98	7,07	6,85	6,97	7,30	6,43	5,25	4,81	6,89	7,03	12,00	12,02
75	9,71	7,84	7,52	7,71	7,97	8,11	7,58	7,52	5,69	7,13	4,93	12,93	12,46

Tabela 3. Kwadraty ilorazów $\frac{W_2}{W_1}$ (W_2 – współczynnik zmienności właściwej liczby kształtu, W_1 – współczynnik zmienności pierśnicowej liczby kształtu)

Table 3. Squares of quotients $\frac{W_2}{W_1}$ (W_2 – variation coefficient of true form factor, W_1 – variation coefficient of b.h. form factor)

Wiek Age	$f_{L/15}$	$f_{L/10}$	$f_{L/9}$	$f_{L/8}$	$f_{L/7}$	$f_{L/6}$	$f_{L/5}$	$f_{L/4}$	$f_{3/10L}$	$f_{L/3}$	$f_{4/10L}$	$f_{L/2}$
10	0,36	0,26	0,24	0,21	0,20	0,17	0,15	0,16	0,17	0,18	0,23	0,17
15	0,26	0,58	0,34	0,31	0,24	0,19	0,17	0,24	0,22	0,10	0,14	0,48
20	0,22	0,17	0,16	0,15	0,17	0,22	0,27	0,17	0,17	0,09	0,31	0,25
25	0,40	0,48	0,44	0,43	0,51	0,29	0,26	0,23	0,79	0,53	0,24	0,50
30	0,70	0,71	0,79	0,98	0,39	0,36	0,27	0,26	0,22	0,21	0,37	1,18
35	0,66	0,86	0,74	0,51	0,37	0,33	0,27	0,24	0,28	0,22	0,43	0,99
40	0,76	0,74	0,52	0,61	0,40	0,31	0,20	0,35	0,33	0,45	0,53	1,52
45	0,77	0,42	0,51	0,37	0,26	0,22	0,20	0,28	0,42	0,42	0,57	0,87
50	0,89	0,61	0,72	0,48	0,37	0,35	0,44	0,38	0,44	0,36	0,77	2,27
55	0,83	0,63	0,55	0,47	0,48	0,45	0,38	0,38	0,26	0,41	0,71	2,01
60	0,94	0,64	0,52	0,48	0,49	0,49	0,36	0,40	0,33	0,54	0,59	1,62
65	0,79	0,52	0,47	0,44	0,43	0,40	0,30	0,35	0,35	0,52	0,75	1,38
70	0,84	0,66	0,62	0,64	0,70	0,55	0,36	0,31	0,63	0,65	1,90	1,91
75	0,65	0,60	0,63	0,67	0,70	0,61	0,60	0,34	0,54	0,26	1,77	1,65

9-65% (średnio 35%) i $f_{L/6}$ – 17-61% (średnio 35%) pomiarów koniecznych do określenia średniej arytmetycznej pierśnicowej liczby kształtu. Dla pozostałych właściwych liczb kształtu kwadraty ilorazów współczynników zmienności są już większe, a w wypadku $f_{L/2}$ średnia wartość wynosi aż 1,2.

W pracy oceniono także, w kolejnych pięcioletnich okresach życia drzewa, związek pomiędzy poszczególnymi właściwymi liczbami kształtu a pierśnicą bez kory, wysokością i smukłością. Związek ten określono używając współczynnika korelacji liniowej i przedstawiono w tabeli 4, 5, 6 i 7. Nie stwierdzono ani razu istotnej zależności właściwej liczby kształtu $f_{L/15}$ od pierśnicy, wysokości i smukłości, a $f_{L/2}$ miała związek (odnotowany dwukrotnie) ze smukłością. Także sporadycznie zależności te pojawiły się dla właściwych liczb kształtu $f_{L/10}$, $f_{L/9}$ i $f_{L/8}$. Wyraźniej większą współzależność od pierśnicy i smukłości można zaobserwować dla pozostałych właściwych liczb kształtu. Istotna zależność od wysokości albo w ogóle nie występuje, albo pojawia się sporadycznie. Można także zauważyć, że istotne zależności właściwych liczb kształtu $f_{L/7}$, $f_{L/6}$, $f_{L/5}$, $f_{L/4}$, $f_{3/10L}$, $f_{L/3}$ i $f_{4/10L}$ od pierśnicy i smukłości występują głównie w późniejszym okresie życia drzew (powyżej 40 roku).

Tabela 4. Zależność właściwych liczb kształtu strzał dębu (1) od pierśnicy bez kory (2), wysokości (3) oraz smukłości (4)

Table 4. Relationship between true form factors of oaks (1) and dbh over bark (2), height (3) and slenderness (4)

Wiek Age	$f_{L/15}$			$f_{L/10}$			$f_{L/9}$		
	współczynnik korelacji – coefficient of correlation								
	$r_{1,2}$	$r_{1,3}$	$r_{1,4}$	$r_{1,2}$	$r_{1,3}$	$r_{1,4}$	$r_{1,2}$	$r_{1,3}$	$r_{1,4}$
10	0,25	0,09	-0,51	0,25	0,12	0,64	0,31	0,17	-0,63
15	0,47	0,42	0,02	0,59	0,70	0,32	0,56	0,71	0,38
20	0,32	0,39	-0,05	0,02	0,20	0,18	-0,13	0,11	0,30
25	0,04	-0,08	-0,20	-0,32	-0,21	0,17	-0,31	-0,10	0,27
30	0,03	-0,22	-0,27	0,02	-0,08	-0,17	0,01	-0,03	-0,14
35	-0,14	-0,01	0,09	-0,17	0,07	0,15	-0,21	0,08	0,21
40	-0,23	-0,08	0,18	-0,05	0,13	0,07	-0,28	0,03	0,37
45	-0,29	-0,02	0,31	-0,46	-0,09	0,52	-0,56	-0,25	0,61
50	-0,33	-0,02	0,35	-0,59	-0,36	0,61	-0,61	-0,40	0,62
55	-0,40	-0,12	0,39	-0,54	-0,43	0,48	-0,53	-0,39	0,48
60	-0,42	-0,03	0,47	-0,54	-0,46	0,49	-0,54	-0,47	0,48
65	-0,50	-0,24	0,52	-0,54	-0,54	0,48	-0,53	-0,54	0,46
70	-0,52	-0,29	0,53	-0,57	-0,58	0,50	-0,56	-0,58	0,47
75	-0,46	-0,36	0,43	-0,50	-0,54	0,40	-0,48	-0,53	0,37

Tabela 5. Zależność właściwych liczb kształtu strzał dębu (1) od pierśnicy bez kory (2), wysokości (3) oraz smukłości (4)

Table 5. Relationship between true form factors of oaks (1) and dbh over bark (2), height (3) and slenderness (4)

Wiek Age	$f_{L/8}$			$f_{L/7}$			$f_{L/6}$		
	współczynnik korelacji – coefficient of correlation								
	$r_{1,2}$	$r_{1,3}$	$r_{1,4}$	$r_{1,2}$	$r_{1,3}$	$r_{1,4}$	$r_{1,2}$	$r_{1,3}$	$r_{1,4}$
10	-0,46	0,31	-0,51	0,56	0,40	-0,41	0,46	0,33	-0,47
15	0,50	0,71	0,46	0,41	0,69	0,56	0,25	0,61	0,68
20	-0,22	0,09	0,41	-0,20	0,16	0,47	-0,19	0,19	0,50
25	-0,29	0,03	0,37	-0,23	0,19	0,47	-0,07	0,36	0,41
30	0,02	0,04	-0,11	-0,22	0,16	0,33	-0,35	0,06	0,46
35	-0,44	0,09	0,62	-0,42	-0,09	0,49	-0,45	-0,21	0,44
40	-0,35	-0,07	0,44	-0,34	-0,10	0,41	-0,27	-0,12	0,29
45	-0,61	-0,34	0,63	-0,59	-0,33	0,59	-0,61	-0,39	0,57
50	-0,59	-0,37	0,61	-0,59	-0,38	0,59	-0,66	-0,39	0,65
55	-0,53	-0,40	0,48	-0,53	-0,39	0,47	-0,67	-0,40	0,59
60	-0,54	-0,47	0,46	-0,58	-0,47	0,49	-0,70	-0,40	0,62
65	-0,50	-0,53	0,41	-0,56	-0,53	0,47	-0,63	-0,43	0,57
70	-0,55	-0,59	0,45	-0,61	-0,59	0,52	-0,66	-0,46	0,60
75	-0,51	-0,55	0,39	-0,55	-0,55	0,44	-0,57	-0,51	0,48

Tabela 6. Zależność właściwych liczb kształtu strzał dębu (1) od pierśnicy bez kory (2), wysokości (3) oraz smukłości (4)

Table 6. Relationship between true form factors of oaks (1) and dbh over bark (2), height (3) and slenderness (4)

Wiek Age	$f_{L/5}$			$f_{L/4}$			$f_{3/10L}$		
	współczynnik korelacji – coefficient of correlation								
	$r_{1,2}$	$r_{1,3}$	$r_{1,4}$	$r_{1,2}$	$r_{1,3}$	$r_{1,4}$	$r_{1,2}$	$r_{1,3}$	$r_{1,4}$
10	0,29	0,23	-0,30	-0,02	0,03	-0,01	-0,07	0,01	0,32
15	0,00	0,45	0,77	-0,13	0,33	0,73	-0,12	0,18	0,41
20	-0,09	0,35	0,51	0,15	0,37	0,18	0,19	0,27	0,04
25	0,22	0,21	-0,10	-0,08	-0,31	-0,14	-0,39	-0,44	0,11
30	-0,24	0,03	0,26	0,14	0,05	-0,25	0,22	0,25	-0,20
35	-0,43	-0,31	0,33	-0,58	-0,26	0,50	-0,52	-0,27	0,44
40	-0,27	-0,13	0,24	-0,60	-0,15	0,64	-0,70	-0,33	0,66
45	-0,80	-0,54	0,71	-0,87	-0,58	0,72	-0,13	-0,27	0,03
50	-0,75	-0,38	0,71	-0,64	-0,47	0,47	-0,70	-0,42	0,56
55	-0,78	-0,43	0,66	-0,47	-0,48	0,27	-0,77	-0,52	0,55
60	-0,77	-0,35	0,71	-0,62	-0,23	0,54	-0,72	-0,37	0,60
65	-0,64	-0,28	0,62	-0,56	-0,18	0,51	-0,74	-0,37	0,71
70	-0,47	-0,08	0,45	-0,48	-0,12	0,41	-0,76	-0,49	0,73
75	-0,50	-0,49	0,41	-0,52	-0,31	0,42	-0,68	-0,47	0,64

Tabela 7. Zależność właściwych liczb kształtu strzał dębu (1) od pierśnicy bez kory (2), wysokości (3) oraz smukłości (4)

Table 7. Relationship between true form factors of oaks (1) and dbh over bark (2), height (3) and slenderness (4)

Wiek Age	$f_{L/3}$			$f_{4/10L}$			$f_{L/2}$		
	współczynnik korelacji – coefficient of correlation								
	$r_{1,2}$	$r_{1,3}$	$r_{1,4}$	$r_{1,2}$	$r_{1,3}$	$r_{1,4}$	$r_{1,2}$	$r_{1,3}$	$r_{1,4}$
10	-0,14	-0,03	0,39	-0,27	-0,11	0,31	-0,27	-0,06	0,48
15	-0,26	-0,04	0,24	-0,07	-0,01	0,06	0,09	0,14	0,05
20	-0,34	-0,44	0,03	-0,41	-0,58	-0,05	0,44	0,04	-0,63
25	-0,42	-0,46	0,14	-0,30	-0,39	0,12	0,27	0,12	-0,18
30	0,15	0,24	-0,09	-0,01	-0,24	-0,22	-0,45	-0,09	0,58
35	-0,56	-0,46	0,34	-0,83	-0,49	0,68	-0,36	-0,10	0,48
40	-0,68	-0,29	0,62	-0,72	-0,29	0,70	-0,33	0,01	0,39
45	-0,77	-0,45	0,64	-0,63	-0,40	0,64	0,47	0,43	-0,37
50	-0,89	-0,65	0,73	-0,72	-0,34	0,75	0,40	0,35	-0,30
55	-0,85	-0,50	0,76	-0,38	-0,21	0,20	0,39	0,45	-0,25
60	-0,83	-0,44	0,79	0,20	0,45	-0,18	0,33	0,45	-0,21
65	-0,82	-0,37	0,85	0,56	0,70	-0,47	0,34	0,45	-0,26
70	-0,70	-0,34	0,70	0,39	0,59	-0,31	0,36	0,37	-0,29
75	-0,23	0,06	0,22	0,26	0,62	-0,14	0,33	0,31	-0,26

WNIOSKI

1. Średnie arytmetyczne właściwych liczb kształtu (z wyjątkiem $f_{L/2}$) osiągają najmniejsze wartości w wieku 10 lat. Wraz ze zwiększaniem się wieku drzew średnie arytmetyczne 11 właściwych liczb kształtu początkowo rosną, osiągając maksimum w wieku 20-50 lat, a następnie nie ulegają większym wahaniom. Odmiennym przebiegiem średniej wraz z wiekiem charakteryzuje się pierśnicowa liczba kształtu $f_{1,3}$. Odnotowana największa wartość średniej w wieku 10 lat maleje wraz ze zwiększaniem się wieku drzew.

2. Najmniejszą zmiennością w badanym drzewostanie dębowym charakteryzuje się właściwa liczba kształtu $f_{L/4}$ (przeciętnie 9,01%), $f_{L/3}$ (9,08%) i $f_{L/5}$ (9,09%). Z kolei największe współczynniki zmienności odnotowano dla właściwej liczby kształtu $f_{L/2}$ (przeciętnie 14,84%). Szczególnie dużą zmienność wykazują omawiane właściwe liczby kształtu dla drzew w wieku do 25 lat.

3. Chcąc określić średnią wartość właściwej liczby kształtu $f_{L/4}$ i pierśnicowej liczby kształtu $f_{1,3}$ z tą samą dokładnością to obliczając średnią wartość właściwej liczby kształtu można wykonać 2/3 losowych pomiarów mniej.

4. Nie stwierdzono żadnej istotnej zależności pomiędzy właściwą liczbą kształtu $f_{L/15}$ a pierśnicą, wysokością i smukłością. Sporadycznie zależności te pojawiły się dla właściwych liczb kształtu $f_{L/2}$, $f_{L/10}$, $f_{L/9}$ i $f_{L/8}$. Pozostałe właściwe liczby kształtu wykazują wyraźnie większą współzależność od pierśnicy i smukłości. Istotna zależność od

wysokości albo w ogóle nie występuje albo pojawia się sporadycznie. Współczynniki korelacji liniowej, określające zależność właściwych liczb kształtu $f_{L/7}$, $f_{L/6}$, $f_{L/5}$, $f_{L/4}$, $f_{3/10L}$, $f_{L/3}$ i $f_{4/10L}$ od pierśnicy i smukłości, występują głównie w późniejszym okresie życia drzew (powyżej 40 roku).

PIŚMIENNICTWO

- Beker C., 2000 a. Pierśnicowa liczba kształtu strzał w drzewostanach sosnowych. Roczn. AR Pozn. 236, Leśn. 38, 3-9.
- Beker C., 2000 b. Właściwe liczby kształtu strzał przy różnych ilorazach L/n w drzewostanach sosnowych. Sylwan 10, 95-106.
- Borowski M., Grochowski J., 1969. Wyniki analizy pni drzewostanu sosnowego lasów Rogowa. Folia For. Pol. Ser. A 15, 9-55.
- Bruchwald A., 1971. Metoda określania bieżącego przyrostu miąższości drzewostanu przy zastosowaniu właściwej liczby kształtu fl/3. Folia For. Pol. Ser. A 18, 99-131.
- Bruchwald A., Grochowski J., 1976. Badania nad szeregiem pełności strzał w drzewostanach sosnowych. Sylwan 8, 31-40.
- Bruchwald A., Grochowski J., 1977 a. Zależność między szeregami pełności a właściwą liczbą kształtu strzały w drzewostanach sosnowych. Bull. Acad. Pol. Sci. Ser. Sci. Biol. 11, 679-696.
- Bruchwald A., Grochowski J., 1977 b. Właściwa liczba kształtu strzały fl/2 w drzewostanach sosnowych jako miara pełności strzały i podstawa oceny dokładności wzoru środkowego przekroju. Sylwan 12, 1-9.
- Bruchwald A., Grochowski J., 1978. True form factor of stems fl/2 in pine stands. Bull. Acad. Pol. Sci. Ser. Sci. Biol. 1, 55-61.
- Bruchwald A., Michalak K., 1982. Variability and dependence of the breast high form Factor of stem in bark on some features of the tree in young pine stands. For. Wood Technol. 29, 31-35.
- Bruchwald A., Rymer-Dudzińska T., 1988 a. Empirical equations for determining the b.h. form factors of stems without bark in spruce stands. For. Wood Technol. 37, 3-7.
- Bruchwald A., Rymer-Dudzińska T., 1988 b. Uniform lines of the b.h. form factors of stems without bark for spruce stands. For. Wood Technol. 37, 9-13.
- Bruchwald A., Rymer-Dudzińska T., 1998. Wzory empiryczne do określania pierśnicowej liczby kształtu strzał sosen w korze z uwzględnieniem krain przyrodniczo-leśnych. Sylwan 8, 5-13.
- Grochowski J., 1961. Results of investigations on the Breast-high form factor of stems in Pine stands. Bull. Acad. Pol. Sci. Ser. Sci. Biol. 9, 463-470.
- Grochowski J., 1962. Investigation on the True Form factor of stems in pine stands. Bull. Acad. Pol. Sci. Ser. Sci. Biol. 10, 341-347.
- Lemke J., Staszewska-Labędzka M., 1982. Retrospektywna analiza właściwej liczby kształtu strzały $f_{0.1b}$ w młodszych drzewostanach sosnowych. Pr. Kom. Nauk Roln. Kom. Nauk Leśn. PTPN 66, 35-40.
- Meixner J., 1965. Wyniki dotychczasowych badań nad pierśnicowymi liczbami kształtu. Roczn. WSR Pozn. 27, 157-166.
- Meixner J., 1967. Zmienność i zależność pierśnicowych liczb kształtu od różnych cech taksacyjnych drzew w drzewostanach sosnowych. Pr. Kom. Nauk Roln. Kom. Nauk Leśn. PTPN 22, 5, 1-80.
- Meixner J., 1985. Pierśnicowe liczby kształtu 50-letniego drzewostanu sosnowego. Pr. Kom. Nauk Roln. Kom. Nauk Leśn. PTPN 60, 77-84.
- Meixner J., 1994. Właściwe liczby kształtu strzał sosny przy różnych ilorazach L/n. Pr. Kom. Nauk Roln. Kom. Nauk Leśn. PTPN 78, 121-129.
- Meixner J., 1995. Dalsze badania nad właściwymi liczbami kształtu strzał sosen przy różnych ilorazach L/n. Pr. Kom. Nauk Roln. Kom. Nauk Leśn. PTPN 80, 83-92.
- Rymer-Dudzińska T., 1962. Dependence of breast-high form factor of stems on bark thickness in Pine Stands. Bull. Acad. Pol. Sci. Ser. Sci. Biol. 9, 383-388.

- Rymer-Dudzińska T., 1965. Badania nad zależnością między pierśnicową liczbą kształtu strzał a grubością kory w drzewostanach sosnowych. *Folia For. Pol. Ser. A* 11, 265-286.
- Rymer-Dudzińska T., 1979. Związek między pierśnicową liczbą kształtu a różnymi cechami taksacyjnymi drzewostanu. *Zesz. Nauk. SGGW-AR, Leśn.* 27, 127-141.
- Rymer-Dudzińska T., 1982. Dependence of breast high form factor of the stem without bark on various stand estimation elements. *For. Wood Technol.* 29, 13-21.
- Rymer-Dudzińska T., 1982. Changes of the breast high form factor of the pine stem in bark in the development categories of the stand with age, average b.h. diameter and the height of the stand. *For. Wood Technol.* 29, 23-30.
- Turski M., 1990. Zmiana właściwych liczb kształtu z wiekiem przy różnych ilorazach h/n. *Pr. Kom. Nauk Roln. Kom. Nauk Leśn. PTPN* 70, 94-98.
- Turski M., 2000. Zmienność właściwych liczb kształtu dębu oraz zależność liczb kształtu od niektórych cech drzew. *Rocz. AR Pozn.* 326, Leśn. 38, 135-143.
- Turski M., 2003. Retrospektywna analiza wybranych właściwych liczb kształtu strzał dębu. *Sylwan* 7, 31-39.
- Wróblewski L., 1990. Change of true form factor (F0.1) with age in pine stands of the Olkusz chief forestry. *For. Wood Technol.* 40, 51-53.
- Wróblewski L., 1993. Changes in breast-high form factor (F2) and the true form factor (F0.1) with age in Scots-pine stands of the forest division Świerklaniec. *For. Wood Technol.* 44, 19-21.
- Zygmunt R., 1997. Liczba kształtu modrzewia polskiego w rezerwacie ścisłym na Górze Chełmowej. *Sylwan* 11, 83-90.

FURTHER RESEARCH ON CHANGES OF TRUE FORM FACTOR VALUES OF OAKS, THEIR VARIABILITY AND RELATIONS TO SOME TREE FEATURES WITH THE AGE OF TREES

Abstract. The paper presents results of research on changes of the variation of chosen true form factors of oak stems with age. There were 28 sample trees chosen by Darudt's scheme in 80 years old oak stand. On these trees, when fallen down, the full stem analysis in five year periods were applied. The results of the analysis were used for calculating following form factors: $f_{L/15}$, $f_{L/10}$, $f_{L/9}$, $f_{L/8}$, $f_{L/7}$, $f_{L/6}$, $f_{L/5}$, $f_{L/4}$, $f_{3/10L}$, $f_{L/3}$, $f_{4/10L}$ and $f_{L/2}$ under bark. The value of the b.h. form factor was also calculated for each stem for comparative purpose. The less variable form factors in examined stands were $f_{L/4}$, $f_{L/3}$ and $f_{L/5}$. Average values of their coefficients of variation were, correspondingly 9.01%, 9.08% and 9.09%. The highest variation was found for $f_{L/2}$ – 14,84% on average. The correlation between investigated form factors and d.b.h. under bark, tree height so as slenderness quotient have also been analysed. In most cases, the correlation between form factors and tree height, calculated in different periods of life, is weak, often statistically insignificant. Stronger correlation appears in later period of tree life (over 40 years) between true form factors $f_{L/7}$, $f_{L/6}$, $f_{L/5}$, $f_{L/4}$, $f_{3/10L}$, $f_{L/3}$, $f_{4/10L}$ and d.b.h. under bark and slenderness quotient.

Key words: true form factor, changes, oak

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 06.09.2005 r.

Do cytowania – For citation: Turski M., 2005. Dalsze badania nad zmiennością z wiekiem właściwych liczb kształtu dębu oraz zależnością pomiędzy nimi a niektórymi cechami wymiarowymi drzew. Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 4(2), 123-133.