

JAN KARCZMARSKI

Struktura rozkładów pierśnic w naturalnych górnoregłowych borach świerkowych Tatr i Beskidów Zachodnich w zależności od stadiów i faz rozwojowych lasu o charakterze pierwotnym

Dbh distribution structure in natural spruce stands of the upper montane belt in the Tatra and Beskid mountains in respect to the stages and phases of virgin type forest development

ABSTRACT

The paper focuses on dbh distributions in the natural spruce stands at different stages and in different phases of virgin type forest development in the upper montane belt (according to developmental cycle by Korpel). The dbh distributions: normal, logarithmic-normal, Weibull and gamma that were found on 12 permanent study plots measured in 1991-1994 depended on the developmental stages and phases of the stands analysed.

KEY WORDS

dbh distribution, stand structure, virgin type forests, spruce

Wstęp

W niewielkich i przestrzennie wyizolowanych fragmentach tatrzańskich i beskidzkich górnoregłowych borów świerkowych, zachowały się partie drzewostanów, w których nie prowadzono zabiegów gospodarczych [Midowicz 1928; Dzieciolowski 1963; Myczkowski i in. 1975; Galański 1980; Denisiuk i in. 1983; Fabijanowski, Dziewolski 1996]. Wpływ człowieka w tych drzewostanach ograniczał się jedynie do oddziaływań pośrednich, związanych głównie z imisjami przemysłowymi i ewentualnymi zmianami klimatu. Badania naukowe tych ocalałych enklaw górnoregłowego boru świerkowego o pierwotnym charakterze nabierają szczególnego znaczenia przy silnej presji człowieka na środowisko oraz rejestrowanym procesie osłabienia i zamierania świerków, spowodowanym wysokim poziomem zanieczyszczeń powietrza.

Inicjowane przez różne czynniki stresogenne przemiany ocalałych „pierwotnych” świerczyn, mogą zaburzyć charakterystyczną dla nich budowę i strukturę, która może być naturalnym wzorcem np. dla lasów rezerwatowych objętych ochroną częściową lub przy odtwarzaniu lasów wyższych położań górskich na terenach pokłęskowych [Jaworski 1997].

W tym kontekście szczególnej wagi nabierają badania, których celem jest możliwie pełny opis cech budowy i struktury istniejących jeszcze świerkowych borów o charakterze pierwot-

JAN KARCZMARSKI

Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu
Akademii Rolniczej
Al. 29 Listopada 46
31-425 Kraków
karczmariski@wp.pl

nym, w tym rozkładów pierśnic, kształtujących się w tych drzewostanach bez ingerencji ze strony człowieka

Celem niniejszej pracy jest określenie typów rozkładów pierśnic charakterystycznych dla górnoregłowych borów świerkowych

o charakterze pierwotnym, w powiązaniu z wyróżnionymi w nich stadiami i fazami według Korpela [1989]. Określenie charakterystycznych typów struktury pierśnic dla poszczególnych etapów życia drzewostanów, w możliwie nie zakłóconych przez człowieka warunkach, może dać bowiem podstawy do racjonalnego kształtowania struktury drzewostanów świerkowych objętych planowymi zabiegami hodowlanymi.

Metodyka badań

Badania terenowe przeprowadzono w latach 1990-1994, na stałych powierzchniach badawczych o wielkości 0,5 ha. [Jaworski, Karczmarski 1989; Karczmarski 1995, 1999].

W celu określenia struktury pierśnic badanych drzewostanów, na wszystkich drzewach żywych oraz posuszu stojącym pomierzono pierśnice drzew, począwszy od grubości 8 cm, z dokładnością 0,5 cm. W celu określenia zasobności drzewostanów zmierzono wszystkie wysokości (wysokościomierzem Blume-Leissa). W celu określenia wieku oraz bonitacji wzrostowej na każdej powierzchni nawiercono świdrem Presslera po 30 drzew.

Miąszość drzew, zasobność i bonitację wzrostową badanych drzewostanów określono zgodnie z metodyką prezentowaną w cytowanych pracach [Jaworski, Karczmarski 1995; Karczmarski 1995].

W celu ogólnej charakterystyki pierśnic świerków obliczono podstawowe parametry statystyczne, uwzględniając miary rozproszenia (średnia, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności) oraz miary pozycyjne (wartości ekstremalne, mediana i kwartyle) [Żuk 1989]. W celu precyzyjnego określenia jakim rozkładem teoretycznym odpowiadają pierśnice świerków na badanych powierzchniach, na podstawie danych empirycznych obliczono odpowiadające im funkcje gęstości rozkładów normalnego, logarytmiczno-normalnego, χ^2 , Weibulla, gamma i wykładniczego. Obliczenia wykonano dla danych zgrupowanych w czterocentymetrowe szeregi rozdzielcze począwszy od pierśnicy 8,0 cm. Parametry rozkładu Weibulla szacowano metodą trzech pierwszych momentów zwykłych [Rennolls i in.1985], a rozkład wykładniczy obliczano jako ciągły oraz jako dyskretny rozkład Liocourta-Meyera według metody proponowanej przez Rutkowskiego [1968].

Hipotezę o zgodności rozkładów teoretycznych z rzeczywistym weryfikowano testem χ^2 przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ i $\alpha=0,01$. W przypadku zgodności więcej niż jednego rozkładu teoretycznego z danymi empirycznymi, za najwłaściwszy przyjmowano ten, którego wartość testu χ^2 była najmniejsza i odpowiadające mu prawdopodobieństwo zgodności rozkładów P_{obl} największe. Jednocześnie dla rozkładów zgodnych z teoretycznym przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ przypisywano rangę=5, a zgodnych przy poziomie istotności $\alpha=0,01$, rangę=1. Rozkład, którego suma tak określonych rang i równocześnie średnie prawdopodobieństwo zgodności z rozkładem empirycznym są największe, można uznać za najlepiej dopasowany do rzeczywistego rozkładu pierśnic w badanych drzewostanach.

LOKALIZACJA I CHARAKTERYSTYKA SIEDLISKOWO-DRZEWOSTANOWA POWIERZCHNI BADAWCZYCH. O wyborze drzewostanów do badań zdecydowały cechy, które świadczą o pierwotnym charakterze świerczyn górnoregłowych. W Tatrach wszystkie powierzchnie badawcze założono w obszarze występowania świerka rodzimego wyróżnionym przez Myczkowskiego, Feliksika i Słodyczkę [1975]. Powierzchnie beskidzkie położone są w najbardziej pierwotnych fragmentach regla górnego w masywach Babiej Góry i Romanki [Midowicz 1928; Galarowski 1980; Denisiuk i in. 1983] (tab. 1).

W badaniach uwzględniono tylko takie drzewostany, w których nie zaobserwowano śladów bezpośredniej ingerencji człowieka. W Tatrach mogły zaznaczyć się wpływy prowadzonej dawniej intensywnej gospodarki pasterskiej.

Tabela 1.
 Położenie powierzchni badawczych oraz ich charakterystyka siedliskowo-drzewostanowa
 Location of study plots and their forest and habitat characteristics

Nazwa powierzchni	Seceiska Wyznie	Dwoisty Zleb	Dolina Pańszczyca	Las Pańszczycki	Żółty Potok	Romanka I	Romanka II	Markowe Szczawiny	Żółty Szlak	Czerwonny Szlak	Akademička Perć	Górny Płaj
Położenie	Tatarski Park Narodowy					Babiogórski Park Narodowy						
	Dolina Rybiego Potoku (Morskiego Okta)		Dolina Pańszczyca (Stawów Gąsienicowych)		Dolina Suchej Wody (Stawów Gąsienicowych)		Rezerwat ścisły „Romanka”					
(oddział, pododdział)	48 b	48 b	135	156	143	204 c	204 h	24	23	23	22	10
Wysokość n.p.m. [m]	1412-1430	1410-1427	1480-1497	1440-1453	1388-1413	1320-1345	1270-1280	1227-1242	1225-1240	1240-1265	1350-1360	1150-1170
Ekspozycja	N	W-NW	N-E	N-NE	N-NW	E-ES	E	N-NE	W-N-E	N	N	N
Nachylenie	2-17°	10°-17°	12°-20°	0°-12°	8°-13°	18°-22°	0°-5°	10°-15°	15°-25°	18°-25°	8°-10°	8°-23°
Gleby	Bielice próchniczno-żelaziste i gleby inicjalne rumoszone		Bielice próchniczno-żelaziste		Bielice próchniczne i ranker bielcowany		Bielice żelaziste i ranker bielcowany					
Zespół roślinny	<i>Plagiothecio-Piceetum tatricum</i>											
Siedliskowy typ lasu	Bór wysokogórski (BWG)											
Liczba drzew [szt./ha]	840	766	572	388	512	316	192	250	286	210	364	248
Miąższość [m ³ /ha]	250,24	419,23	453,95	446,11	429,31	464,72	341,5	428,88	356,43	364,15	325,16	560,95
Skład gatunkowy	Św 94 Jrz 5	Św 98 Jrz 2	Św 100	Św 100	Św 100	Św 100	Św 97 Jrz 1 Bk 2	Św 100	Św 94 Jrz 6	Św 100	Św 88 Jrz 12	Św 99 Bk 1
według miąższości	Św 97 Jrz 2	Św 100	Św 100	Św 100	Św 100	Św 100	Św 100	Św 100	Św 100	Św 100	Św 98 Jrz 2	Św 100
Bonitacja wzrastowa wg Schwappacha	V		IV/V		IV		III		IV		V	
Wiek*	75-117	88-175	126-370	105-315	101-275	125-312	145-270	155-225	105-298	97-268	99-184	155-272
Stadium i faza rozwojowa według Korpela	Stadium dorastania faza dwuwarskowa i odnowienia	Stadium optymalne i rozpadu	Stadium optymalne i rozpadu	Stadium rozpadu faza starzenia	Stadium dorastania faza starzenia	Stadium optymalne i rozpadu	Stadium rozpadu faza starzenia	Początek stadium rozpadu	Stadium dorastania i rozpadu	Początek stadium rozpadu	Stadium optymalne	Stadium dorastania/ rozpadu faza przerębowa

* wiek pierśnicowy drzew reprezentujących warstwy drzewostanu panującego – Dbh age of trees representing the dominant stand layer

Powierzchnie badawcze zlokalizowane są na wysokości, w Tatrach 1390-1500, a w Beskidach 1150-1360 m n.p.m (tab. 1). Biorąc pod uwagę zróżnicowanie wysokości Tatr i Beskidów, wszystkie badane drzewostany znajdują się w górnej części regla górnego, w zbliżonych warunkach klimatycznych, charakterystycznych dla chłodnego piętra klimatycznego.

Powierzchnie badawcze reprezentują siedliskowy typ lasu boru wysokogórskiego oraz zespół roślinny acydofilnego zachodniokarpackiego górnoeregłowego boru świerkowego (*Plagiothecio-Piceetum tatricum*) (tab. 1).

Wszystkie badane drzewostany to lite świerczyny. W sześciu z nich zaznaczała się sporadyczna lub pojedyncza domieszka jarzębiny i limby, a na dwóch najniższych położonych powierzchniach także buka. Liczba drzew wynosiła od 192-840 szt./ha, a zasobność kształtowała się w granicach 250-560 m³/ha (tab. 1). Wiek drzew zależy od wyróżnionego stadium i fazy rozwojowej i charakteryzował się znaczną zmiennością, świadczącą o kilkugeneracyjności badanych świerczyn (tab. 1). Szczegółową charakterystykę wymienionych cech badanych drzewostanów znaleźć można w pracach Jaworskiego i Karczmarzkiego [1989, 1995] i Karczmarzkiego [1995, 1999].

Na podstawie kryteriów wyróżniania stadiów i faz rozwojowych lasu pierwotnego [Korpel 1989], w badanych drzewostanach stwierdzono występowanie wszystkich stadiów rozwojowych, w tym na trzech powierzchniach znajdują się one w fazie przerębowej (tab. 1).

Wyniki badań

W badanych drzewostanach stwierdzono dużą zmienność pierśnic żywych drzew. Najgrubsze drzewa występowały na powierzchniach beskidzkich, osiągając maksymalnie 64-98,5 cm, w Tatrach pierśnice kształtowały się w granicach 43,5-73 cm (tab. 2). W większości obserwowanych świerczyn reprezentowane były wszystkie stopnie grubości, począwszy od przyjętego progu pierśnicowania (8 cm). W czterech drzewostanach minimalne pierśnice były wyraźnie większe i wynosiły 13-22 cm (tab. 2). Trzy z tych czterech drzewostanów reprezentowały fazę starzenia się w początkowym stadium rozpadu, a jeden (Akademicka Perć) stadium optymalne.

Największy rozstęp pierśnic, szerokie przedziały międzykwartylowe i zarazem wysokie współczynniki zmienności pierśnic (0,50-0,53) stwierdzono w drzewostanach o złożonej budowie (faza przerębowa) na powierzchniach Żółty Szlak i Górny Płaj na Babiej Górze, a także w drzewostanie Żółty Potok w Tatrach (tab. 2). Również szerokim rozstępem pierśnic, ale przy nieco mniejszym współczynniku zmienności (0,42) charakteryzował się drzewostan Romanka II, reprezentujący zaawansowane stadium rozpadu. Najmniejszą zmienność pierśnic wykazywały drzewostany reprezentujące stadium optymalne, jego fazę starzenia lub stadium rozpadu (tab. 2).

Średnie pierśnice świerków w badanych drzewostanach kształtowały się na poziomie od około 21 cm na powierzchni Ścieciska Wyżnie w stadium dorastania, do około 43-45 cm na powierzchniach Górny Płaj, Markowe Szczawiny, Romanka II i Czerwony Szlak, reprezentujących różne stopnie zaawansowania stadium rozpadu (tab. 2).

Na większości powierzchni średnie pierśnice nie różniły się znacząco od odpowiadających im median. Tylko w drzewostanach Żółty Potok, Romanka II i Żółty Szlak mediany w większym stopniu odbiegały od wartości średnich (tab. 2), co wskazuje na asymetrię rozkładów pierśnic.

Pięć z dwunastu badanych drzewostanów wykazywało największą zgodność z rozkładem normalnym, trzy z rozkładem Gamma, dwa z rozkładem Weibulla, i dwa z rozkładem logarytmiczno-normalnym. W żadnym z drzewostanów nie stwierdzono występowania zgodności rzeczywistych krzywych frekwencji pierśnic drzew z teoretycznymi rozkładami: χ^2 , wykładniczym i Liocourta-Meyera (tab. 3).

Tabela 2.

Podstawowe parametry statystyczne pierśnic żywych świerków (≥ 8 cm) w badanych drzewostanach
Main statistical parameters of live spruce diameters at breast height (≥ 8 cm) in studied stands

Powierzchnia badawcza	n	Min	Max	Pierśnica ($D_{1,3}$)					
				Q_1	Q_3	Me	\bar{S}_r	s	V_s
	[szt.]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	
Ścieciska Wyżnie	396	8,0	43,5	14,5	27,0	21,0	21,1	7,9	0,37
Dwoisty Żleb	374	8,0	53,5	18,5	33,0	26,5	26,1	9,7	0,37
Dolina Pańszczycy	286	8,5	65,0	24,0	39,0	31,0	31,2	11,2	0,36
Las Gąsienicowy	195	8,0	66,5	26,5	47,0	36,5	36,1	14,0	0,39
Żółty Potok	256	8,0	73,0	15,3	39,0	25,7	28,5	15,0	0,53
Romanka I	158	16,5	75,0	34,5	46,0	39,0	41,0	10,2	0,25
Romanka II	93	8,0	81,0	39,0	56,0	48,0	44,5	18,7	0,42
Markowe Szczawiny	125	22,0	64,0	38,5	49,5	45,0	43,9	9,0	0,20
Żółty Szlak	134	8,0	98,5	21,0	50,5	34,0	36,5	19,3	0,53
Czerwony Szlak	105	13,0	73,0	35,0	56,5	46,0	45,4	13,8	0,30
Akademicka Perć	160	15,0	83,0	32,0	46,0	38,7	39,0	10,3	0,26
Górny Płaj	123	8,0	91,0	24,0	58,0	44,0	43,4	21,7	0,50

Objaśnienia: n – liczba drzew; Q_1 , Q_3 – kwartyle dolny i górny; Me – mediana; \bar{S}_r – średnia; s – odchylenie standardowe; V_s – współczynnik zmienności

Description: n – number of trees; Q_1 , Q_3 – lower and upper quartiles; Me – median; \bar{S}_r – means; s – standard deviation; V_s – variability coefficient

Biorąc pod uwagę wartości prawdopodobieństw zgodności rozkładów teoretycznych z empirycznymi, obliczono dla każdego badanego rozkładu sumę rang. Największą sumę rang stwierdzono dla rozkładu normalnego (45), a średnie prawdopodobieństwo zgodności rozkładów teoretycznego z rzeczywistym wyniosło w tym przypadku 0,21 (tab. 3). Na drugim miejscu znalazł się rozkład Weibulla z sumą rang 35 i średnim prawdopodobieństwem 0,18. Suma rang dla rozkładów gamma i logarytmiczno-normalnego wyniosły odpowiednio 27 i 16, a średnie prawdopodobieństwa 0,13-0,11 (tab. 3).

Ze względu na to, że badane bory świerkowe znajdowały się w różnych etapach naturalnego cyklu rozwojowego (tab. 1), charakteryzowały się odmienną i charakterystyczną dla tych stadiów budową. W związku z tym, sumy rang i średnie prawdopodobieństwa zgodności rozkładów obliczono także dla grup drzewostanów, wyróżnionych na podstawie ich przynależności do poszczególnych stadiów i faz rozwojowych.

W drzewostanach reprezentujących zaawansowane stadium dorastania (z wyrównaną budową wysokościową) lub stadium optymalne, na pięć drzewostanów, cztery wykazywały zgodność z normalnym rozkładem pierśnic, z wysokim średnim prawdopodobieństwem (0,29). W jednym drzewostanie stwierdzono zgodność z teoretycznym rozkładem logarytmiczno-normalnym (tab. 3).

W świerczynach znajdujących się w stadium rozpadu najlepiej dopasowanym rozkładem teoretycznym okazał się rozkład Weibulla. W dwóch drzewostanach średnie prawdopodobieństwo zgodności pierśnic z tym rozkładem wyniosło 0,34. Na pozostałych dwóch powierzchniach, reprezentujących stadium rozpadu stwierdzono zgodność z rozkładem normalnym i logarytmiczno-normalnym (tab. 3).

Górnoreglowe bory świerkowe znajdujące się w fazie przerębowej we wszystkich trzech przypadkach wykazały najlepsze dopasowanie rozkładów pierśnic do rozkładu gamma, przy czym w dwóch przypadkach była to zgodność istotna statystycznie (tab. 3).

Tabela 3.

Sumy rang dla uwzględnionych rozkładów pierśnic, średnie prawdopodobieństwo zgodności rozkładów empirycznych z teoretycznymi oraz liczba drzewostanów o największym prawdopodobieństwie zgodności rozkładów teoretycznego z empirycznym

Rank sums for dbh distributions, medium probability of compliance of empirical with theoretical distributions and number of stands with the highest probability of conformance of theoretical with empirical distributions

Rozkłady teoretyczne	Normalny	Weibulla	Gamma	Logarymiczno-normalny	χ^2	Wykładniczy	Liocourta-Meyera
	Wszystkie drzewostany						
Suma rang	41	35	27	16	16	0	0
Średnie P_{Obsl}^*	0,21	0,18	0,13	0,11	0,10	0	0
NP_{Max}^{**}	5	2	3	2	-	-	-
	Stadium optymalne i dorastania (5 d-stanów)						
Suma rang	21	15	10	10	10	0	0
Średnie P_{Obsl}^*	0,29	0,16	0,09	0,07	0,07	0	0
NP_{Max}^{**}	4	-	-	1	-	-	-
	Stadium rozpadu (4 d-stany)						
Suma rang	15	15	11	6	6	0	0
Średnie P_{Obsl}^*	0,25	0,34	0,28	0,27	0,24	0	0
NP_{Max}^{**}	1	2	-	1	-	-	-
	Faza przerębowa (3 d-stany)						
Suma rang	0	5	6	0	0	0	0
Średnie P_{Obsl}^*	0,04	0,06	0,11	0	0	0	0
NP_{Max}^{**}	-	-	3	-	-	-	-

* średnie prawdopodobieństwo zgodności z rozkładem teoretycznym; ** liczba drzewostanów [szt.] o największym prawdopodobieństwie zgodności rozkładów teoretycznego z empirycznym

* mean probability of conformance with theoretical distribution; ** number of trees with the highest probability of conformance of theoretical and empirical distributions

Dyskusja

W polskich górskich drzewostanach świerkowych wykazujących naturalny bądź pierwotny charakter rozkładu pierśnic opisywane były na Babiej Górze przez Dziewolskiego [1987], Jaworskiego i Karczmarskiego [1989, 1995] oraz Holeksę [1998], na Pilsku przez Puchalskiego [1966], Szymańskiego [1990] i Jaworskiego i in.[2000], na Romance przez Holeksę z zespołem [Holeksa i in.1996], w Tatrach przez Myczkowskiego [1964] i Karczmarskiego [1995].

Ponadto w Karpatach z autorów zagranicznych opisem struktury pierśnic świerczyn (*Picea abies* Karst.) wykazujących pierwotny charakter zajmowali się m.in. Korpel [1989] oraz Saniga i Sklenar [1989].

Część cytowanych autorów charakteryzując rozkłady pierśnic badanych drzewostanów stosuje metody opisowe lub porównuje krzywe rozkładu pierśnic do teoretycznego rozkładu normalnego lub przy złożonej budowie drzewostanów także wykładniczego Liocourta-Meyera

[Jaworski, Karczmarski 1989, 1995, 2000; Szymański 1990]. Także często stosowaną formą opisu struktury pierśnic jest określanie typów rozkładów według Pearsona [Jaworski, Karczmarski 1989, 1995; Jaworski i in. 2000].

Średnie pierśnice jak i ich maksymalne rozmiary w badanych w niniejszej pracy drzewostanach zależne są od stadium rozwojowego i wieku drzewostanów. Zarówno bowiem w Tatrach jak i na Romance oraz Babiej Górze największe średnie (około 43-45 cm) i największe maksymalne pierśnice (64-81 cm) osiągnęły drzewostany reprezentujące różne etapy stadium rozpadu. Podobną prawidłowość zaobserwował Korpel [1989] na południowych stokach masywu Babiej Góry („Kotlina pod Babou Horou”), gdzie największe pierśnice (do 95 cm) zarejestrowano w świerczynie znajdującej się w tym stadium rozwojowym.

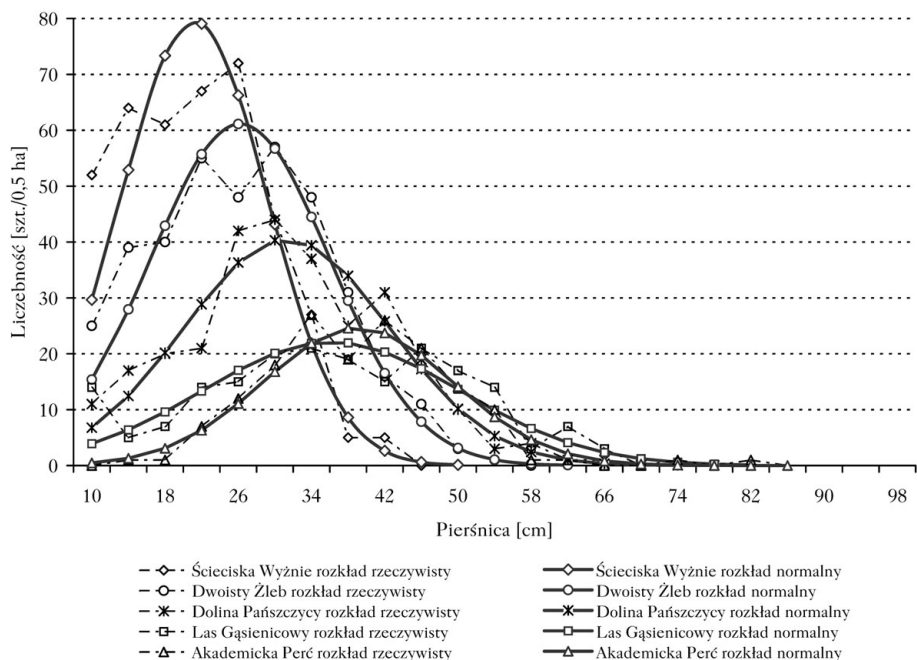
W badanych drzewostanach stwierdzono wyraźne różnice w stopniu zmienności pierśnic pomiędzy borami tatrzańskimi i beskidzkimi. Za szczególnie charakterystyczne uznano wyraźnie większe współczynniki zmienności pierśnic świerczyn tatrzańskich, reprezentujących stadium dorastania lub optymalne (0,36-0,53), w porównaniu z borami beskidzkimi znajdującymi się w analogicznych okresach rozwojowych (0,25-0,26). Silniejsze zróżnicowanie struktury grubości w drzewostanach tatrzańskich prawdopodobnie związane jest z większym zagęszczeniem drzew oraz lepiej wykształconą biogrupową (skupiskową) strukturą przestrzenną [Karczmarski 1999], silnie wpływającą na zróżnicowanie warunków wzrostu poszczególnych osobników w ramach grup i kęp.

Analiza struktur pierśnic badanych drzewostanów i porównanie ich z wybranymi rozkładami teoretycznymi pozwala w uwzględnionych górnoregłowych świerczynach Tatr i Beskidów wyróżnić trzy charakterystyczne grupy.

Do pierwszej z nich należy pięć drzewostanów charakteryzujących się normalnym rozkładem pierśnic (ryc. 1). Dominują tu drzewostany znajdujące się w stadium optymalnym (Dwoisty Żleb, Dolina Pańszczycy, Akademicka Perć), a występują także drzewostany reprezentujące zaawansowane stadium dorastania (Ścieciska Wyżnie) lub początkowy etap stadium rozpadu (Las Gąsienicowy). We wszystkich pięciu wymienionych drzewostanach stwierdzono obok normalnego rozkładu pierśnic drzew jednopiętrową budowę oraz jednocześnie kilku- lub wielogeneracyjną strukturę wieku [Karczmarski 1995, 1999]. Rozkład normalny pierśnic nie musi zatem wskazywać na występowanie jednogeneracyjnych drzewostanów, może być wręcz charakterystyczny dla wielogeneracyjnych, ale jednopiętrowych świerczyn pochodzenia naturalnego znajdujących się w stadium optymalnym. Stadium to, ze względu na stosunkowo długi czas jego trwania dominuje powierzchniowo w borach górnoregłowych [Dziwolski 1987; Jaworski, Karczmarski 1989; Holeksa 1998], ze względu na wyrównywanie się wysokości drzew i wykształcającą się jednopiętrową budowę upodabnia się do jednowiekowych monokultur. Wydłużony okres odnowienia naturalnych drzewostanów świerkowych mogący osiągać według badań Holeksy [1998] nawet ponad 80 lat oraz drobnopowierzchniowy sposób odnawiania się w powstających i stopniowo poszerzających lukach, tłumaczą duże zróżnicowanie wiekowe późniejszego stadium optymalnego.

W omawianych drzewostanach wykazujących zgodność z rozkładem normalnym nie zaobserwowano czynników destabilizujących, związanych z naturalnym rozpadem (np. powstawanie luk) lub uwarunkowanych czynnikami zewnętrznymi (szkody abiotyczne czy spowodowane imisjami). Normalny rozkład pierśnic w tych naturalnych borach może zatem być wskaźnikiem ich aktualnej stabilności.

Do drugiej grupy zaliczono drzewostany reprezentujące zaawansowaną fazę starzenia stadium optymalnego (Romanka I), a przede wszystkim stadium rozpadu (Romanka II, Markowe



Ryc 1.

Rzeczywiste i odpowiadające im teoretyczne rozkłady pierśnic w drzewostanach wykazujących zgodność z rozkładem normalnym

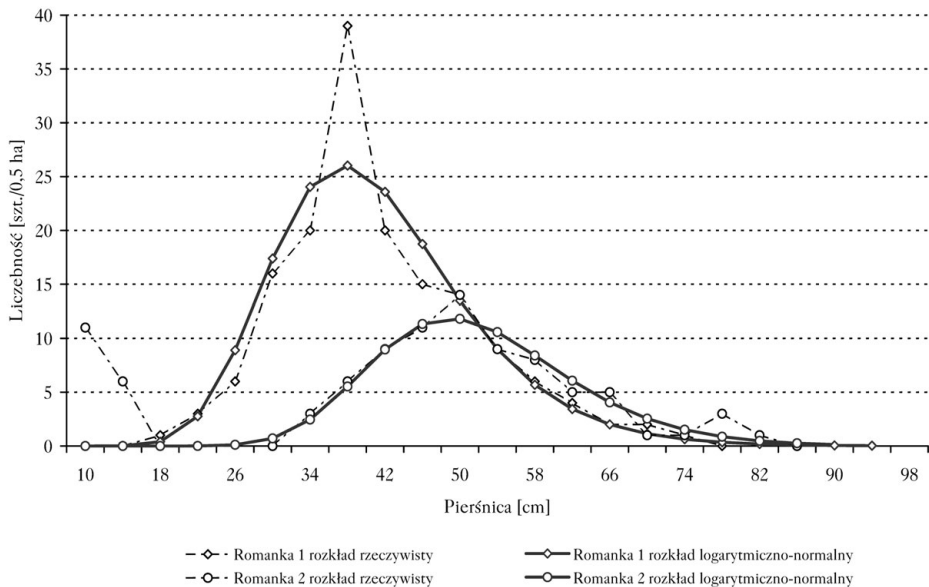
Empirical and respective theoretical distributions of diameters at breast height in the stands showing compliance with the normal distribution

Szczawiny, Czerwony Szlak). Bory te charakteryzują się strukturą pierśnic najlepiej estymowaną przez rozkłady logarytmiczno-normalny (ryc. 2) lub Weibulla (ryc. 3).

Dla obu drzewostanów położonych w masywie Romanki, najlepiej dopasowanym rozkładem był rozkład logarytmiczno-normalny. Na powierzchni Romanka II, ze względu na wyraźne wyodrębnienie mało licznej klasy drzew najcieńszych reprezentujących najmłodszą generację drzew dolnego piętra, w obliczeniach uwzględniono tylko drzewa o pierśnicy powyżej 24 cm, reprezentujące podstawową warstwę drzewostanu. Wspólnymi cechami łączącymi świerczyny na Romance były: duże pierśnice maksymalne (75-81 cm), wielogeneracyjna struktura wieku z udziałem pojedynczych drzew w wieku 270-320 lat (tab. 1) oraz symptomy naturalnego starzenia się drzewostanu i jego mniej lub bardziej zaawansowanego lecz powolnego rozpadu (ryc. 2). Logarytmiczno-normalny rozkład pierśnic w tych drzewostanach, o prawostronnej asymetrii może być zatem związany z naturalnym procesem stopniowego rozpadu drzewostanów o dużym zróżnicowaniu wiekowym. Podobne, prawostronnie asymetryczne struktury pierśnic (bez weryfikacji statystycznej rozkładów) stwierdził Korpel [1989] w stadium rozpadu w masywach Babiej Góry i Pilska.

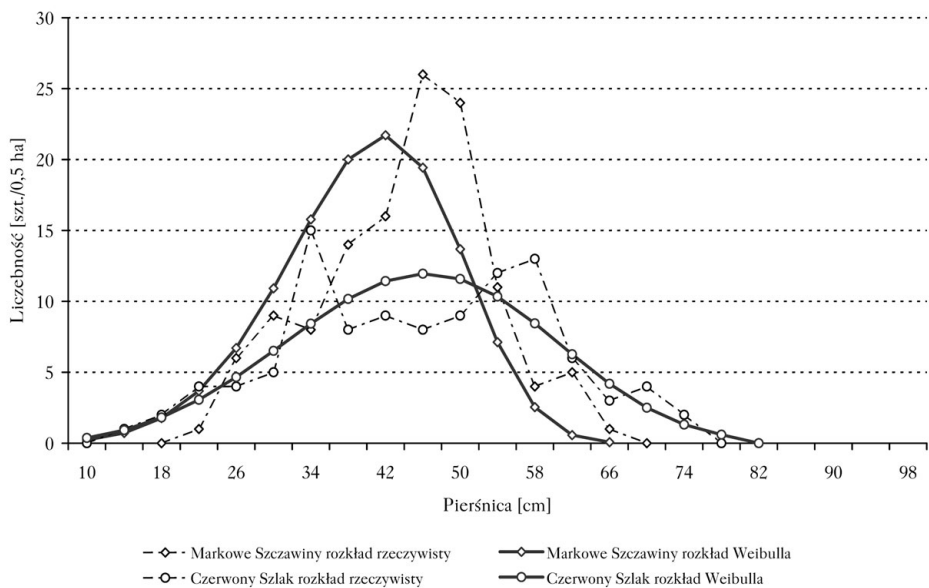
Rozkład Weibulla najlepiej dopasowany był do krzywych frekwencji pierśnic w dwóch sąsiadujących ze sobą drzewostanach babiogórskiego regla górnego (Markowe Szczawiny i Czerwony Szlak), reprezentujących przyspieszoną przez szkody abiotyczne początkową fazę stadium rozpadu. Występująca w tych drzewostanach lewostronna asymetria rozkładów pierśnic, niewielki udział drzew grubych oraz brak drzew o największych rozmiarach (maksymalna pierśnica do 64-73 cm) wskazują, że w drzewostanach tych zaszedł proces powodujący

20 Jan Karczmariski

**Ryc 2.**

Rzeczywiste i teoretyczne rozkłady pierśnic w drzewostanach wykazujących zgodność z rozkładem logarytmiczno-normalnym

Empirical and theoretical distributions of diameters at breast height in the stands showing compliance with the logarithmic-normal distribution

**Ryc 3.**

Rzeczywiste i teoretyczne rozkłady pierśnic w drzewostanach wykazujących zgodność z rozkładem Weibulla

Empirical and theoretical distributions of diameters at breast height in the stands showing compliance with the Weibull distribution

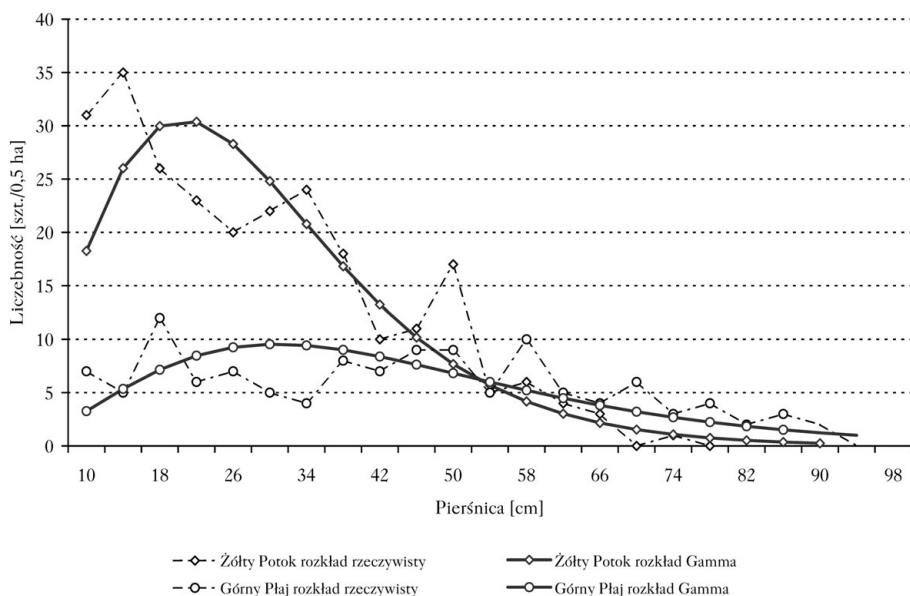
wyeliminowanie najgrubszych świerków. Ich wydzielenie mogło być związane nie tyle z zaawansowanym wiekiem, co raczej ze zwiększonym narażeniem oraz podwyższoną podatnością na czynniki szkodotwórcze. O intensywnym procesie obumierania tych drzew świadczą: duża miąższość leżaniny jaką zarejestrowano w latach 1984-1994, mały przyrost miąższości oraz słabnąca żywotność [Jaworski, Karczmarski 1995].

Do trzeciej grupy drzewostanów pod względem ich struktury pierśnic zaliczono znajdujące się w fazie przerębowej świerczyny Żółty Potok, Żółty Szlak i Górny Płaj. Silnie asymetryczne, prawostronne rozkłady charakteryzują się wysokim współczynnikiem zmienności (powyżej 0,50), a dla drzewostanów na powierzchniach Żółty Potok i Górny Płaj są statystycznie zgodne z teoretycznym rozkładem gamma (przy poziomie istotności $\alpha=0,05$). Sądzić należy zatem, że dla badanych świerczyn górnoreglowych znajdujących się w fazie przerębowej charakterystyczny może być właśnie ten typ rozkładu pierśnic (ryc. 4).

W odróżnieniu od drzewostanów jodłowych w fazie przerębowej, dla których charakterystyczny jest rozkład wykładniczy Liocourta-Meyera, w górnoreglowych drzewostanach świerkowych w niniejszej pracy nie stwierdzono zgodności z tym rozkładem. O tych różnicach „wzorcowej” dla drzewostanów przerębowych struktury pierśnic u dwóch wymienionych gatunków decyduje najprawdopodobniej mniejsza cieniożność świerka, szczególnie w warunkach zwiększonego zapotrzebowania na światło i ciepło w piętrze regla górnego.

Podsumowanie i wnioski

✦ W badanych górnoreglowych borach świerkowych stwierdzono występowanie różnych typów rozkładów pierśnic, które związane są ze stadiami i fazami rozwojowymi charakterystycznymi dla naturalnego cyklu rozwojowego lasów o charakterze pierwotnym.



Ryc 4.

Rzeczywiste i teoretyczne rozkłady pierśnic w drzewostanach wykazujące zgodność z rozkładem gamma
Empirical and theoretical distributions of diameters at breast height in the stands showing compliance with the gamma distribution

- ✦ Rozkład normalny pierśnic charakteryzuje jednopiętrowe, lecz wielogeneracyjne drzewostany reprezentujące stadium optymalne lub zbliżone do optymalnego i nie wykazujące symptomów osłabienia lub destabilizacji.
- ✦ W drzewostanach reprezentujących stadium rozpadu lub zawansowaną fazę starzenia stadium optymalnego stwierdzono występowanie, przy powolnym procesie rozpadu rozkładu logarytmiczno-normalnego, a przy przedwcześnie rozpoczętym i przyspieszonym rozpadzie rozkładów Weibulla.
- ✦ Krzywe frekwencji pierśnic w zróżnicowanych pod względem struktury i budowy górmoregłowych świerczynach znajdujących się w fazie przerębowej, nie wykazują zgodności z „modelowym” dla drzewostanów przerębowych rozkładem Liocourta-Meyera, są natomiast zgodne z rozkładem gamma, co może być uwarunkowane dużym zapotrzebowaniem świerka na światło i ciepło w piętrze regla górnego.

Literatura

- Denisiuk Z., Dziewolski J., Madziara-Borusiewicz K. 1983. Niektóre problemy Rezerwatu Romanka w Beskidzie Żywieckim. *Chrońmy Przyrodę Ojczyzną* 39, 3.
- Dziewolski J. 1987. Sukcesja wybranych drzewostanów Babiogórskiego Parku Narodowego. *Ochrona Przyrody* 45, 77-129.
- Dzięciołowski R. 1963. Z historii gospodarki leśnej na Babiej Górze. w: Babiogórski Park Narodowy. Zakład Ochrony Przyrody PAN, Kraków. 235-241.
- Fabijanowski J., Dziewolski J. 1996. Gospodarka leśna. w: *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego*. TPN Kraków-Zakopane, 675-696.
- Galarowski T. 1980. Uсыchający świerkowy bór górmoregłowy w rezerwacie Romanka w Beskidzie Żywieckim. *Chrońmy Przyrodę Ojczyzną* 36, 3: 69-74.
- Holeksa J. 1998. Rozpad drzewostanu i odnowienie świerka a struktura i dynamika karpackiego boru górmoregłowego. *Monogr. Bot.* 82.
- Holeksa J., Karczmarski J., Wilczek Z., Ciapała S. 1996. Rezerwat „Romanka w Beskidzie Żywieckim” jako przykład niewłaściwej ochrony ekosystemu leśnego. *Ochrona Przyrody* 53, 19-35.
- Jaworski A. 1997. Karpackie lasy o charakterze pierwotnym i ich znaczenie w kształtowaniu proekologicznego modelu gospodarki leśnej w górach. *Sylvan* 141, 4: 33-49.
- Jaworski A., Karczmarski J. 1989. Budowa, struktura i dynamika górmoregłowych borów świerkowych w Babiogórskim Parku Narodowym. W: Stav, vyvoj, produkne schopnosti a funkčne využívanie lesov v oblasti Babej Hory a Pilska., Zborník referatov Zwoleń, Poznań, Kraków. 122-148.
- Jaworski A., Karczmarski J. 1995. Budowa, struktura, dynamika i możliwości produkcyjne górmoregłowych borów świerkowych w Babiogórskim Parku Narodowym. *Acta Agr. et Silv. ser. Silv.* 33: 75-113.
- Jaworski A., Kołodziej A., Skoczeń W. 2000. Budowa i struktura górmoregłowych borów świerkowych na Pilsku. *Sylvan* 144, 7: 35-53.
- Karczmarski J. 1995. Budowa i struktura tatrzańskich górmoregłowych borów świerkowych o charakterze pierwotnym w dolinach Rybiego Potoku, Pańszczycy i Gąsienicowej. *Acta Agr. et Silv. ser. Silv.* 33, 167-198.
- Karczmarski J. 1999. Kształtowanie się zależności pomiędzy budową i strukturą drzewostanów a wielkością przyrostu na grubość, wybranymi cechami biomorfologicznymi oraz intensywnością procesu wydzielenia się drzew w górmoregłowych borach świerkowych o charakterze pierwotnym w Karpatach Zachodnich. Praca doktorska, Kraków KSzHL AR.
- Korpel S. 1989. *Pralesy Slovenska*. Veda, Bratislava.
- Midowicz W. 1928. Przyszły Park Narodowy na Babiej Górze. *Ochrona Przyrody*, R.8, 35-46.
- Myczkowski S. 1964. Struktura i ekologia zespołu świerka *Piceetum tatricum* u górnej granicy zasięgu w Tatrzańskim Parku Narodowym w dolinach Stawów Gąsienicowych i Pańszczycy. *Ochrona Przyrody* 30, 51-105.
- Myczkowski S., Feliksik E., Stodyczka S. 1975. Świerk *Picea excelsa* Link. W: *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej*. 4, 195-220.
- Puchalski T. 1966. Świerk rodzimy w górnym reglu Pilska. Struktura drzewostanu, przyrost grubości i udział drewna późnego u drzew. *Sylvan* 110, 12: 1-23.
- Rennolls K., Geary D. N., Rollinson T. D. J. 1985. Characterizing diameter distributions by the use of the Weibull distribution. *Forestry* 58, 1: 57-66.
- Rutkowski B. 1968. Rozkład pierśnic według krzywej frekwencji Liocourta-Meyera. *Zesz. Nauk. WSR, Leśn.* 3: 1-20.
- Saniga M., Sklenar P. 1989. Struktura, vyvoj, produkne a regenerane pomery prirodnych lesov v SPR Pilsko. W: Stav, vyvoj, produkne schopnosti a funkčne využívanie lesov v oblasti Babej Hory a Pilska, Zborník referatov Zwoleń, Poznań, Kraków. 28-49.
- Szymański S. 1990. Analiza naturalnego boru świerkowego w pasie walki z kosodrzewiną u górnej granicy lasu na Pilsku. *Rocz. AR. Poznań*. 207, Leśn. 26: 111-128.
- Żuk B. 1989. *Biometria stosowana*. PWN, Warszawa.

SUMMARY

Dbh distribution structure in natural spruce stands of the upper montane belt in the Tatra and Beskid mountains in respect to the stages and phases of virgin type forest development

The study was carried out in 1991-1994 on 12 permanent study plots localised in the High Tatras and Babia Góra and Romanka in Beskid Żywiecki in spruce stands which retained its natural character of virgin type forests of the upper montane belt.

The stands studied are pure spruce stands with sporadic or single admixture of rowan, beech, and Swiss stone pine. The number of trees used in the study ranged from 192 to 840 per hectare and the growing stock – from 250 to 560 m³ per hectare (Table 1). Basing on the criteria of distinguishing developmental stages and phases of a virgin type forest [Korpel 1989] all developmental stages occurred in all the stands studied while the selection phase occurred in three stands (Table 1).

Depending on the ascertained developmental stage and phase the greatest diameter of a tree on the Beskid study plots were from 64 to 98.5 cm and in the Tatra Mountains plots from 43.5 to 57.3 cm. The highest variation of diameters at breast height occurred in the stands with a complex structure (in the selection phase) and at the advanced break-up stage. The lowest variation of diameters at breast height displayed stands representing the optimal stage, its aging phase or the beginning of the break-up stage (Table 2).

Of twelve studied stands five showed the highest compliance with the normal distribution, three with the gamma distribution, two with the Weibull distribution, and two with the logarithmic-normal distribution. No compliance between real dbh frequency curves with theoretical distributions: χ^2 and Liocourt-Meyer exponential distributions were found in any of the stands (Table 3, fig. 1-4).

The normal distribution of diameters at breast height were the characteristic feature of one-storeyed many-generation stands representing optimal or similar to optimal stage and not showing symptoms of weakening or destabilisation.

The logarithmic-normal distribution of dbh was found in the stands representing the disintegration stage or advanced aging phase of the optimal stage when the disintegration process was slow and the Weibull distribution – when this process occurred to early or was accelerated.

The frequency curves of diameters at breast height in the spruce stands of the upper montane belt with varied structure being in the selection phase did comply with the gamma distribution but they did not for selection stands with the "model" Liocourt-Meyer distribution.