

Andrzej JAWORSKI, Jarosław PALUCH*

CHARAKTERYSTYKA CECH MORFOLOGICZNYCH JODEŁ W DRZEWOSTANACH O STRUKTURZE PRZERĘBOWEJ BESKIDÓW ZACHODNICH

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FIRS IN SELECTION STANDS
OF THE WEST BESKIDY

Abstract. *The research covered 13 selection stands in the West Beskidy and the Carpathian submontane region.*

The mean index of the height growth trend for fir depended on the stand layer: in the upper layer, it attained the ranging from 1.3 to 3.5 (according to IUFRO 1-3), in the middle layer – from 1.6 to 2.8 (according to IUFRO 1-2), and in the lower layer – from 2.1 to 3.8 (according to IUFRO 1-3). The relative crown length of fir trees in the upper layer ranged from 46 to 67% of tree height, in the middle layer – from 47 to 76%, and in the lower layer – from 44 to 71%. The tree-crown deformation index was similar in all stand layers: in the upper layer – 1.8-3.0, in the middle layer – 1.8-3.1 and in the lower layer – 1.7-3.0, which corresponds to the crown loss of 25-50%. The highest slenderness ratio (h/d) values had firs in the upper layer (57–65) followed by firs in the middle layer (77–96), and the lowest – firs in the lower layer (87–104). The slenderness ratio for firs in the upper layer was lower than 80, which makes this layer to be considered as resistant to windbreaks and snowbreaks. The mean stem quality index for firs attained the value: in the upper layer – 1.6–3.1, in the middle layer – 2.7–3.2, in the lower layer – 2.5–3.7 representing classes 40-60 according to the IUFRO classification system. In the Beskidy fir forests, the mean value of the vitality index for firs in the upper stand layer fell within 2.3–4.3, in the middle layer – 2.2–4.2 and in the lower layer – 2.5–4.7 representing the IUFRO classes 10–30. The analysed fir selection forests are inferior to Swiss selection forests with regard to stem quality, slenderness index and vitality index, while the crown length of firs in the upper layer are greater or similar to Swiss firs. In the middle and lower layers, fir crowns are frequently even longer.

Key words: *Abies alba, growth tendency, crown ratio, stem quality, slenderness ratio, vitality, crown deformation.*

* Akademia Rolnicza, Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu, Al. 29-Listopada 46, 31-425 Kraków

1. WSTĘP I CEL BADAŃ

Zagospodarowane lasy przerębowe zajmują obecnie w Polsce niewielką powierzchnię. W urzędowych statystykach brak jest danych na ten temat. W Europie łączna powierzchnia lasów przerębowych wynosi około 370 tysięcy hektarów. W Szwajcarii zajmują one 8,0% powierzchni leśnej tego kraju, w Słowenii 4,1%, w Niemczech i Austrii nieco poniżej 2,0%, we Francji 1,1% (Schütz 2001).

Charakterystyka jodłowych lasów przerębowych (struktura, zasobność, przyrost miąższości, odnowienie) była przedmiotem licznych prac, w tym m. in.: Balsigera (1925), Flury'ego (1929), Leibundguta (1945, 1972b), Köstlera (1956), Ammona (1951, 1995), Favrego (1965) i Schütza (2001). W Polsce zaledwie kilku autorów zajmowało się charakterystyką jodłowych lasów przerębowych: Szymkiewicz (1951), Bernadzki (1971), Graniczny (1971), Jaworski (1979) i Paluch (2005a, 2005b, 2006). Prace te dotyczyły głównie: zasobności, przyrostu miąższości, struktury pierśnic i odnowienia. Publikacje przedstawiające charakterystykę cech morfologicznych jodeł wyrosłych w specyficznych warunkach lasów przerębowych należą do nielicznych (Leibundgut 1945, 1972b, Burger 1942).

Badania karpackich lasów przerębowych wykazały, że odnowienie wzrasta bardzo wolno, a wiek podrostu jodłowego jest bardzo zróżnicowany od 16 (wysokość 71 cm) do 93 lat (wysokość 170 cm) (Jaworski i Szawara 1981). Tak wolny wzrost, zgodny z wymaganiami biologicznymi jodły, sprzyja osiągnięciu w sędziwym wieku znacznych rozmiarów, przy zachowaniu korzystnych cech żywotności oraz budowy pnia i korony (Favre 1965, Leibundgut 1972a).

Na długość korony, jakość pni i żywotność jodeł wpływ wywiera m.in. forma występowania odnowienia. W lesie przerębowym odnowienie pojawia się jednostkowo lub w niewielkich skupieniach, ale pożądane jest, aby nalot i podrost występował w formie grup większych, o wielkości 1–2 arów, odpowiadających rzutowi korony drzewa z górnego piętra. Grupowa forma występowania odnowienia umożliwia prowadzenie zabiegów opartych na zasadach selekcji pozytywnej tak, aby liczba drzew zmniejszała się stopniowo, aż w końcu z grupy pozostanie jedno najżywotniejsze i najlepsze drzewo. Zdaniem Leibundguta (1972a), nie powinno to nastąpić wcześniej, zanim strzała oczyści się z gałęzi do wysokości około 10–14 m. Od tego czasu drzewa rosną indywidualnie bez bocznego i górnego nacisku drzew sąsiednich. Wzrost taki sprzyja kształtowaniu korzystnych cech morfologicznych jodeł.

Celem prezentowanej pracy jest przedstawienie wybranych cech morfologicznych jodeł z 13 drzewostanów wykazujących strukturę przerębową. Badania przeprowadzono w nadleśnictwach Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krakowie w latach 2002–2004 (Jaworski i in. 2007). Objęły one, oprócz charakterystyki cech taksacyjnych drzewostanu i liczebności odnowienia, także analizę cech morfologicznych pni i koron jodeł. Należy podkreślić, że w minionych kilkudziesięciu latach zabiegi hodowlane w tych drzewostanach nie były prowa-

dzione według zasad przyjętych dla rębni ciągłej i jedynie wyraźnie zróżnicowana budowa pionowa, struktura pierśnic zbliżona do rozkładu jednoramiennego Lio-courta-Meyera i wszechgeneracyjna struktura wieku wskazują na podobieństwo do lasu przerębowego.

2. METODYKA

Badania prowadzono na 13 stałych powierzchniach próbnych. Dwie z nich zajmowały powierzchnie 0,33 ha (Limanowa) i 2,28 ha (Krynica I), pozostałe po 0,50 ha. Lokalizację drzewostanów oraz charakterystykę wybranych cech zawiera tabela 1.

Badania cech biomorfologicznych jodeł przeprowadzono na losowej próbie nie mniejszej niż 50% drzew (tj. od 101 do 206 szt.) o pierśnicy powyżej 7,9 cm. Obejmowały one: pomiary wysokości (h) i pierśnic (d), na podstawie których obliczono współczynnik smukłości ($h:d$), pomiary długości koron oraz klasyfikacje: tendencji wzrostowej, zniekształcenia korony, jakości pnia oraz żywotności (tab. 2). Wymienione cechy jodeł analizowano po wcześniejszym zaliczeniu drzew do warstw górnej, środkowej lub dolnej, określonych według klasyfikacji IUFRO (Leibundgut 1972b).

3. CHARAKTERYSTYKA SIEDLISKOWA POWIERZCHNI BADAWCZYCH

Spośród 13 powierzchni badawczych 12 zlokalizowanych jest w dolnej (Gorlice I, Gorlice II, Łosie I, Łosie II, Stary Sącz I, Stary Sącz II) lub środkowej (Krynica I, Krynica II, Kosarzyska, Limanowa, Nawojowa I, Nawojowa II) strefie regla dolnego i tylko jedna w piętrze pogórza (Gromnik) (tab. 1). Powierzchnie położone są w umiarkowanie ciepłym piętrze klimatycznym, stanowiącym w warunkach Karpat Zachodnich optimum dla jodły, o średniej temperaturze rocznej 6–8°C i opadach 800–1000 (1350) mm z maksimum w miesiącach czerwiec-lipiec (Hess 1965).

Poza powierzchniami Stary Sącz I oraz Gromnik, reprezentującymi zespół grądu *Tilio-Carpinetum abietetosum*, wszystkie drzewostany zaliczono do jodłowego podzespołu buczyny karpackiej *Dentario glandulosae-Fagetum abietetosum* (tab. 1). Badane drzewostany rosły na głębokich i średnio głębokich, żyznych glebach brunatnych wylugowanych, wykształconych z piaskowców, łupków i margli serii magurskiej, podmagurskiej lub z czwartorzędowych, gliniastych utworów morenowych. Ponieważ w lasach przerębowych wysokość osiągnana

Tabela 1. Położenie i ogólna charakterystyka powierzchni badawczych

Table 1. Location and general characteristics of study sites

Powierzchnia Study site	Nadleśnictwo Lesnictwo Forest District Forest Subdistrict	Oddział, wydzielenie Compartment, sub-compartment	Powierzchnia wydzielenia			Typ siedliskowy, zespół leśny* Forest site type, Forest association*	Skład gatunkowy Species composition		Zasobność Growing stock
			ha	Wielkość powierzchni próbnej Sample plot area ha	Polożenie n.p.m. Location a.s.l. m		Gatunek Species	%	
Gorlice I	Gorlice Konieczna	121f	9,76	0,5	550	LG Dg-Fa	<i>Abies alba</i> <i>Fagus sylvatica</i> i in.	91 9	433,30
Gorlice II	Gorlice Konieczna	116a	28,46	0,5	550	LG Dg-Fa	<i>Abies alba</i> <i>Fagus sylvatica</i> i in.	95 5	469,23
Gromnik	Gromnik Jamna	300b	13,61	0,5	350	Lwyż T-C	<i>Abies alba</i> <i>Larix decidua</i> i in.	87 13	418,52
Koszarzyska	Lasy Miasta i Gm. Piwniczna	53c	9,62	0,5	650	LG Dg-Fa	<i>Abies alba</i> <i>Fagus sylvatica</i> i in.	98 2	596,68
Krynica I	LZD Krynica Kopciowa	96b	2,28	2,28	675	LG Dg-Fa	<i>Abies alba</i> <i>Picea abies</i> i in.	91 9	520,00
Krynica II	LZD Krynica Powroźnik	176c	17,10	0,5	700	LG Dg-Fa	<i>Abies alba</i> <i>Picea abies</i> i in.	99 1	628,36
Limanowa	Limanowa Lubogoszcz	109a	32,14	1/3	670	LG Dg-Fa	<i>Abies alba</i> <i>Fagus sylvatica</i> i in.	96 4	598,55
Łosie I	Łosie, Uście Gorlickie	116Ac	17,61	0,5	580	LG Dg-Fa	<i>Abies alba</i> <i>Fagus sylvatica</i> i in.	81 19	474,59
Łosie II	Łosie, Uście Gorlickie	105a	19,65	0,5	600	LG Dg-Fa	<i>Abies alba</i> <i>Fagus sylvatica</i> i in.	93 7	499,86
Nawojowa I	Nawojowa Kamianna	100a	21,36	0,5	635	LG Dg-Fa	<i>Abies alba</i> <i>Pinus sylvestris</i> i in.	90 10	433,87
Nawojowa II	Nawojowa Kotów	215d	14,66	0,5	675	LG Dg-Fa	<i>Abies alba</i> <i>Fagus sylvatica</i> i in.	98 2	441,64
Stary Sącz I	Stary Sącz Chelmiec	113c	4,00	0,5	425	Lwyż T-C	<i>Abies alba</i> <i>Pinus sylvestris</i> i in.	97 3	384,43
Stary Sącz II	Stary Sącz Jazowsko	44a	8,61	0,5	430	LG Dg-Fa	<i>Abies alba</i> <i>Fagus sylvatica</i> i in.	95 5	568,01

* LG - las górski, Lwyż. – las wyżynny, Dg-Fa – *Dentario glandulosae-Fagetum abietetosum*, T-C- *Tilio-Carpinetum abietetosum*

LG – mountain deciduous forest, Lwyż. – upland deciduous forest, Dg-Fa – *Dentario glandulosae-Fagetum abietetosum*, T-C- *Tilio-Carpinetum abietetosum*

Tabela 2. Klasyfikacja drzew przyjęta w badaniach beskidzkich lasów przerębowych
 Table 2. Tree classification adopted in the study on the Beskidy selection stands

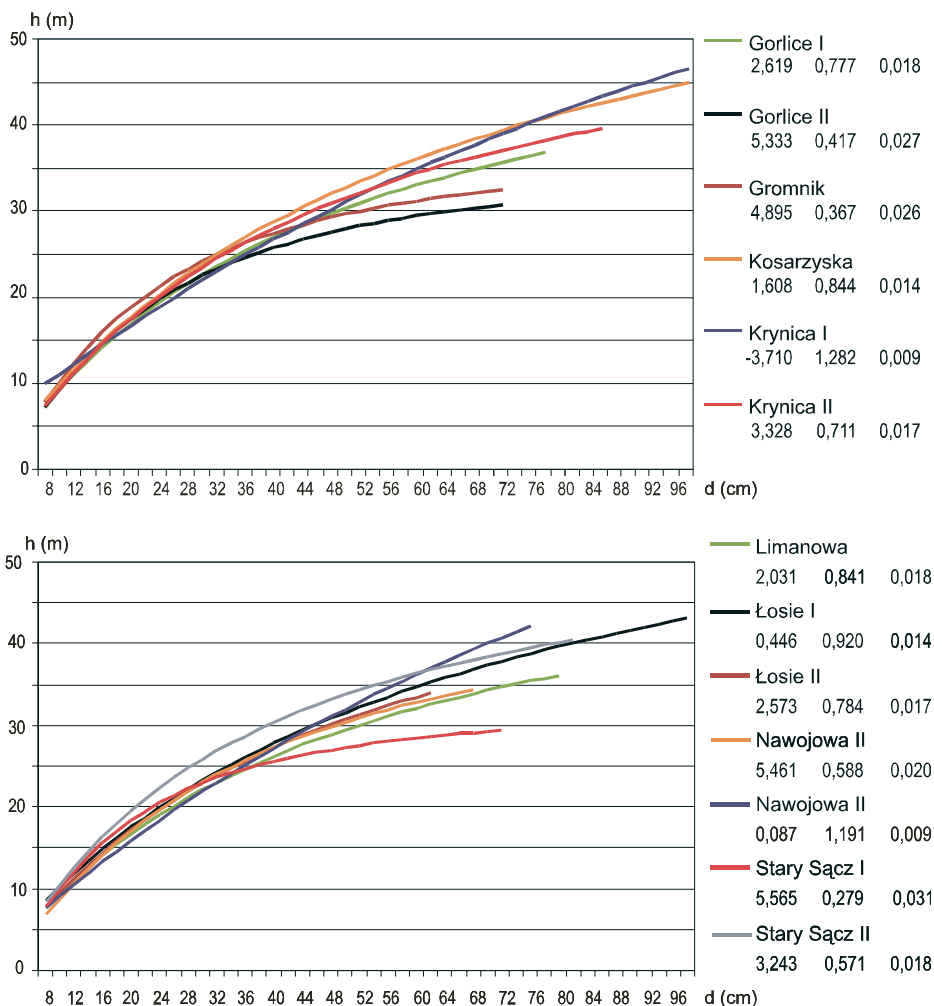
Klasa według IUFRO IUFRO class	Klasa Class	Charakterystyka Characteristics
Tendencja wzrostowa Height growth trend		
-	1	wierzchołek stożkowy, przyrost pędu wierzchołkowego (w) wyraźnie większy od przyrostu pędów bocznych (b), ($w : b \geq 1,5$); drzewa intensywnie przyrastające na wysokość conical-shaped crown top, leader growth (w) clearly higher than lateral shoot growth (b); ($w : b \geq 1.5$); dynamic height growth trees
	2	wierzchołek wąskoparaboloidalny, lekko zaokrąglony ($w : b$ około 1); drzewa dobrze przyrastające na wysokość narrow parabolic-shaped crown top, slightly rounded ($w : b$ ca 1); good height growth trees
	3	wierzchołek szerokoparaboloidalny, zahamowanie wzrostu trwa od kilku do kilkunastu lat ($w : b$ około 0,5) broad parabolic-shaped crown top, growth inhibition lasting from several to a dozen or so years ($w : b$ ca 0.5)
	4	wierzchołek płaski, zahamowanie wzrostu trwa co najmniej kilkanaście lat ($w : b \leq 0,25$), flat crown top, growth inhibition lasting for at least a dozen or so years ($w : b \leq 0.25$)
	5	wierzchołek złamany broken crown top
Względna długość korony Relative crown length		
4	1	korona dłuższa niż 3/4 wysokości drzewa crown longer than 3/4 of tree height
	2	korona o długości od 3/4 do 1/2 wysokości drzewa crown length from 3/4 to 1/2 of tree height
5	3	korona od 1/2 do 1/4 wysokości drzewa crown length from 1/2 to 1/4 of tree height
6	4	korona krótsza niż 1/4 wysokości drzewa crown shorter than 1/4 of tree height
Zniekształcenie korony Crown deformation		
	1	korona foremna, rozwinięta symetrycznie we wszystkich kierunkach crown shapely, symmetrically spread in all directions
	2	korona lekko zniekształcona, ubytek do 25% bryły stożka lub walca zbudowanego na najdłuższym promieniu korony crown slightly deformed, loss up to 25% of crown cone or cylinder built on the longest crown radius
	3	korona średnio zniekształcona (ubytek 25-50% bryły stożka lub walca) crown moderately deformed (loss 25-50% of crown cone or cylinder)
	4	korona silnie zniekształcona (ubytek powyżej 50% bryły stożka lub walca) crown heavily deformed (loss over 50% of crown cone or cylinder)

Tab. 2, c.d.
Table 2, continuation.

Klasa według IUFRO IUFRO class	Klasa Class	Charakterystyka Characteristics
Jakość pnia Stem quality		
40	1	istnieje możliwość wymanipulowania dłużycy 9 m, bezszęcej na odcinku co najmniej 5 m (dopuszczalne sęki o średnicy poniżej 1 cm) possibility to obtain 9 m long sawlog, knotless in the stem section of at least 5 m (allowable are knots of less than 1 cm diameter)
	2	istnieje możliwość wymanipulowania dłużycy 9 m, bezszęcej na odcinku co najmniej 3 m. Obie opisane klasy odpowiadają klasie 40 według IUFRO possibility to obtain 9 m long sawlog, knotless in the stem section of at least 3 m. The two described classes correspond to the UFRO class 40
50	3	dłużycza prosta, dopuszczalne sęki i gałęzie na całym jej odcinku straight log, knots and branches along its entire length are acceptable
60	4	nie istnieje możliwość wymanipulowania drewna tartaczego no possibility to obtain sawlogs
Żywotność Vitality		
10	1	drzewa bujne, o wyjątkowo gęstej, długiej (powyżej 3/4 wysokości do fazy żerdziowiny, powyżej 1/2 w późniejszych fazach rozwojowych), foremnej koronie, bardzo dobrym przyroście wysokości, bez śladów uszkodzenia pnia luxuriant trees with dense, long, shapely crown (over 3/4 of tree height in the pole timber phase, over 1/2 of tree height – in further developmental phases), very good height growth, no signs of stem damage
	2	drzewa normalne, o gęstej, długiej, foremnej koronie, dobrym przyroście wysokości, bez śladów uszkodzeń pnia normal tree with long shapely crown, good height growth, no signs of stem damage
20	3	drzewa lekko osłabione, o lekko ażurowej, ale nie nazbyt krótkiej koronie, z co najwyżej lekko zniekształconą koroną (ubytek do 25%), o średnim lub dobrym przyroście wysokości, bez większych uszkodzeń pnia slightly weakened tree, crown slightly transparent though not too short, occasionally slightly deformed (loss up to 25%), moderate or good height growth, no signs of larger stem damage
	3/4	drzewa średnio osłabione, o ażurowej, nieco za krótkiej, średnio zniekształconej (ubytek 25–50%) koronie, słabym przyroście wysokości, bez trudnych do regeneracji uszkodzeń pnia moderately weakened tree with transparent, slightly too short, moderately or heavily deformed (loss 25–50%) crown, poor height growth, stem damage easy to regenerate
30	4	drzewa silnie osłabione, ustępujące, o silnie ażurowej, krótkiej lub silnie zniekształconej koronie (ubytek powyżej 50%), bardzo słabym przyroście wysokości, płaskim wierzchołku, z trudno regenerującymi się uszkodzeniami pnia, śladami silnego spalowania, wypróchniale heavily weakened declining tree, crown strongly transparent, short or heavily deformed (loss over 50%), very poor height growth, flat top, very difficult regeneration of stem damage, signs of strong debarking by game, decayed
	5	drzewa obumierające, które w perspektywie następnych kilku lat wydzielią się z drzewostanu dying tree which will naturally die within a few years' time

przez najgrubsze drzewa może być orientacyjną miarą bonitacji siedlisk, na ryc. 1 przedstawiono krzywe wysokości dla badanych drzewostanów.

Objęte badaniami drzewostany miały różną genezę. W większości z nich nigdy nie prowadzono cięć charakterystycznych dla przyrostowo-pielegnacyjnej rębni ciągłej. Drzewostan Krynica I powstał w wyniku prowadzenia rębni gniazdowej (bawarskiej), a cięcia przerębowe podjęto dopiero 20 lat temu. Struktura pozostałych drzewostanów ukształtowała się spontanicznie, jako efekt wydłużenia okresu odnowienia znacznie powyżej 20 lat, wykorzystania wielu lat nasiennych, nierównomiernego odślaniania odnowienia i pozostawiania żywotnych okazów z drzewostanu macierzystego.



Ryc. 1. Krzywe wysokości w badanych drzewostanach. Do wyrównania zastosowano funkcję postaci $h = d^2 (b_0 + b_1 d + b_2 d^2)^{-1} + 1,3$. Współczynniki b_0 , b_1 oraz b_2 przedstawiono w legendzie Fig. 1. Stand height curves. The function $h = d^2 (b_0 + b_1 d + b_2 d^2)^{-1} + 1,3$ was applied for levelling. Coefficients b_0 , b_1 and b_2 are presented in the legend

4. WYNIKI BADAŃ

4.1 Tendencja wzrostowa

Średni wskaźnik tendencji wzrostowej jodeł w warstwie górnej osiągnął wartości od 1,3 (Gorlice II) do 3,5 (Krynica I) (tab. 3). Na powierzchniach Gorlice I i II największy był udział drzew o wskaźniku tendencji wzrostowej 1 (odpowiednio 55 i 88%). Drzewostany Krynica I (60%) oraz Krynica II (47%), Kosarzyska (40%) i Gromnik (35%) charakteryzowały się dużym udziałem w górnej warstwie drzew o płaskich wierzchołkach (4 klasa) (tab. 3), co wskazuje na silne zahamowanie przyrostu wysokości. Poza powierzchnią w nadleśnictwie Gromnik, są to drzewostany cechujące się dużą zasobnością (tab. 1) i jednocześnie dużym udziałem drzew grubych (Jaworski i in. 2007).

W warstwie środkowej łączny udział drzew potencjalnie zdolnych do przejścia do górnej warstwy drzewostanu (klasy 1 i 2) wahał się od 33 (Łosie II) do 91% (Gorlice I). Jodły o silnie spłaszczonym wierzchołku (klasa 4) nie mają na ogół szans na przejście do warstw wyższych, nawet w przypadku wyraźnej poprawy warunków świetlnych. Udział drzew tej klasy był szczególnie wysoki na powierzchni Łosie II (19%), a na pozostałych powierzchniach wynosił od 0 do 13% (tab. 3). Średni wskaźnik tendencji wzrostowej osiągnął wartości od 1,6 (Gorlice I) do 2,8 (Łosie II) (tab. 3).

W warstwie dolnej jodły klas 1 i 2, stopniowo wrastające do warstwy środkowej drzewostanu, stanowiły łącznie od 7 (Gorlice II) do 72% (Stary Sącz I) liczby jodeł tego piętra (tab. 3). Szczególnie korzystną tendencją wzrostową charakteryzowały się drzewa warstwy dolnej w lasach przerębowych: Gromnik, Krynica I i II, Łosie I, Nawojowa I, Stary Sącz I oraz Stary Sącz II; w drzewostanach tych udział drzew klasy 1 i 2 w dolnej warstwie był większy od 60%. Średni wskaźnik tendencji wzrostowej wynosił od 2,1 (Krynica I, Łosie I) do 3,8 (Gorlice II) (tab. 3). W drzewostanach tych można oczekiwać szybkiego utworzenia wartościowej środkowej warstwy drzewostanu.

4.2. Względna długość koron

W analizowanych drzewostanach względna długość koron drzew z warstwy górnej wynosiła od 46 (Łosie II) do 67% (Krynica II) (tab. 4). Na 10 powierzchniach (z wyjątkiem powierzchni Łosie II, Stary Sącz I i II, na których zaobserwowano najkrótsze korony), przeciętna długość koron była większa od połowy wysokości drzew (tab. 4). W górnej warstwie najdłuższe korony stwierdzono w drzewostanach Gorlice I (63%), Gorlice II, Gromnik i Kosarzyska (po 64%) oraz Krynica II (67%) (tab. 4).

Drzewa warstwy środkowej 12 drzewostanów (za wyjątkiem Łosie II) miały korony równe lub dłuższe od 50% wysokości drzewa (tab. 4). Średnia wartość względnej długości koron wynosiła od 47% (Łosie II) do 76% (Krynica II) (tab. 4).

Tabela 3. Tendencja wzrostowa jodeł

Table 3. Height growth trend of firs

Powierzchnia Study site	Warstwa drzew Tree layer	Udział drzew w wyróżnionych klasach (%)* Percentage of trees in distinguished classes (%)*					Średni wskaznik Mean index value
		1	2	3	4	5	
Gorlice I	<i>górna</i> /upper	55	21	12	12	0	1,8
	<i>środkowa</i> /middle	57	34	6	3	0	1,6
	<i>dolna</i> /lower	29	15	28	13	15	2,7
Gorlice II	<i>górna</i> /upper	88	5	2	0	5	1,3
	<i>środkowa</i> /middle	48	21	13	13	5	2,1
	<i>dolna</i> /lower	0	7	25	45	23	3,8
Gromnik	<i>górna</i> /upper	17	14	24	35	10	3,1
	<i>środkowa</i> /middle	65	15	4	8	8	1,8
	<i>dolna</i> /lower	50	16	10	14	10	2,2
Kosarzyska	<i>górna</i> /upper	4	12	44	40	0	3,2
	<i>środkowa</i> /middle	31	50	13	0	6	2,0
	<i>dolna</i> /lower	12	47	27	2	12	2,6
Krynica I	<i>górna</i> /upper	0	10	30	60	0	3,5
	<i>środkowa</i> /middle	50	33	11	5	1	1,7
	<i>dolna</i> /lower	33	32	23	12	0	2,1
Krynica II	<i>górna</i> /upper	12	12	29	47	0	3,1
	<i>środkowa</i> /middle	14	64	18	0	4	2,2
	<i>dolna</i> /lower	4	61	31	4	0	2,4
Limanowa	<i>górna</i> /upper	13	22	43	22	0	2,7
	<i>środkowa</i> /middle	33	33	20	7	7	2,2
	<i>dolna</i> /lower	9	20	35	30	6	3,0
Łosie I	<i>górna</i> /upper	5	22	49	24	0	2,9
	<i>środkowa</i> /middle	61	11	15	11	2	1,8
	<i>dolna</i> /lower	35	31	27	2	5	2,1
Łosie II	<i>górna</i> /upper	20	39	41	0	0	2,2
	<i>środkowa</i> /middle	10	23	45	19	3	2,8
	<i>dolna</i> /lower	2	38	34	18	8	2,6
Nawojowa I	<i>górna</i> /upper	6	43	40	11	0	2,6
	<i>środkowa</i> /middle	52	14	20	7	7	2,0
	<i>dolna</i> /lower	32	30	25	5	8	2,3
Nawojowa II	<i>górna</i> /upper	6	38	48	8	0	2,6
	<i>środkowa</i> /middle	34	46	10	3	7	2,0
	<i>dolna</i> /lower	17	35	34	8	6	2,5
Stary Sącz I	<i>górna</i> /upper	4	10	57	27	2	3,1
	<i>środkowa</i> /middle	29	41	18	6	6	2,2
	<i>dolna</i> /lower	24	48	22	0	6	2,2
Stary Sącz II	<i>górna</i> /upper	0	18	70	12	0	2,9
	<i>środkowa</i> /middle	42	37	11	5	5	1,9
	<i>dolna</i> /lower	18	50	29	1	2	2,2

* Patrz tab. 2

See Table 2

Tabela 4. Względna długość koron jodeł

Table 4. Relative crown length of firs

Powierzchnia Study site	Warstwa Tree layer	Udział drzew w klasach względnej długości korony (%)* Percentage of trees in relative crown length classes (%)*				Średnia względna długość korony Mean relative crown length
		1	2	3	4	
Gorlice I	górna /upper	0,0	6,1	84,9	9,0	63
	środkowa /middle	0,0	15,6	65,6	18,8	59
	dolna /lower	2,3	22,0	56,2	19,5	68
Gorlice II	górna /upper	0,0	7,1	83,3	9,6	64
	środkowa /middle	2,6	44,8	50,0	2,6	51
	dolna /lower	13,3	46,7	40,0	0,0	44
Gromnik	górna /upper	0,0	12,9	77,4	9,7	64
	środkowa /middle	0,0	3,6	55,6	40,8	74
	dolna /lower	4,2	17,9	60,0	17,9	63
Kosarzyska	górna /upper	0,0	13,4	77,6	9,0	64
	środkowa /middle	0,0	9,2	65,8	25,0	67
	dolna /lower	0,9	21,9	48,8	28,4	62
Krynica I	górna /upper	0,0	38,9	50,0	11,1	52
	środkowa /middle	0,0	17,0	53,7	29,3	68
	dolna /lower	3,4	36,1	44,1	16,4	61
Krynica II	górna /upper	0,0	6,1	58,5	35,4	67
	środkowa /middle	0,0	10,8	35,7	53,5	76
	dolna /lower	1,8	15,3	55,7	27,2	68
Limanowa	górna /upper	0,0	28,1	68,8	3,1	56
	środkowa /middle	7,1	42,9	50,0	0,0	53
	dolna /lower	1,9	40,7	48,1	9,3	56
Łosie I	górna /upper	11,8	26,4	59,0	2,8	57
	środkowa /middle	0,0	16,0	47,8	36,2	73
	dolna /lower	0,0	19,7	60,6	19,7	64
Łosie II	górna /upper	3,5	55,1	36,3	5,1	46
	środkowa /middle	17,9	35,7	43,0	3,4	47
	dolna /lower	4,1	26,4	63,4	6,1	56
Nawojowa I	górna /upper	0,0	42,8	40,0	17,2	55
	środkowa /middle	0,0	18,6	74,1	7,3	60
	dolna /lower	1,6	19,8	63,8	14,8	67
Nawojowa II	górna /upper	4,2	42,6	44,6	8,6	53
	środkowa /middle	14,0	20,8	58,4	6,8	59
	dolna /lower	4,6	21,9	58,0	15,5	63
Stary Sącz I	górna /upper	2,3	54,4	38,6	4,7	47
	środkowa /middle	6,1	6,1	47,0	40,8	74
	dolna /lower	0,0	11,8	54,4	33,8	71
Stary Sącz II	górna /upper	7,2	50,0	42,8	0,0	48
	środkowa /middle	5,3	5,3	44,7	44,7	74
	dolna /lower	1,1	23,8	71,8	3,3	59

* Patrz tab. 2

See Table 2

Drzewa warstwy dolnej, z wyjątkiem drzewostanu Gorlice II, charakteryzowały się koronami dłuższymi od połowy ich wysokości (tab. 4). Średnia wartość względnej długości korony wynosiła od 44 (Gorlice II) do 71% (Stary Sącz) (tab. 4).

4.3. Zniekształcenie koron

W warstwie górnej łączny udział drzew w klasach koron foremnych i lekko zniekształconych (klasa 1 i 2) wahał się w szerokim zakresie od 15 (Stary Sącz II) do 77% (Gromnik) (tab. 5). Relatywnie duży udział drzew o koronach silnie zniekształconych w tej warstwie stwierdzono w drzewostanach Krynica I (30%), Stary Sącz II (22%) oraz Nawojowa I (18%) (tab. 5). Średni wskaźnik zniekształcenia koron drzew tej warstwy osiągnął wartość od 1,8 (Gromnik) do 3,0 (Stary Sącz II).

W warstwie środkowej udział drzew w klasach koron foremnych i lekko zniekształconych łącznie (klasy 1 i 2) wahał się w granicach od 24% (Łosie II, Krynica II) do 89% (Gromnik) (tab. 5). Duży udział drzew o koronach silnie zniekształconych (klasa 4) stwierdzono w warstwie środkowej w drzewostanach: Łosie II (31%), Stary Sącz II (28%) oraz Krynica II i Nawojowa II (po 17%) (tab. 5). Średni wskaźnik zniekształcenia koron osiągnął wartość od 1,8 (Gromnik) do 3,1 (Łosie II) (tab. 5).

Średni wskaźnik zniekształcenia koron w warstwie dolnej osiągnął wartość od 1,7 (Gromnik) do 3,0 (Gorlice II) (tab. 5). W tej warstwie w 11 drzewostanach udział drzew o silnie zniekształconych koronach (klasa 4) nie przekraczał 13% (tab. 5). Wyjątkowo duży udział drzew o koronach silnie zniekształconych stwierdzono w drzewostanach Gorlice II (41%) oraz Krynica I (30%) (tab. 5).

4.4. Współczynnik smukłości

Najmniejszą, a zatem najkorzystniejszą średnią wartość tego współczynnika, od 57 (Krynica II i Limanowa) do 65 (Stary Sącz I), miały jodły z warstwy górnej (tab. 6). Od 24% (Stary Sącz II) do 70% (Krynica I) jodeł z tej warstwy drzewostanu cechowało się współczynnikiem smukłości poniżej 60. W klasie 2 ($h:d = 60-80$) udział jodeł wynosił od 30% (Krynica I, Limanowa) do 64% (Stary Sącz II) (tab. 6).

Jodły w warstwie środkowej cechowały się znacznie większym współczynnikiem smukłości (od 77 – Krynica I, do 96 – Stary Sącz II) niż w warstwie górnej (tab. 6). W 12 drzewostanach (z wyjątkiem powierzchni Krynica I – $h:d = 77$) współczynnik smukłości osiągnął wartości powyżej 80. Szczególnie dużym współczynnikiem smukłości ($h:d > 90$) w analizowanej warstwie charakteryzowały się drzewostany: Gorlice II, Gromnik, Limanowa oraz Stary Sącz I i II (tab. 6).

Zgodnie z oczekiwaniami, współczynnik smukłości drzew w dolnej warstwie osiągał większą wartość (średnio: od 87 – Nawojowa I do 104 – Gromnik) niż w warstwie górnej i środkowej (tab. 6). W warstwie dolnej drzewa klasy 1 ($h:d < 60$)

Tabela 5. Zniekształcenie koron jodeł

Table 5. Fir crown deformation

Powierzchnia Study site	Warstwa drzew Tree layer	Udział drzew w klasach zniekształcenia korony (%)* Percentage of trees in crown deformation classes (%)*				Średni wskaznik Mean index value
		1	2	3	4	
Gorlice I	górna /upper	21	55	21	3	2.1
	środkowa /middle	25	35	31	9	2.2
	dolna /lower	20	37	30	13	2.4
Gorlice II	górna /upper	29	42	29	0	2.0
	środkowa /middle	15	31	44	10	2.5
	dolna /lower	9	22	28	41	3.0
Gromnik	górna /upper	40	37	23	0	1.8
	środkowa /middle	36	53	11	0	1.8
	dolna /lower	38	50	12	0	1.7
Kosarzyska	górna /upper	5	27	54	14	2.8
	środkowa /middle	16	19	56	9	2.6
	dolna /lower	16	27	50	7	2.5
Krynica I	górna /upper	10	60	0	30	2.5
	środkowa /middle	13	47	35	5	2.3
	dolna /lower	9	29	32	30	2.8
Krynica II	górna /upper	0	24	70	6	2.8
	środkowa /middle	0	24	59	17	2.9
	dolna /lower	2	29	58	11	2.8
Limanowa	górna /upper	16	50	31	3	2.2
	środkowa /middle	13	56	25	6	2.2
	dolna /lower	26	62	6	6	1.9
Łosie I	górna /upper	16	38	43	3	2.3
	środkowa /middle	12	46	33	9	2.4
	dolna /lower	23	49	22	6	2.1
Łosie II	górna /upper	0	39	52	9	2.7
	środkowa /middle	0	24	45	31	3.1
	dolna /lower	21	40	26	13	2.3
Nawojowa I	górna /upper	3	29	50	18	2.8
	środkowa /middle	7	21	58	14	2.8
	dolna /lower	29	32	31	8	2.2
Nawojowa II	górna /upper	9	36	44	11	2.6
	środkowa /middle	7	38	38	17	2.7
	dolna /lower	33	40	25	2	2.0
Stary Sącz I	górna /upper	0	30	61	9	2.8
	środkowa /middle	18	35	47	0	2.3
	dolna /lower	39	40	21	0	1.8
Stary Sącz II	górna /upper	4	11	63	22	3.0
	środkowa /middle	11	28	33	28	2.8
	dolna /lower	18	40	35	7	2.3

* Patrz tab. 2

See Table 2.

Tabela 6 . Średni współczynnik smukłości ($h:d$) jodeł w warstwach górnej, środkowej i dolnej
 Table 6. Mean slenderness ratio ($h:d$) of firs in the upper, middle and lower layers

Powierzchnia Study site	Warstwa Tree layer	Udział jodeł w klasach współczynnika smukłości (%) Percentage of firs in slenderness ratio classes (%)				Średni $h:d$ Mean $h:d$
		1 <60	2 60–80	3 81–100	4 >100	
Gorlice I	górna /upper	57	37	6	0	60
	środkowa /middle	0	33	58	9	84
	dolna /lower	0	12	73	15	90
Gorlice II	górna /upper	39	56	5	0	62
	środkowa /middle	3	13	55	29	94
	dolna /lower	6	15	47	32	93
Gromnik	górna /upper	49	45	6	0	60
	środkowa /middle	0	15	43	42	93
	dolna /lower	0	8	26	66	104
Kosarzyska	górna /upper	40	52	8	0	63
	środkowa /middle	0	44	47	9	83
	dolna /lower	0	8	43	49	99
Krynica I	górna /upper	70	30	0	0	58
	środkowa /middle	8	54	32	6	77
	dolna /lower	2	11	53	34	92
Krynica II	górna /upper	53	41	6	0	57
	środkowa /middle	4	39	39	18	86
	dolna /lower	0	19	50	31	94
Limanowa	górna /upper	62	30	8	0	57
	środkowa /middle	0	36	43	21	93
	dolna /lower	0	16	59	25	94
Łosie I	górna /upper	38	56	3	3	64
	środkowa /middle	2	37	44	17	83
	dolna /lower	0	12	34	54	101
Łosie II	górna /upper	33	51	13	3	64
	środkowa /middle	0	17	62	21	90
	dolna /lower	0	10	68	22	91
Nawojowa I	górna /upper	31	63	6	0	63
	środkowa /middle	3	33	51	13	86
	dolna /lower	0	30	55	15	87
Nawojowa II	górna /upper	36	55	9	0	64
	środkowa /middle	0	21	58	21	88
	dolna /lower	3	17	64	16	90
Stary Sącz I	górna /upper	33	59	8	0	65
	środkowa /middle	0	28	54	28	93
	dolna /lower	0	10	32	58	102
Stary Sącz II	górna /upper	24	64	12	0	64
	środkowa /middle	0	10	65	25	96
	dolna /lower	0	1	32	67	103

występowały sporadycznie (Gorlice II – 6%, Krynica I – 2%, Nawojowa II – 3%). Duży udział drzew o współczynniku smukłości powyżej 100 (klasa 4) był w drzewostanach: Gromnik (66%), Kosarzyska (49%), Łosie I (54%) oraz Stary Sącz I (58%) i II (67%). Najmniej jodeł tej klasy występowało w drzewostanach Gorlice I (15%), Nawojowa I i II (15 i 16%). Wymienione trzy powierzchnie cechował najmniejszy współczynnik smukłości drzew warstwy dolnej, odpowiednio: 90, 87 i 90 (tab. 6).

4.5. Jakość pnia

W warstwie górnej drzewostanu udział drzew 1 klasy jakości pnia wahał się w szerokich granicach od 0 do 60%, a 1 i 2 klasy łącznie od 4 do 80% (tab. 7). Szczególnie mały udział drzew najlepszej jakości w tej warstwie stwierdzono w drzewostanach Nawojowa I (0%), Nawojowa II (2%), Stary Sącz I (5%), w których najgrubsze drzewa w młodości szybko wzrastały w luźnym zwarcu, co nie sprzyjało kształtowaniu bezszęczych pni. Z drugiej strony, największym udziałem drzew pierwszej klasy jakości cechowały się drzewostany o dużej zasobności i dużym udziale grubych drzew o zarośniętych sękach, np.: Krynica I (60%), lub te, które ukształtowały się z drzewostanów o prostszej budowie, z mniej lub bardziej zwartym okapem koron: Łosie I (35%), Gorlice II (29%) i Gromnik (27%) (tab. 7).

W warstwie górnej szczególnie duży udział drzew o pniu 4 klasy jakości był w drzewostanach Gorlice I (19%), Kosarzyska (23%), Krynica II (18%) oraz Nawojowa II (20%) (tab. 7). Drzewa tej klasy powinny być bezwzględnie uznane jako dojrzałe do wyřębu i, o ile nie grozi to zanikiem przerębowej budowy, w pierwszej kolejności usunięte z drzewostanu.

W warstwie środkowej dużym udziałem drzew 1 i 2 klasy jakości łącznie charakteryzują się drzewostany: Gorlice I (34%), Gorlice II (33%), Gromnik (39%), Krynica I (26%), Stary Sącz I (30%) oraz Stary Sącz II (28%) (tab. 7). Mały udział drzew dobrej jakości (1 i 2 klasa) był w drzewostanach Krynica II (10%), Łosie I (8%), Łosie II (0%), Nawojowa I (0%) i Nawojowa II (6%) (tab. 7). W drzewostanach tych należy rozważyć możliwość przeprowadzenia podkrzesywania najlepszych drzew warstwy środkowej.

Jakość pni w warstwie dolnej ma mniejsze znaczenie, gdyż na tym etapie można silnie wpływać na tę cechę przez podkrzesywanie. Duży udział drzew o delikatnych gałęziach jest jednak zawsze pożądanym, gdyż ogranicza nakłady na podkrzesywanie. W ramach selekcji negatywnej wyeliminowania wymagają drzewa klasy 4 (najgorszej jakości). Ich udział był szczególnie duży w drzewostanach: Łosie I (74%), Łosie II (48%), Nawojowa I (45%), Nawojowa II (67%), Gorlice II (66%) (tab. 7).

Tabela 7. Jakość pni jodeł

Table 7. Stem quality of firs

Powierzchnia Study site	Warstwa drzew Tree layer	Udział drzew w klasach jakości pnia (%)* Percentage of trees in stem quality classes (%)*				Średni wskaźnik Mean index value
		1	2	3	4	
Gorlice I	górna /upper	18	21	42	19	2,6
	środkowa /middle	12	22	54	12	2,7
	dolna /lower	3	10	57	30	3,1
Gorlice II	górna /upper	29	26	40	5	2,2
	środkowa /middle	15	18	46	21	2,7
	dolna /lower	0	4	30	66	3,6
Gromnik	górna /upper	27	37	36	0	2,1
	środkowa /middle	7	32	50	11	2,7
	dolna /lower	22	20	44	14	2,5
Kosarzyska	górna /upper	23	23	31	23	2,5
	środkowa /middle	0	22	50	28	3,1
	dolna /lower	1	17	62	20	3,0
Krynica I	górna /upper	60	20	20	0	1,6
	środkowa /middle	6	20	66	8	2,8
	dolna /lower	1	6	33	60	3,5
Krynica II	górna /upper	18	18	46	18	2,6
	środkowa /middle	3	7	83	7	2,9
	dolna /lower	0	11	71	18	3,1
Limanowa	górna /upper	9	25	63	3	2,6
	środkowa /middle	0	20	67	13	2,9
	dolna /lower	0	7	84	9	3,0
Łosie I	górna /upper	35	16	35	14	2,3
	środkowa /middle	3	5	64	28	3,2
	dolna /lower	0	0	26	74	3,7
Łosie II	górna /upper	12	19	60	9	2,7
	środkowa /middle	0	0	79	21	3,2
	dolna /lower	0	0	52	48	3,5
Nawojowa I	górna /upper	0	12	82	6	2,9
	środkowa /middle	0	0	79	21	3,2
	dolna /lower	0	0	55	45	3,5
Nawojowa II	górna /upper	2	2	76	20	3,1
	środkowa /middle	3	3	66	28	3,2
	dolna /lower	0	0	33	67	3,7
Stary Sącz I	górna /upper	5	34	52	9	2,6
	środkowa /middle	6	24	64	6	2,7
	dolna /lower	0	22	63	15	2,9
Stary Sącz II	górna /upper	18	50	25	7	2,2
	środkowa /middle	0	28	72	0	2,7
	dolna /lower	1	20	58	21	3,0

* Patrz tab. 2

See Table 2

Tabela 8. Żywotność jodeł

Table 8. Fir vitality

Powierzchnia Study site	Warstwa drzew Tree layer	Udział drzew w klasach żywotności (%) * Percentage of trees in vitality classes (%) *						Średni wskaznik Mean index value
		1	2	3	3/4	4	5	
Gorlice I	górna /upper	3	47	34	16	0	0	2,3
	środkowa /middle	3	28	19	37	13	0	3,3
	dolna /lower	0	15	34	28	20	3	3,6
Gorlice II	górna /upper	2	62	24	12	0	0	2,5
	środkowa /middle	0	5	39	28	28	0	3,8
	dolna /lower	0	0	7	24	65	4	4,7
Gromnik	górna /upper	6	16	19	40	19	0	3,5
	środkowa /middle	3	47	27	7	13	3	2,9
	dolna /lower	4	26	36	18	16	0	3,2
Kosarzyska	górna /upper	0	15	19	43	23	0	3,7
	środkowa /middle	0	41	41	9	9	0	2,9
	dolna /lower	3	31	39	19	8	0	3,0
Krynica I	górna /upper	0	40	40	10	10	0	2,9
	środkowa /middle	11	65	23	0	1	0	2,2
	dolna /lower	4	38	35	4	16	3	3,0
Krynica II	górna /upper	0	6	18	18	58	0	4,3
	środkowa /middle	7	7	55	3	28	0	3,4
	dolna /lower	4	15	44	0	37	0	3,5
Limanowa	górna /upper	0	9	37	41	13	0	3,6
	środkowa /middle	0	40	20	26	7	7	3,2
	dolna /lower	0	13	27	47	13	0	3,6
Łosie I	górna /upper	3	8	11	54	24	0	3,9
	środkowa /middle	10	42	18	13	12	5	2,9
	dolna /lower	0	15	30	33	21	1	3,6
Łosie II	górna /upper	0	27	29	37	7	0	3,2
	środkowa /middle	0	7	14	31	45	3	4,2
	dolna /lower	0	14	26	28	30	2	3,8
Nawojowa I	górna /upper	0	14	26	60	0	0	3,5
	środkowa /middle	0	19	37	22	22	0	3,5
	dolna /lower	0	37	19	34	10	0	3,2
Nawojowa II	górna /upper	0	25	17	39	19	0	3,5
	środkowa /middle	0	24	28	17	31	0	3,6
	dolna /lower	0	19	31	30	20	0	3,5
Stary Sącz I	górna /upper	4	15	50	21	10	0	3,2
	środkowa /middle	6	53	6	29	6	0	2,8
	dolna /lower	7	43	45	1	4	0	2,5
Stary Sącz II	górna /upper	0	19	28	37	16	0	3,5
	środkowa /middle	5	57	16	11	11	0	2,7
	dolna /lower	0	32	49	17	1	1	2,9

* Patrz tab. 2

See Table 2

4.6. Żywotność

Największym udziałem drzew 1 i 2 klasy żywotności (drzewa bujne i normalne) w górnej warstwie cechowały się drzewostany: Gorlice I (50%), Gorlice II (64%), Krynica I (40%) i Łosie II (27%) (tab. 8). Drzewostany te pod względem żywotności należy uznać za najlepsze. Słabszą żywotnością charakteryzowały się pozostałe drzewostany, w których udział drzew 1 i 2 klasy łącznie wynosił od 6% (Krynica II) do 25% (Nawojowa II) (tab. 8). Średni wskaźnik żywotności jodeł w warstwie górnej wyniósł od 2,3 (Gorlice I) do 4,3 (Krynica II) (tab. 8). Większość ocenianych drzewostanów cechowała się dużym lub bardzo dużym udziałem drzew klas 1 i 2 w warstwie środkowej, powyżej 40% (tab. 8). Średni wskaźnik żywotności jodeł z warstwy środkowej wynosił od 2,2 (Krynica I) do 4,2 (Łosie II) (tab. 8).

W warstwie dolnej udział drzew klas 1-2 był szczególnie duży w drzewostanach: Gromnik (30%), Kosarzyska (34%), Krynica I (42%), Nawojowa I (37%), Stary Sącz I (50%) i Stary Sącz II (32%) (tab. 8). Słabszą żywotnością charakteryzowały się pozostałe drzewostany, w których udział drzew 1 i 2 klasy wynosił od 6% (Krynica I) do 25% (Nawojowa II). Dużym udziałem drzew silnie osłabionych i obumierających (klasy 4 i 5), bez szans przejścia do środkowej warstwy drzewostanu, cechowały się powierzchnie: Gorlice II (69%), Krynica II (37%) oraz Łosie II (32%) (tab.8). Średni wskaźnik żywotności od 2,5 (Stary Sącz I) do 4,7 (Gorlice II) potwierdza najslabszą żywotność jodeł z dolnego piętra (tab. 8).

5. DYSKUSJA

Poza uwarunkowaniami genetycznymi, na cechy morfologiczne jodeł wpływ wywiera wiek drzewa i jego położenie biosocjalne oraz budowa, rodzaj i stopień zwarcia drzewostanu (Burger 1939, Korpel i Vinš 1965, Gagov 1973, Mejnartowicz 1983). W badaniach dotyczących lasów przerębowych najczęściej analizowana była tendencja wzrostowa, cechy koron (długość, objętość, powierzchnia boczna), jakość pnia, żywotność oraz współczynnik smukłości, decydujące o produktywności oraz stabilności drzewostanów (Leibundgut 1945, 1972b, Jaworski 1979). Z punktu widzenia praktyki leśnej istotne jest to, że wymienione wyżej cechy można kształtować przez zabiegi hodowlane.

Długość korony często jest brana pod uwagę przy charakterystyce hodowlanej i dendrometrycznej drzew (Gieruszyński 1961, Lemke 1966, Jaworski i in. 1995). W tym celu wykorzystuje się też względną długość koron (Leibundgut 1945, Sommer 1961, Skrzyszewski 1993, Jaworski i in.1995). W opracowaniach zawierających charakterystykę najbardziej znanych – szwajcarskich i bawarskich, lasów przerębowych Leibundgut (1945) i Sommer (1961) opisał m.in. korony

jodeł, wyrażając ich długość procentowo w stosunku do wysokości drzew. Uzyskane przez tych autorów wyniki warto porównać z naszymi.

Pod względem średniej wartości względnej długości koron drzew z górnej warstwy drzewostanu (Krynica II – 67%, Gorlice I i II – 63 i 64%, Gromnik i Kosarzyska po 64%) (tab. 4) jodły z beskidzkich drzewostanów o budowie przerębowej są zbliżone do jodeł o najdłuższych koronach ze szwajcarskich lasów przerębowych (tab. 9). Jednak trzy drzewostany beskidzkie (Łosie II, Stary Sącz I, Stary Sącz II) cechują się krótkimi koronami, których długość nie przekracza połowy wysokości jodeł (46–48%), co w szwajcarskich lasach przerębowych jest niespotykane (Leibundgut 1945) (tab. 9). W lasach przerębowych Lasu Bawarskiego względna długość korony jodeł klasy I (korony kształtu eliptycznego) i klasy II (korony walcowate) była mniejsza (odpowiednio: 39 do 56% i 35 do 67%) (Sommer 1961) niż w beskidzkich drzewostanach o budowie przerębowej (tab. 4).

W latach 70. ubiegłego wieku, w badanych karpaccich lasach przerębowych (Jaworski 1979), średnia względna długość koron jodeł z górnej warstwy była zbliżona (52–68%) do prezentowanych drzewostanów beskidzkich (46–67%) (tab. 4). Warto również podać dla porównania, że jodły w karpaccich lasach o charakterze pierwotnym wykształciły korony stanowiące 47–65% ich wysokości (Jaworski 1979).

Długie korony drzew tej warstwy wskazują na dużą stabilność drzewostanu (nisko umieszczony środek ciężkości drzewa) oraz pozwalają spodziewać się intensywnego przyrostu drzew, gdyż przyrost grubości jodeł jest bardzo silnie dodatnio skorelowany ze względną długością ich koron (Jaworski i in. 1995).

Korony jodeł z warstwy środkowej w 5 szwajcarskich lasach przerębowych stanowiły przeciętnie 54–60% ich wysokości, a na jednej powierzchni osiągnęły 65% wysokości drzew (tab. 9). W badanych drzewostanach beskidzkich, na 7 powierzchniach (Gromnik, Kosarzyska, Krynica I i II, Łosie I i II, Stary Sącz II) korony osiągnęły długość stanowiącą co najmniej 65% wysokości drzewa, ale w 3

Tabela 9. Średnie długości koron jodeł wyrażone w % wysokości drzew w szwajcarskich lasach przerębowych (Leibundgut 1945)

Table 9. Average crown length of firs expressed in % of the entire tree height in Swiss selection forests (Leibundgut 1945)

Powierzchnia Study site	Warstwa Layer		
	górną upper	środkowa middle	dolną lower
Biglenwald	64	59	58
Couvet	63	58	51
Dürsrüti	61	59	57
Hasliwald	62	60	57
Rauchgrat	68	65	64
Toppwald	59	54	55

drzewostanach (Gorlice II, Limanowa, Łosie II) nie przekroczyły 54% (tab. 4), a w pozostałych 3 osiągnęły 59–60% wysokości drzewa (tab. 4).

W warstwie dolnej we wszystkich badanych przez Leibundguta drzewostanach szwajcarskich korony jodeł były dłuższe od połowy wysokości drzew; najdłuższe korony stwierdzono w lesie Biglenwald (58%) (tab. 9). W Beskidach korony dłuższe od 58% wysokości drzewa stwierdzono w 10 drzewostanach, a najdłuższe korony osiągnęły 71% (Stary Sącz I) wysokości drzewa. Najkrótsze korony stanowiły około 44% wysokości drzewa (Gorlice II) (tab. 4). Dłuższe korony jodeł rosnące w beskidzkich lasach przerębowych są prawdopodobnie wynikiem warunków ich wzrastania – luźniejszego zwarcia i mniejszego ocienienia stwarzanego przez górną warstwę drzewostanu. We wszystkich drzewostanach wykazujących niepożądane skrócenie koron (Gorlice II – warstwa dolna, Stary Sącz I i II – warstwa górna) konieczne są zabiegi, które zahamują ten proces.

Tendencja wzrostowa jest bardzo ważną cechą decydującą o przemieszczaniu się drzew w warstwach drzewostanu. Badania dotyczące tendencji wzrostowej drzew w lasach przerębowych należą do nielicznych (Leibundgut 1972b, Jaworski 1979). Leibundgut (1972b) w swoich badaniach stosował klasyfikację IUFRO, która odnosi tendencję wzrostową analizowanego drzewa do okazów sąsiadujących (czy drzewo rośnie szybciej czy wolniej od sąsiada), a więc o charakterze względnym. Przyjęta w naszych badaniach klasyfikacja uwzględniająca czynnik świetlny, tj. stosunek średniej długości rocznego przyrostu pędów bocznych z części przywierzchołkowej do odpowiadającej im długości pędu głównego, ma charakter bezwzględny (Jaworski 2004). Dlatego też porównanie tej cechy jodeł beskidzkich i szwajcarskich nie było możliwe.

W warstwie górnej były zarówno jodły o najwyższym wskaźniku tendencji wzrostowej (zbliżonym do 1, tj. drzewa intensywnie przyrastające na wysokość), jak i drzewa o wskaźniku najmniej korzystnym (4 – drzewa o długo trwającym zahamowaniu przyrostu). W środkowej warstwie wzrastały jodły zarówno dobrze przyrastające (wskaźnik 2), jak i wykazujące zahamowanie przyrostu, które nastąpiło w ciągu kilku ostatnich lat (3). Jodły z dolnej warstwy cechują się najmniej korzystnym wskaźnikiem tendencji wzrostu, od dobrze przyrastających (2) do drzew o długo trwającym zahamowaniu przyrostu (4).

Tendencja wzrostowa jodeł z warstw dolnej i środkowej zależy w decydującej mierze od warunków świetlnych, kształtowanych m.in. w wyniku cięć hodowlanych. Poprzez intensywniejszą pielęgnację można wpłynąć na poprawę tendencji wzrostowej drzew tych warstw. Tendencja wzrostowa drzew w warstwie górnej zależy natomiast zarówno od wcześniej wykonywanych cięć, jak i wieku jodeł. Obecnie wykonywane cięcia przerębowe, uwalniające jodły w górnym piętrze, mogą tylko w niewielkim stopniu wpłynąć na poprawę analizowanej cechy.

Pod względem jakości pnia beskidzkie jedliny o strukturze przerębowej ustępowały szwajcarskim lasom przerębowym. W Karpatach średni wskaźnik tej cechy dla jodeł z górnego piętra osiągnął wartość od 1,6 do 3,1 (tab. 7), co w klasyfikacji IUFRO odpowiada wartościom 40–60, natomiast lasy w Szwajcarii w klasyfikacji

IUFRO osiągnęły najwyższą wartość 40,0 (pow. I i III) oraz 41,0 (pow. II). Słabszą jakość wykazały również jodły beskidzkie wznoszące się w środkowej i dolnej warstwie (wskaźnik około 40–60 według IUFRO). Dla porównania, przeciętna jakość drzew tych warstw wyniosła w Szwajcarii odpowiednio: od 43 do 46 i od 46 do 50 (Leibundgut 1972b).

Drzewa warstwy środkowej stanowią rezerwę drzew dla warstwy górnej i z czasem przejmą ich rolę, stąd ich cechy rzutują na przyszłą jakość drzewostanu. Z drugiej strony możliwości poprawy cech jakościowych pni drzew w warstwie środkowej są mocno ograniczone, gdyż podkrzesywanie przeprowadzone na tym etapie gwarantuje udział bezszęcnego drewna jedynie w najbardziej zewnętrznej strefie pnia i może nie rekompensować poniesionych nakładów.

Jakość strzał drzew warstwy górnej jest cechą decydującą o wyrażonym pieniądze przyroście wartości drzewostanu i silnie wpływa na przyjmowaną docelową pierśnicę. Duże pierśnice docelowe należy przyjmować dla drzewostanów cechujących się dobrą jakością i żywotnością drzew z warstwy górnej. Ponieważ przyrost wartości drzew pośledniej jakości jest niewielki, a ich wcześniejsze usunięcie stwarza możliwość awansu do warstwy górnej drzewom z warstwy środkowej, często charakteryzującym się lepszą jakością, dlatego przyjmowanie w takiej sytuacji dużych pierśnic docelowych jest nieuzasadnione.

O stosunkowo niskiej jakości badanych drzewostanów zadecydowała ich geneza. W kilku przypadkach były to silnie przerzedzone jedliny, nie sprzyjające naturalnemu oczyszczaniu, w których nie wykonywano cięć selekcyjnych. Uzyskane wyniki wskazują, że zróżnicowana budowa drzewostanu, zbliżona do przerębowej, nie jest warunkiem wystarczającym do ukształtowania drzew dobrze oczyszczonych. Dobrą jakość osiągnąć można przez grupowe odnowienie, a w następnych latach podkrzesywanie. Zabiegiem tym powinno się objąć praktycznie wszystkie żywotne jodły o pierśnicy 25 cm. W okresie dziesięcioletnim zabiegiem tym należy objąć około 20–30 drzew, tzn. tyle, ile w tym okresie osiąga pierśnicę docelową (Burschel i Huss 1997).

Ocena stopnia zniekształcenia koron wykazała, że w warstwie środkowej udział jodeł o koronach foremnych i lekko zniekształconych był na ogół większy niż w górnej, a udział koron silnie i bardzo silnie zniekształconych nieco mniejszy. Wynika to z jednostkowego rozmieszczenia drzew w tej warstwie. Większy udział jodeł o zniekształconych koronach w warstwie górnej wiąże się z brakiem zabiegów pielęgnacyjnych oraz ich często skupiskowym rozmieszczeniem. Można przypuszczać, że zniekształcenia koron, utrudniające po uwolnieniu wykorzystanie przez drzewa udostępnionej przestrzeni, pojawiają się częściej w drzewostanach o wyraźnej tendencji do zwierania się pułapu koron i wskazują na zaniedbania w zakresie pielęgnacji przerębowej struktury. W prawidłowo prowadzonym lesie jednostkowo-przerębowym drzewa po okresie kolektywnego wznoszenia w grupie, trwającym do fazy drągownicy, rozpoczynają z reguły okres indywidualnego wzrostu, sprzyjający utrzymaniu długich i foremnych koron oraz silnemu przyrostowi miąższości.

Odbudowa koron drzew z warstwy górnej nie jest już możliwa. Potwierdza to wysoki udział jodeł o zniekształconej koronie na powierzchni Krynica I, która od około 20 lat prowadzona jest rębnią ciągłą. Możliwa jest natomiast, przy dostatecznej żywotności, odbudowa koron (pod względem ich długości i kształtu) u drzew z warstwy środkowej, a zwłaszcza dolnej.

Współczynnik smukłości uważany jest za cechę pozwalającą na określenie odporności drzew na złamania przez okiść i wiatr. Drzewa o $h:d < 80$ uważa się za stabilne, a o $h:d < 60$ za bardzo stabilne (Abetz 1976, Pollanschütz 1980, Wójcikiewicz 1986, Burschel i Huss 1997).

W przerębowych jedlinach beskidzkich (tab. 6) i szwajcarskich (tab. 10) średnie wartości współczynnika smukłości drzew z warstwy górnej są mniejsze od 80, co pozwala, w świetle wyżej podanej literatury, uznać tę warstwę lasu przerębowego za stabilną – odporną na wiatr i okiść. Jednak w szwajcarskich lasach przerębowych (tab. 10) średni współczynnik smukłości jest mniejszy od 60 aż na 6 powierzchniach z 7 badanych. W Beskidach tylko w pięciu drzewostanach współczynniki te były równe lub mniejsze od 60 (tab. 6). Szwajcarskie lasy przerębowe charakteryzowały się także korzystniejszym współczynnikiem smukłości jodeł rosnących w warstwach środkowej i dolnej; w większości badanych drzewostanów był on mniejszy od 80. W jedlinach beskidzkich jest on przeważnie większy od 80 (tab. 6), co potwierdza wcześniejsze wnioski o braku zabiegów pielęgnacyjnych w tych drzewostanach lub ich nieprawidłowym wykonywaniu. Dla porównania, w drzewostanach jednopiętrowych w fazach żerdziowiny lub dragowiny współczynnik smukłości przyjmuje z reguły wartości 120–80 (Schütz 2001).

Tabela 10. Średnie współczynniki smukłości (h:d) jodeł z niektórych szwajcarskich lasów przerębowych (Leibundgut 1945)

Table 10. Mean slenderness coefficient (h:d ratio) for fir in the selected Swiss selection forests (Leibundgut 1945)

Powierzchnia Study site	Warstwa Layer		
	górną upper	środkowa middle	dolną lower
Biglenwald	57	71	76
Couvet	55	82	89
Dürsrüti	50	67	79
Hasliwald	59	74	90
Rauchgrat	51	68	79
Toppwald	61	75	76
Schwarzenberg	56	82	70

Żywotność badanych lasów beskidzkich ustępuje bardzo wyraźnie żywotności jodeł z lasu przerębowego Wittenbach w Emmentalu (Leibundgut 1972b). Na trzech szwajcarskich powierzchniach próbnych żywotność jodeł wyrażona wskaź-

nikami klasyfikacji IUFRO wynosiła: w warstwie górnej – 10,0–11,7, środkowej – 12,0–13,6, a dolnej – 12,1–15,7. W jedlinach beskidzkich wartość wskaźnika żywotności jodeł w tej warstwie mieściła się w zakresie 2,3 do 4,7 co według klasyfikacji IUFRO odpowiada klasom 10–30, przy czym w klasie 20–30 były drzewa z warstwy górnej 10 powierzchni, z warstwy środkowej 7 powierzchni, a z dolnej – 11 powierzchni (tab. 8).

Klasyfikacja żywotności drzewa powinna uwzględniać wiele elementów i stanowić podstawę oceny jego przydatności hodowlanej. Za drzewa przyszłościowe mogą być uznane drzewa bujne, drzewa o normalnej żywotności lub drzewa lekko osłabione, pod warunkiem, że cechują się odpowiednią jakością pnia. Drzewa silnie osłabione i obumierające będą często usuwane w ramach cięć sanitarno-porządkowych. O ile wśród drzew warstwy górnej osłabienie żywotności jest zawsze symptomem zaawansowanej fazy rozwojowej, a kondycja poszczególnych drzew zazwyczaj wykazuje tendencję spadkową, o tyle słaba żywotność drzew w warstwie środkowej i dolnej wynika często z silnej konkurencji wywieranej przez wyższe drzewa i w przypadku okazów lekko i średnio osłabionych może ulec poprawie po wykonaniu odpowiednich zabiegów hodowlanych.

6. WNIOSKI

1. Spośród 13 badanych drzewostanów o strukturze przerębowej większość nie była wcześniej prowadzona według zasad rębni ciągłej (pielęgnacyjno-przyrostowej), co wywarło decydujący wpływ na cechy koron, jakość pni i żywotność. Cechy te są najważniejsze ze względu na przyrost wysokości i grubości drzew oraz ich przemieszczanie się do wyższych warstw, a przez to determinują możliwości utrzymania lub kształtowania budowy przerębowej oraz osiągnięcia założonej pierśnicy docelowej.

2. Jedliny beskidzkie w porównaniu ze szwajcarskimi lasami przerębowymi, prowadzonymi od ponad 100 lat rębnią ciągłą, charakteryzowały się gorszą jakością pnia, słabszą żywotnością oraz mniej korzystnym współczynnikiem smukłości, wykazały natomiast duże podobieństwo pod względem długości koron w warstwie górnej. Korony drzew w warstwach środkowej i dolnej były w niektórych drzewostanach nawet dłuższe.

3. W celu poprawy żywotności, stabilności i jakości drzew wskazane jest: kształtowanie grupowej formy lasu przerębowego (odnowienie w formie grupy), uwzględnianie zasad selekcji pozytywnej w cięciach przerębowych, wykonanie podkrzesywania oraz zwrócenie uwagi na pielęgnację podrostu.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FIRS IN SELECTION STANDS OF THE WEST BESKIDY

Summary

The paper provides an analysis of morphological characteristics of fir (*Abies alba*) growing in 13 selection stands in the Beskid Niski, Beskid Sądecki, Beskid Wyspowy mountain ranges and the Carpathian submontane region being under the administrative supervision of the Regional Directorate of State Forests in Cracow (Table 1). The Stary Sącz I and Gromnik study areas represent the association *Tilio Carpinetum abietetosum* and other areas represent the sub-association *Dentario glandulosae-Fagetum abietetosum* of the Carpathian beech forests (Table 1).

The morphological characteristics of fir were studied on a random sample of 50% (101 – 206 trees) of firs trees with diameter at breast height greater than 7.9 cm. The measurements covered height (*h*), diameter at breast height (*d*) and crown length. The measurements were the basis to calculate the slenderness ratio (*h:d*) and relative crown lengths. The height growth trend, crown deformation, stem quality and tree vitality were subject to classification (Table 2).

The upper stand layer was represented by firs with the highest index of growth (close to 1, i.e. trees showing the dynamic height growth) and firs with the lowest index (4- trees with the long-term height growth inhibition). In the middle layer, there were firs showing good growth (index 2) and firs whose growth has been inhibited over the last several years (3). Firs from the lower layer revealed the lowest growth tendency: from well incrementing firs (2) to those whose growth was persistently inhibited (4) (Table 3).

The crowns of the middle- and lower-layer firs on 12 study sites were longer than half of their height (Table 4). The crown deformation index reached a similar value for all stand layers: upper layer – 1.8–3.0, middle layer – 1.8–3.1, lower layer – 1.7–3.0 representing a crown loss of 25–50 % (Table 5).

The mean slenderness ratio for firs in the upper layer ranged from 57 (Krynica II and Limanowa) to 65 (Stary Sącz I) (Table 6). In the middle layer it ranged from 77 (Krynica I) to 96 (Stary Sącz II). As expected, the slenderness ratio for firs in the lower layer was higher than for firs in the upper and middle layers (from 87 – Nawojowa I, to 104 – Gromnik, on average) (Table 6).

The mean stem quality index values for firs in the upper layer ranged from 1.6 (Krynica I) to 3.1 (Nawojowa II), in the middle layer – from 2.7 (Gorlice I, II, Gromnik, Stary Sącz I and II) to 3.2 (Łosie I and II, Nawojowa I and II) and in the lower layer – from 2.5 (Gromnik) to 3.7 (Łosie I, Nawojowa II) (Table 7).

In the Beskid fir forests, the mean vitality index values for firs in the upper layer ranged from 2.3 to 4.3, in the middle layer – 2.2–4.2 and in the lower layer – 2.5–4.7 which corresponded to the IUFRO classes 10–30. Class 20–30 included the upper-layer trees on 10 study sites, middle-layer trees on 7 study sites and the lower-layer trees on 11 study sites.

The Beskid fir forests in comparison with the Swiss selection forests managed under the selection system for over 100 years had worse stem quality, poorer vitality and lower slenderness ratio, however, they showed high similarity with regard to crown length in the upper stand layer.

Tree crowns in the middle and lower layers in some stands were even longer. In the majority of the 13 studied stands the selection system was not applied which had a decisive effect on crown characteristics, stem quality and tree vitality.

To improve tree vitality, stability and quality, application of a group regeneration system in the selection stands, positive selection principles, pruning treatments, as well as more rigorous tending of plantations are recommended.

(transl. K. M.-M.)

LITERATURA

- Abetz P. 1976. Beiträge zum Baumwachstum. Die *h:d*-Wert – mehr als ein Schlankheitsgrad! Forst-u. Holzwirt. 31, 19: 389-393
- Ammon W. 1951. Das Plenterprinzip in der Waldwirtschaft. Verlag Paul Haupt., Bern.
- Ammon W. 1995. Das Plenterprinzip in der Waldwirtschaft. Verlag Paul Haupt., Bern.
- Balsiger R. 1925. Der Plenterwald und seine Bedeutung für die Forstwirtschaft der Gegenwart. Bückler, Bern.
- Bernadzki E. 1971. Problem zagospodarowania drzewostanów jodłowych. Sylwan, 130, 8: 19-30.
- Burger H. 1939. Der Kronenaufbau gleichalteriger Nadelholzbestände. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchsanst., 21, 1: 5-57.
- Burger H. 1942. Holz, Blattmenge und Zuwachs. Ein Plenterwald mittlerer Standortsgüte. Der bernische Staatswald Toppwald in Emmental. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw., 22, 2: 377-445.
- Burschel P., Huss J. 1997. Grundriss des Waldbaus. Parey Buchverlag, Berlin.
- Favre L.A. 1965. La croissance du sapin en forêt jardinée. Schweiz. Z. Forstwes., 84, 7: 547-555.
- Flury Ph. 1929. Über den Aufbau des Plenterwaldes. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw., 15, 2: 305-356.
- Gagov V. 1973. Variability in seeds of *Abies alba* from different populations in Bulgaria. Naučni Trudove, Višš Lesotečničeskii Institut. Sofija (Gorsko Stopanstvo), 19: 51-60.
- Gieruszyński T. 1961. Zmienność elementów miąższości drzew w drzewostanach jodłowych Beskidu Sądeckiego. Fol. For. Pol., Ser. A, 7: 87-111.
- Graniczny S. 1971. Niektóre problemy sposobów zagospodarowania lasu w drzewostanach jodłowych i jodłowo-mieszanych na Roztoczu w świetle badań. Sylwan, 130, 8: 9-17.
- Hess M. 1965. Piętra klimatyczne w Polskich Karpatach Zachodnich. Zesz. Nauk. UJ, 115, Pr. Geogr., 11: 1-258.
- Jaworski A. 1979. Charakterystyka hodowlana wybranych drzewostanów z udziałem jodły (*Abies alba* Mill.) w Karpatach i Sudetach. Acta Agr. Silv., Ser. Silv., 18: 19-60.
- Jaworski A. 2004. Podstawy przyrostowe i ekologiczne odnawiania oraz pielęgnacji drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Jaworski A., Karczmarski J., Pach M., Skrzyszewski J., Szar J. 1995. Ocena żywotności drzewostanów jodłowych w oparciu o cechy biomorfologiczne koron i przyrost promienia pierśnicy. Acta Agr. Silv., Ser. Silv., 33: 115-131.
- Jaworski A., Paluch J., Pach M., Kołodziej Zb., Majerczyk K. 2007. Charakterystyka lasów przebiegowych w wybranych nadleśnictwach Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krakowie. Sylwan (w druku).
- Jaworski A., Szawara J. 1981. Kształtowanie się wzrostu i przyrostu wysokości naturalnych odnowień jodły (*Abies alba* Mill.) na przykładzie wybranych powierzchni w lasach krynickich. Acta Agr. Silv., Ser. Silv., 20: 17-40.
- Korpel Š., Vinš B. 1965. Pestovanie jedle. SVPL, Bratislava.
- Köstler J. N. 1956. Allgäuer Plenterwaldtypen. Forstwiss. Cbl., 75: 421-458.
- Leibundgut H. 1945. Waldbauliche Untersuchungen über den Aufbau von Plenterwäldern. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw., 24, 1: 217-296.
- Leibundgut H. 1972a. Pielęgnowanie drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Leibundgut H. 1972b. Struktur eines Emmentaler Plenterwaldes. Forstwiss. Cbl., 91: 222-237.
- Lemke J. 1966. Korona jako kryterium oceny dynamiki wzrostowej drzew w drzewostanie sosnowym. Fol. For. Pol., Ser. A, 12: 185-236.
- Mejnartowicz L. 1983. Genetyka. [W:] Jodła pospolita. PWN, Warszawa-Poznań: 285-316.
- Paluch J. 2005a. The influence of the spatial pattern of trees on forest floor vegetation and silver fir (*Abies alba* Mill.) regeneration in uneven-aged forests. For. Ecol. Manage., 205: 283-298.

- Paluch J. 2005b. Spatial distribution of regeneration in West-Carpathian uneven-aged silver fir forests. *Eur. J. For. Res.*, 124: 47-54.
- Paluch J. 2006. Factors controlling the regeneration process in unevenly aged silver fir forests: inferences from the spatial pattern of trees. *J. For. Sci.*, 52, 11: 510-519.
- Pollanschütz J. 1980. Erfahrungen aus der Schnee-bruchkatastrophe 1979. *Allg. Forstz.*, 91, 5: 123-125.
- Schütz J. Ph. 2001. *Der Plenterwald*. Parey Buchverlag, Berlin.
- Skrzyszewski J. 1993. Kształtowanie się zależności między żywotnością oraz cechami biomorfologicznymi korony a masą korzeni i szerokością słoje rocznych u świerka i modrzewia. Praca doktorska, Kraków, Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu AR (maszynopis).
- Sommer H.G. 1961. Tannenkronen im Plenterwald. *Forstwiss. Cbl.*, 80: 215-223.
- Szymkiewicz B. 1951. Studia nad optymalną strukturą drzewostanu jodłowego w gospodarstwie przerębowym. *Prace IBL*, 73: 1-127.
- Wójcikiewicz F. 1986. Niektóre kierunki realizacji zabiegów pielęgnacyjnych w lasach górskich. *Post. Tech. Leśn.*, 38: 33-44.