

Andrzej JAWORSKI, Zbigniew KOŁODZIEJ,
Mariusz ŁAPKA, Leszek BARTKOWICZ*

BUDOWA, STRUKTURA I DYNAMIKA DRZEWOSTANÓW O CHARAKTERZE PIERWOTNYM W REZERWACIE „DOLINA ŁOPUSZNEJ” (GORCZAŃSKI PARK NARODOWY)

STRUCTURE AND DYNAMICS OF STANDS OF A PRIMEVAL CHARACTER
IN THE ‘DOLINA ŁOPUSZNEJ’ NATURE RESERVE (GORCE NATIONAL PARK)

***Abstract:** Results of measurements carried out in three sample plots in 1991 and 2001 are presented in this paper. During the control period, stand volume in the Łopuszna I plot increased from 605 to 642 m³/ha, while the volume percentage of European fir slightly decreased (from 9.3 to 8.1%), and that of European beech increased. The stand maintained its features of the growing up stage, the selection forest phase. In both remaining Łopuszna II and III plots, stand volume decreased from 688 to 602 m³/ha, and from 755 to 714 m³/ha, respectively, while percentage of fir increased from 20.3 to 23.7%, and from 11.5 to 12.7%, respectively. In the Łopuszna II plot the stand transformed from the optimum stage, the aging and regeneration phases to the intensive break up stage and the advanced regeneration phase, while in the Łopuszna III plot from the optimum stage with symptoms of the aging phase to the break up stage and the regeneration phase. In spite of beech domination, a considerable abundance of young natural regeneration of fir, as well as its undergrowth from above 50 cm in height to 5.9 cm in dbh, and its percentage in the lower storey, indicate a possibility of maintaining the presence of fir in species composition of the stand.*

***Key words:** *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, stand volume, development stages and phases, necromass volume, regeneration*

* Akademia Rolnicza w Krakowie, Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu, al. 29-Listopada 46, 31–425 Kraków, ajaworski@ar.krakow.pl

1. WSTĘP

Gorce, dzięki zachowanym w niedostępnych miejscach kompleksom leśnym, wykazującym charakter puszczański (północne stoki Turbacza, drzewostany w górnym biegu potoku Łopuszna), były od dawna obiektem zainteresowania fitosocjologów (m.in. Jarosz 1935, Kornaś 1955, Michalik 1967) i gleboznawców (Adamczyk 1966).

Badania dotyczące drzewostanów o charakterze pierwotnym (zmiany zapasu, składu gatunkowego i przyrostu) w Gorcach (rezerwat im. Wł. Orkana) zapoczątkował Rutkowski i in. (1972) oraz Dziewolski i Rutkowski (1991). Dokładną charakterystykę drzewostanów i siedlisk leśnych północnych stoków Turbacza przedstawiła Sikorska (1975). Ocena zmian zasobów leśnych rezerwatu „Dolina Łopusznej” była przedmiotem badań Przybylskiej i in. (1995).

W 1981 roku Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu AR w Krakowie w rezerwacie „Dolina Łopusznej” założyła trzy stałe powierzchnie doświadczalne, charakteryzujące dolnoregłowe drzewostany należące do zespołu buczyny karpackiej (*Dentario glandulosae-Fagetum*) i przeprowadziła odpowiednie pomiary (Fabijanowski i Jaworski 1989). Kolejne pomiary wykonano w latach 1991 (Jaworski i Skrzyszewski 1995) i 2001.

Celem prezentowanej pracy jest przedstawienie zmian, jakie zaszły w badanych drzewostanach w okresie kontrolnym 1991–2001, pod względem: składu gatunkowego, zasobności, budowy pionowej, struktury pierśnic oraz stadiów i faz rozwojowych.

Należy podkreślić, że długookresowe badania drzewostanów o charakterze pierwotnym pozwalają na ustalenie tendencji rozwojowych i mechanizmów samo-regulacji, jaka zachodzi w ekosystemach leśnych. Stanowią one podstawę doskonalenia naturalnego kierunku hodowli lasu. W Europie kierunek ten rozwinęli Leibundgut (1977) oraz Schütz (1986, 1990) i nadali mu formę dostosowaną do współczesnych postulatów społecznych oraz związanej z nim wielofunkcyjnej roli lasu. W Polsce rozwój hodowli lasu bliskiej naturze zawdzięczamy m.in. Chodziekiemu (1976) (naturalny kierunek hodowli lasu) i Bernadzkowskiemu (1995) (półnaturalna hodowla lasu). Znaczenie badań lasów o charakterze pierwotnym przedstawił także Jaworski (1997, 2004).

2. CHARAKTERYSTYKA POWIERZCHNI BADAWCZYCH

Charakterystykę (położenie i warunki przyrodnicze) powierzchni badawczych w rezerwacie „Dolina Łopusznej”, utworzonym w 1970 r., przedstawiono we wcześniejszych opracowaniach (Fabijanowski i Jaworski 1989, Jaworski i Skrzyszewski 1995). Powierzchnie te położone są w górnej części regła dolnego (900–1025 m n.p.m.), w oddziałach 71 (powierzchnia próbna – p.p. II) i 72 (p.p. I i

III). W czasie badań drzewostany tej części rezerwatu charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem budowy i struktury. Dwie spośród założonych powierzchni reprezentowały stadium optymalne (p.p. II i III), trzecia zaś – stadium dorastania i fazę przerębową (p.p. I). Stadia rozwojowe lasu pierwotnego określono w 1981 roku na podstawie kryteriów zaproponowanych przez Korpela (1978) i omawianych w późniejszych jego pracach (np. Korpel 1989, 1995).

W tabeli 1 zestawiono ważniejsze informacje dotyczące powierzchni badawczych.

Tabela 1. Położenie oraz ogólna charakterystyka powierzchni badawczych założonych w rezerwacie „Dolina Łopusznej”

Table 1. Location and general characteristic of research plots established in ‘Dolina Łopusznej’ reserve

Powierzchnia Plot	Łopuszna I (p.p.I)	Łopuszna II (p.p.II)	Łopuszna III (p.p.III)	
Lokalizacja (oddział) Location (compartment)	72	71	72	
Wielkość (ha) Area (ha)	0,6	0,5	0,5	
Ekspozycja Exposure	SW	S	SW	
Nachylenie (°) Gradient (°)	12–15	15–20	19	
Wysokość n.p.m. (m) Altitude a.s.l. (m)	1025	990	1020	
Zespół roślinny Vegetation community	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>			
Typ siedliskowy lasu Forest site type	Las górski Mountain forest			
Maksymalny wiek drzew (lata) Maximum trees age (years)	270	210	240	
Stadium i faza rozwojowa Stage and development phase	1991	stadium dorastania, faza przerębową growing up stage, selection forest phase	stadium optymalne, faza starzenia, zaawansowana faza odnowienia optimum stage, phase of aging, advance regeneration phase	stadium optymalne i początek fazy starzenia optimum stage and beginning of aging phase
	2001	stadium dorastania, faza przerębową growing up stage, selection forest phase	stadium intensywnego rozpadu, zaawansowana faza odnowienia intensive break up stage, advance regeneration phase	początek stadium rozpadu, zaawansowana faza starzenia i odnowienia beginning of break up stage, advance aging and regeneration phase

3. METODYKA BADAŃ

Prace terenowe wykonano na przełomie lipca i sierpnia 2001 r. Ich zakres i metodyka pokrywają się z pomiarami wykonanymi na tych powierzchniach w 1991 r. (Jaworski i Skrzyszewski 1995). Należy jednak przypomnieć, że pomiarem wysokości objęto wszystkie drzewa żywe (z wyjątkiem silnie pochylonych, których pomiar był niemożliwy), w tym ze złamanymi wierzchołkami, a także obumarłe drzewa stojące (tzw. posusz stojący i złomy). Pomierzono również obumarłe drzewa leżące (tzw. leżaninę).

Zasobność drzewostanów i miąższość posuszu stojącego dla danych z 1991 i 2001 r. obliczono przy pomocy programu komputerowego „Zasoby”, który do wyrównania wysokości drzew wykorzystuje funkcję Michajłowa (Korf i in. 1972) i tablice miąższości Grundnera-Schwappacha (1952). We wcześniejszych badaniach zastosowano inne metody obliczania miąższości (Fabijanowski i Jaworski 1989, Jaworski i Skrzyszewski 1995).

Do obliczenia miąższości drzewostanu i posuszu stojącego w 1991 r. oraz miąższości ubytku wykorzystano krzywą wysokości sporządzoną na podstawie pomiarów z 1991 r., a w obliczeniach miąższości drzewostanu i posuszu stojącego w 2001 r., jak również miąższości dorostu oparto się na krzywej wysokości wykreślonej dla danych z 2001 roku.

Na podstawie pomiarów pierśnic drzew ($d_{1,3} \geq 8$ cm, bez drzew złamanych) obliczono podstawowe cechy rozkładu oraz parametry β_1 i β_2 konieczne do określenia typu rozkładu Pearsona (Zieliński 1972).

4. WYNIKI BADAŃ

4.1. Liczba drzew, pole powierzchni przekroju pierśnicowego, zasobność i skład gatunkowy

W okresie kontrolnym na wszystkich powierzchniach liczba drzew zmniejszyła się – w największym stopniu na p.p. III (z 320 do 276 szt./ha), a następnie p.p. II (z 312 do 282 szt./ha) i I (z 430 do 410 szt./ha) (tab.2).

Powierzchnia przekroju pierśnicowego uległa zmniejszeniu na p.p. II (o nieco ponad $5,5$ m²/ha) i p.p. III (o $3,8$ m²/ha), natomiast nieznacznie wzrosła na p.p. I (o $0,11$ m²/ha). Zasobność drzewostanu zmniejszyła się na p.p. II i III (odpowiednio z około 688 do 602 m³/ha i 755 do 714 m³/ha), a wzrosła na p.p. I (z około 605 do 642 m³/ha) (tab. 2).

Skład gatunkowy określony na podstawie udziału miąższościowego uległ niewielkim zmianom (tab. 2). Na p.p. I wzrósł udział buka (z $82,2$ do $83,6\%$), zmalał jodły (z $9,3$ do $8,1\%$) i nieznacznie świerka (z $8,5$ na $8,3\%$) (tab. 2). Na p.p. II udział miąższościowy buka zasadniczo nie zmienił się ($23,7\%$ w 1991 r. i $23,6\%$

Tabela 2. Liczba drzew, pole powierzchni przekroju pierścnicowego, zasobność i skład gatunkowy ($d_{1,3} \geq 8$ cm) w 1991 i 2001 r.
 Table 2. Number of trees, dbh basal area, volume and species composition (with dbh ≥ 8 cm) in 1991 and 2001

Gatunek Species	1991						2001					
	Liczba drzew Number of trees N		Powierzchnia przekroju pierścnicowego Dbh basal area G		Zasobność Stand volume V		Liczba drzew Number of trees N		Powierzchnia przekroju pierścnicowego Dbh basal area G		Zasobność Stand volume V	
	N/ha	%	m ² /ha	%	m ³ /ha	%	N/ha	%	m ² /ha	%	m ³ /ha	%
	Łopuszna I											
<i>Abies alba</i>	132	30,6	5,67	12,7	56,25	9,3	129	31,5	5,01	11,2	52,11	8,1
<i>Fagus sylvatica</i>	243	56,6	34,26	76,9	496,91	82,2	228	55,6	34,96	78,3	536,52	83,6
<i>Picea abies</i>	55	12,8	4,62	10,4	51,54	8,5	53	12,9	4,69	10,5	52,95	8,3
Razem Total	430	100,0	44,55	100,0	604,70	100,0	410	100,0	44,66	100,0	641,58	100,0
Łopuszna II												
<i>Abies alba</i>	48	15,4	8,92	19,3	139,93	20,3	50	17,7	9,25	22,7	142,38	23,7
<i>Fagus sylvatica</i>	68	21,8	11,12	24,1	162,71	23,7	88	31,2	10,27	25,3	142,15	23,6
<i>Picea abies</i>	196	62,8	26,14	56,6	384,92	56,0	144	51,1	21,12	52,0	317,25	52,7
Razem Total	312	100,0	46,18	100,0	687,56	100,0	282	100,0	40,64	100,0	601,78	100,0
Łopuszna III												
<i>Abies alba</i>	92	28,8	7,16	14,2	86,88	11,5	82	29,7	7,50	16,1	90,93	12,7
<i>Fagus sylvatica</i>	170	53,1	38,02	75,2	601,15	79,6	156	56,5	35,63	76,2	578,39	81,0
<i>Picea abies</i>	58	18,1	5,36	10,6	67,41	8,9	38	13,8	3,61	7,7	44,69	6,3
Razem Total	320	100,0	50,54	100,0	755,44	100,0	276	100,0	46,74	100,0	714,01	100,0

Tabela 3. Charakterystyka rozkładu piersńic* drzew w 1991 i 2001 r.
 Table 3. Characteristics of trees diameter at the breast height* (dbh) in 1991 and 2001

Gatunek Species	Liczebność prób (rzeczy- wista) Sample size (real)		Piersńica dbh			Odchylenie standardowe S	Współczynniki Coefficients			Parametry rozkładu Pearsona Pearson's distribu- tion parameters		Typ rozkładu Pearsona Pearson's distribu- tion type
	N	cm	min.	max.	średnia mean		zmien- ności variation	asymetrii asymmetry	ekscesu excess	β1	β2	
<i>Abies alba</i>	68	8,0	59,5	19,52	10,952	0,561	1,462	1,863	2,137	4,863	<i>I(J)</i>	
<i>Fagus sylvatica</i>	140	8,5	91,0	39,20	17,370	0,443	0,617	-0,024	0,381	2,976	<i>I</i>	
<i>Picea abies</i>	29	9,5	69,5	27,91	18,368	0,658	0,985	-0,278	0,970	2,722	<i>I(J)</i>	
Razem drzewostan Stand altogether	237	8,0	91,0	32,18	18,201	0,566	0,787	0,010	0,620	3,010	<i>I</i>	
Łopuszna I – 2001												
<i>Abies alba</i>	64	8,0	49,0	20,17	10,814	0,536	1,027	0,206	1,056	3,206	<i>I(J)</i>	
<i>Fagus sylvatica</i>	128	10,5	96,0	41,67	17,475	0,419	0,720	0,172	0,518	3,172	<i>I</i>	
<i>Picea abies</i>	24	10,0	73,0	29,63	19,984	0,675	0,946	-0,452	0,894	2,548	<i>I(U)</i>	
Razem drzewostan Stand altogether	216	8,0	96,0	33,96	18,810	0,554	0,776	0,116	0,602	3,116	<i>I</i>	
Łopuszna II – 1991												
<i>Abies alba</i>	23	8,0	74,0	44,59	18,460	0,414	-0,582	-0,531	0,339	2,469	<i>I</i>	
<i>Fagus sylvatica</i>	32	8,0	76,5	41,11	22,159	0,539	-0,209	-1,154	0,044	1,846	<i>I(J)</i>	
<i>Picea abies</i>	81	9,0	80,5	39,87	15,803	0,396	0,335	0,026	0,112	3,026	<i>I</i>	
Razem drzewostan Stand altogether	136	8,0	80,5	40,96	18,023	0,440	-0,028	-0,550	0,001	2,450	<i>I</i>	

Łopuszna II – 2001

<i>Abies alba</i>	22	8,5	76,0	43,18	21,072	0,488	-0,417	-1,111	0,174	1,889	I(U)
<i>Fagus sylvatica</i>	43	8,0	80,0	30,62	23,653	0,773	0,672	-0,998	0,451	2,002	I(U)
<i>Picea abies</i>	63	8,5	80,5	40,76	18,273	0,448	0,148	-0,319	0,022	2,681	I
Razem drzewostan Stand altogether	128	8,0	80,5	37,77	21,336	0,565	0,140	-1,031	0,020	1,969	I

Łopuszna III – 1991

<i>Abies alba</i>	33	9,0	70,0	28,77	15,917	0,553	0,765	-0,362	0,585	2,638	I(J)
<i>Fagus sylvatica</i>	83	18,0	100,0	51,02	17,215	0,337	0,275	-0,031	0,076	2,969	I
<i>Picea abies</i>	25	8,5	67,5	28,68	18,024	0,628	0,731	-0,607	0,534	2,393	I(J)
Razem drzewostan Stand altogether	141	8,5	100,0	41,85	20,288	0,485	0,243	-0,547	0,059	2,453	I

Łopuszna III – 2001

<i>Abies alba</i>	29	8,0	72,5	29,91	17,808	0,595	0,692	-0,579	0,479	2,421	I(J)
<i>Fagus sylvatica</i>	77	8,0	89,0	51,37	17,303	0,337	-0,015	-0,229	0,000	2,771	I
<i>Picea abies</i>	17	8,0	68,5	28,24	20,590	0,729	0,758	-0,811	0,575	2,189	I(U)
Razem drzewostan Stand altogether	123	8,0	89,0	43,11	20,860	0,484	0,023	-0,824	0,001	2,176	I

* nie uwzględniono drzew złamanych
broken trees were not considered

w 2001 r.), wzrósł udział jodły (z 20,3 do 23,7%), zmalał natomiast świerka (z 56 do 52,7%) (tab. 2).

W drzewostanie Łopuszna III buk i jodła zwiększyły swój udział (odpowiednio z 79,6 do 81% i 11,5 do 12,7%), świerk zaś zmniejszył (z 8,9 do 6,3%).

Zmiany składu gatunkowego określone na podstawie pola przekroju pierśnicowego układały się podobnie jak zmiany określone na podstawie udziału miąższościowego (tab. 2). Wyjątek stanowił buk na p.p. II, gdzie jego udział określony na podstawie pola powierzchni przekroju pierśnicowego wzrósł (z 24,1 do 25,3%), a obliczony na podstawie miąższości nie uległ zasadniczo zmianie (tab. 2), co wiąże się z obniżeniem przebiegu krzywej wysokości buka w 2001 r. w porównaniu z 1991 rokiem.

4.2. Struktura pierśnic

W okresie kontrolnym rozkład pierśnic wszystkich gatunków drzew na p.p.I utrzymał postać krzywej jednoramiennej (ryc.1). Jest to nadal krzywa Pearsona typu *I* (tab.3). Zwiększył się rozstęp pierśnic (ryc. 1); najgrubsze drzewo w 1991 roku mierzyło 91 cm, a w 2001 roku 96 cm (tab. 3). Zróżnicowanie pierśnic jodły, buka i całego drzewostanu zmniejszyło się, a zróżnicowanie pierśnic świerka wzrosło, co wyrażają współczynniki zmienności (tab. 3).

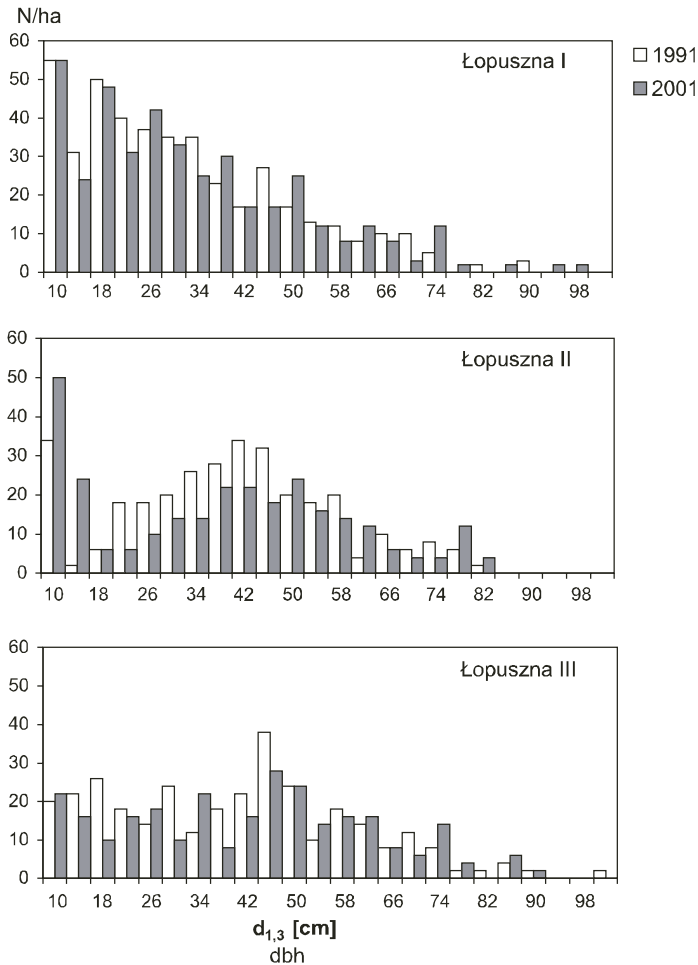
W przebiegu krzywej rozkładu pierśnic drzewostanu na p.p. II z 2001 roku w porównaniu do rozkładu w 1991 roku wyraźnie widać wzrost liczby drzew w dwóch najniższych stopniach grubości (ryc. 1). W badanym okresie rozstęp pierśnic nie zmienił się (ryc. 1), podobnie jak typ rozkładu Pearsona (*I*) (tab. 3). Zróżnicowanie pierśnic poszczególnych gatunków i całego drzewostanu zwiększyło się wyraźnie (tab. 3).

Na p.p. III po 10 latach w przebiegu krzywej pierśnic zachowana została modalna w środku rozkładu (ryc. 1), przy równoczesnym zmniejszeniu rozstępu pierśnic (od 10 do 102 cm w 1991 r. i od 10 do 90 cm w 2001 r.) (tab. 3). W badanym okresie typ rozkładu pierśnic według Pearsona (*I*) nie zmienił się. Zróżnicowanie pierśnic, wyrażone współczynnikiem zmienności, jodły i świerka wzrosło, buka nie uległo zmianie, a całego drzewostanu zmalało (tab. 3).

4.3. Charakterystyka budowy pionowej drzewostanu

Na p.p. I udział wszystkich gatunków drzew zwiększył się w warstwie górnej (z 37,9% do 43,4%) i dolnej (z 22,1% do 23,2%), natomiast zmniejszył w środkowej (z 40% w 1991 r. do 33,4% 2001 r.). W warstwach górnej i środkowej udział buka był największy, zarówno na początku, jak i końcu okresu kontrolnego, natomiast w warstwie dolnej przeważała jodła, która w okresie 10 lat zwiększyła swój udział o ponad 4% (tab. 4).

Na p.p. II zmniejszył się udział wszystkich gatunków drzew w warstwie górnej (z 62,8% do 51,8%) oraz w środkowej (24,4% do 20,6%), zwiększył natomiast w warstwie dolnej (z 12,8% do 27,6%). W warstwach górnej i środkowej przeważał



Ryc. 1. Struktura pierśnic wszystkich gatunków drzew na powierzchniach badawczych
 Fig. 1. DBH distribution of all trees species in research plots

świerk, który w latach 1991–2001 zmniejszył swój udział, szczególnie wyraźnie – o ponad 11% – w warstwie środkowej. Przeważający w warstwie dolnej buk w ciągu 10 lat zwiększył swój udział o prawie 12% (tab. 4).

Na p.p. III w latach 1991–2001 zwiększył się udział drzew w warstwie górnej (z 60,6% do 63,1%), nieznacznie także w dolnej (z 15,6% do 15,9%), a zmniejszył się w środkowej (z 23,8% do 21%) (tab. 4). Buk dominował w warstwie górnej i w ciągu 10 lat zwiększył nieznacznie o ponad 2% swój udział. Jodła natomiast przeważała w warstwach środkowej i dolnej, zwiększając swój udział w pierwszej z wymienionych warstw, a zmniejszając w drugiej (tab. 4).

Tabela 4. Liczba (N) oraz udział poszczególnych gatunków drzew z uwzględnieniem podziału na warstwy (według klasyfikacji IUFRO) w badanych drzewostanach w latach 1991 i 2001 r.

Table 4. Number (N) and share of tree species in particular storey (according to IUFRO classification) in studied stands in 1991 and 2001

Gatunek Species	Warstwa drzewostanu Stand storey							
	100		200		300		Razem Total	
	N/ha %	%	N/ha %	%	N/ha %	%	N/ha %	%
Łopuszna I – 1991								
<i>Abies alba</i>	$\frac{20}{12,3}$	15,2	$\frac{54}{31,4}$	40,9	$\frac{58}{61,0}$	43,9	$\frac{132}{30,7}$	100,0
<i>Fagus sylvatica</i>	$\frac{130}{79,7}$	53,5	$\frac{98}{57,0}$	40,3	$\frac{15}{15,8}$	6,2	$\frac{243}{56,5}$	100,0
<i>Picea abies</i>	$\frac{13}{8,0}$	23,6	$\frac{20}{11,6}$	36,4	$\frac{22}{23,2}$	40,0	$\frac{55}{12,8}$	100,0
Razem Total	$\frac{163}{100,0}$	37,9	$\frac{172}{100,0}$	40,0	$\frac{95}{100,0}$	22,1	$\frac{430}{100,0}$	100,0
Łopuszna I – 2001								
<i>Abies alba</i>	$\frac{17}{9,5}$	13,2	$\frac{50}{36,5}$	38,7	$\frac{62}{65,3}$	48,1	$\frac{129}{31,5}$	100,0
<i>Fagus sylvatica</i>	$\frac{150}{84,3}$	65,8	$\frac{65}{47,4}$	28,5	$\frac{13}{13,7}$	5,7	$\frac{228}{55,6}$	100,0
<i>Picea abies</i>	$\frac{11}{6,2}$	20,8	$\frac{22}{16,1}$	41,5	$\frac{20}{21,0}$	37,7	$\frac{53}{12,9}$	100,0
Razem Total	$\frac{178}{100,0}$	43,4	$\frac{137}{100,0}$	33,4	$\frac{95}{100,0}$	23,2	$\frac{410}{100,0}$	100,0
Łopuszna II – 1991								
<i>Abies alba</i>	$\frac{32}{16,3}$	66,7	$\frac{10}{13,2}$	20,8	$\frac{6}{15,0}$	12,5	$\frac{48}{15,4}$	100,0
<i>Fagus sylvatica</i>	$\frac{30}{15,3}$	44,1	$\frac{18}{23,7}$	26,5	$\frac{20}{50,0}$	29,4	$\frac{68}{21,8}$	100,0
<i>Picea abies</i>	$\frac{134}{68,4}$	68,4	$\frac{48}{63,1}$	24,5	$\frac{14}{35,0}$	7,1	$\frac{196}{62,8}$	100,0
Razem Total	$\frac{196}{100,0}$	62,8	$\frac{76}{100,0}$	24,4	$\frac{40}{100,0}$	12,8	$\frac{312}{100,0}$	100,0
Łopuszna II – 2001								
<i>Abies alba</i>	$\frac{30}{20,5}$	60,0	$\frac{10}{17,3}$	20,0	$\frac{10}{12,8}$	20,0	$\frac{50}{17,7}$	100,0
<i>Fagus sylvatica</i>	$\frac{22}{15,1}$	25,0	$\frac{18}{31,0}$	20,5	$\frac{48}{61,6}$	54,5	$\frac{88}{31,2}$	100,0
<i>Picea abies</i>	$\frac{94}{64,4}$	65,3	$\frac{30}{51,7}$	20,8	$\frac{20}{25,6}$	13,9	$\frac{144}{51,1}$	100,0
Razem Total	$\frac{146}{100,0}$	51,8	$\frac{58}{100,0}$	20,6	$\frac{78}{100,0}$	27,6	$\frac{282}{100,0}$	100,0

Łopuszna III – 1991								
<i>Abies alba</i>	$\frac{28}{14,4}$	30,4	$\frac{36}{47,4}$	39,2	$\frac{28}{56}$	30,4	$\frac{92}{28,8}$	100,0
<i>Fagus sylvatica</i>	$\frac{140}{72,2}$	82,3	$\frac{26}{34,2}$	15,3	$\frac{4}{8,0}$	2,4	$\frac{170}{53,1}$	100,0
<i>Picea abies</i>	$\frac{26}{13,4}$	44,8	$\frac{14}{18,4}$	24,2	$\frac{18}{36,0}$	31,0	$\frac{58}{18,1}$	100,0
Razem Total	$\frac{194}{100,0}$	60,6	$\frac{76}{100,0}$	23,8	$\frac{50}{100,0}$	15,6	$\frac{320}{100,0}$	100,0
Łopuszna III – 2001								
<i>Abies alba</i>	$\frac{28}{16,1}$	34,1	$\frac{30}{51,7}$	36,6	$\frac{24}{54,5}$	29,3	$\frac{82}{29,7}$	100,0
<i>Fagus sylvatica</i>	$\frac{130}{74,7}$	83,3	$\frac{22}{37,9}$	14,1	$\frac{4}{9,1}$	2,6	$\frac{156}{56,5}$	100,0
<i>Picea abies</i>	$\frac{16}{9,2}$	42,1	$\frac{6}{10,4}$	15,8	$\frac{16}{36,4}$	42,1	$\frac{38}{13,8}$	100,0
Razem Total	$\frac{174}{100,0}$	63,1	$\frac{58}{100,0}$	21,0	$\frac{44}{100,0}$	15,9	$\frac{276}{100,0}$	100,0

4.4. Miąższość posuszu leżącego i stojącego (nekromasa)

W okresie kontrolnym nastąpiło zwiększenie miąższości posuszu leżącego na p.p. II (z prawie 93 do 142 m³/ha) oraz p.p. III (z około 61 do 98 m³/ha), natomiast nieznaczne zmniejszenie na p.p. I (z prawie 135 m³/ha do 130 m³/ha) (tab. 5).

W 1991 r. największy udział w miąższości posuszu leżącego na wszystkich powierzchniach miał buk. Podobnie było w 2001 r. na p.p. I i III, natomiast na p.p. II wśród leżaniny dominował świerk (tab. 5).

W ciągu 10 lat na p.p. II i III miąższość posuszu stojącego zwiększyła się odpowiednio z około 98 do 155 m³/ha i z prawie 71 do około 99 m³/ha, a na p.p. I zmniejszyła z około 44 do 35 m³/ha (tab. 5).

Na powierzchniach I i II największą miąższość nekromasy w stosunku do miąższości drzew żywych, zarówno na początku, jak i na końcu okresu kontrolnego, miała jodła (p.p. I 1:0,8 i 1:2,7, p.p. II 1:1,5 i 1:1,9), a na p.p. III świerk (1:1,8 i 1:1). W 1991 r. na dwóch powierzchniach (p.p. I i III), a w 2001 r. na wszystkich powierzchniach, najmniejszą miąższością nekromasy w stosunku do miąższości drzew żywych charakteryzował się buk, a na jednej powierzchni w 1991 r. (p.p. II) – świerk (tab. 5).

4.5. Odnowienie

W 1991 r. wśród nalotu (bez siewek) na p.p. I i III panował buk (odpowiednio 78 i 71%), a na p.p. II jodła (71%). W 2001 r. na wszystkich powierzchniach w nalocie dominował buk (od około 61% na p.p. II do 94% na p.p.I) (tab.6).

Tabela 5. Miałższość leżaniny, obumarłych drzew stojących oraz zasobność drzewostanu (drzewa żywe) w 1991 i 2001 r.
 Table 5. Volume of lying and standing dead trees and stand's volume (living trees) in 1991 and 2001.

Gatunek Species	Miałższość drzew obumarłych (nekromasa) Volume of dead trees (necromass)		Ogółem nekromasa Total necromass		Zasobność drzewostanu Stand volume		Razem Total		$\frac{V_L + V_P}{V_L + V_P + V} \times 100$ ($V_L + V_P$) : V	
	leżanina lying V_L	posusz standing dead trees V_P	$V_L + V_P$		V		$V_L + V_P + V$			
	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	%	m ³ /ha	%	m ³ /ha	%		
Łopuszna I – 1991										
<i>Abies alba</i>	59,50	15,96	75,46	42,2	56,25	9,3	131,71	16,8	57,3	1 : 0,8
<i>Fagus sylvatica</i>	60,48	18,73	79,21	44,3	496,91	82,2	576,12	73,5	13,7	1 : 6,3
<i>Picea abies</i>	3,10	9,24	12,34	6,9	51,54	8,5	63,88	8,2	19,3	1 : 4,2
Drewno rozłożone Decomposed wood	11,81	-	11,81	6,6	-	-	11,81	1,5	-	-
Razem Total	134,89	43,93	178,82	100,0	604,70	100,0	783,52	100,0	22,8	1 : 3,4
Łopuszna I – 2001										
<i>Abies alba</i>	9,05	10,18	19,23	11,6	52,11	8,1	71,34	8,9	27,0	1 : 2,7
<i>Fagus sylvatica</i>	44,32	9,27	53,59	32,4	536,52	83,6	590,11	73,1	9,1	1 : 10
<i>Picea abies</i>	4,32	15,65	19,97	12,1	52,95	8,3	72,92	9,0	27,4	1 : 2,7
Drewno rozłożone Decomposed wood	72,53	-	72,53	43,9	-	-	72,53	9,0	-	-
Razem Total	130,22	35,10	165,32	100,0	641,58	100,0	806,90	100,0	20,5	1 : 3,9
Łopuszna II – 1991										
<i>Abies alba</i>	23,84	68,13	91,97	48,2	139,93	20,3	231,90	26,4	39,7	1 : 1,5
<i>Fagus sylvatica</i>	29,28	0,35	29,63	15,5	162,71	23,7	192,34	21,9	15,4	1 : 5,5
<i>Picea abies</i>	27,09	29,40	56,49	29,6	384,92	56,0	441,41	50,3	12,8	1 : 6,8
Drewno rozłożone Decomposed wood	12,74	-	12,74	6,7	-	-	12,74	1,4	-	-

R a z e m Total	92,95	100,0	97,88	100,0	190,83	100,0	687,56	100,0	878,39	100,0	21,7	1 : 3,6
	Łopuszna II – 2001											
<i>Abies alba</i>	20,12	14,2	56,68	36,5	76,80	25,9	142,38	23,7	219,18	24,4	35,0	1 : 1,9
<i>Fagus sylvatica</i>	20,48	14,4	4,62	3,0	25,10	8,4	142,15	23,6	167,25	18,6	15,0	1 : 5,7
<i>Picea abies</i>	30,74	21,7	93,84	60,5	124,58	41,9	317,25	52,7	441,83	49,1	28,2	1 : 2,5
Drewno rozłożone Decomposed wood	70,62	49,7	-	-	70,62	23,8	-	-	70,62	7,9	-	-
R a z e m Total	141,96	100,0	155,14	100,0	297,10	100,0	601,78	100,0	898,88	100,0	33,1	1 : 2,0
Łopuszna III – 1991												
<i>Abies alba</i>	6,85	11,2	26,00	36,8	32,85	24,9	86,88	11,5	119,73	13,5	27,4	1 : 2,6
<i>Fagus sylvatica</i>	39,86	65,1	12,96	18,4	52,82	40,1	601,15	79,6	653,97	73,7	8,1	1 : 11,4
<i>Picea abies</i>	4,93	8,1	31,62	44,8	36,55	27,7	67,41	8,9	103,96	11,7	35,2	1 : 1,8
Drewno rozłożone Decomposed wood	9,54	15,6	-	-	9,54	7,3	-	-	9,54	1,1	-	-
R a z e m Total	61,18	100,0	70,58	100,0	131,76	100,0	755,44	100,0	887,20	100,0	14,9	1 : 5,7
Łopuszna III – 2001												
<i>Abies alba</i>	9,9	10,1	23,0	23,3	32,90	16,7	90,93	12,7	123,83	13,6	26,6	1 : 2,8
<i>Fagus sylvatica</i>	38,86	39,7	31,88	32,4	70,74	36,0	578,39	81,0	649,13	71,3	10,9	1 : 8,2
<i>Picea abies</i>	1,66	1,7	43,71	44,3	45,37	23,1	44,69	6,3	90,06	9,9	50,4	1 : 1
Drewno rozłożone Decomposed wood	47,46	48,5	-	-	47,46	24,2	-	-	47,46	5,2	-	-
R a z e m Total	97,88	100,0	98,58	100,0	196,46	100,0	714,01	100,0	910,47	100,0	21,6	1 : 3,6

Tabela 6. Liczebność oraz skład gatunkowy odnowień w 1991 i 2001 r.
 Table 6. Regenerations species composition and its success in 1991 and 2001

Gatunek Species	Siewki (jednolatki) Seedlings (1 year old)		Nalot Natural regeneration H ≤ 50 cm		Podrost Undergrowth				Razem Total	
	N/ha	%	N/ha	%	H > 50 cm, d _{1,3} ≤ 5,9 cm		6 ≤ d _{1,3} ≤ 7,9 cm		N/ha	%
					N/ha	%	N/ha	%		
Łopuszna I – 1991										
<i>Abies alba</i>	500	3,8	1142	22,5	314	20,5	16	69,6	330	21,3
<i>Fagus sylvatica</i>	11928	91,8	3929	77,5	1200	78,5	2	8,7	1202	77,5
<i>Picea abies</i>	571	4,4	-	-	14	1,0	5	21,7	19	1,2
R a z e m Total	12999	100,0	5071	100,0	1528	100,0	23	100,0	1551	100,0
Łopuszna I – 2001										
<i>Abies alba</i>	71	4,0	4357	6,3	442	18,3	15	60	457	18,7
<i>Fagus sylvatica</i>	1214	68,0	64715	93,7	1956	81,1	5	20	1961	80,5
<i>Picea abies</i>	500	28,0	-	-	14	0,6	5	20	19	0,8
R a z e m Total	1785	100,0	69072	100,0	2412	100,0	25	100,0	2437	100,0
Łopuszna II – 1991										
<i>Abies alba</i>	1071	12,9	13142	70,8	857	11,8	8	21,1	865	11,9
<i>Fagus sylvatica</i>	5071	61,2	3714	20,0	6257	86,4	22	57,8	6279	86,2
<i>Picea abies</i>	2143	25,9	1714	9,2	-	-	8	21,1	8	0,1
<i>Sorbus aucuparia</i>	-	-	-	-	128	1,8	-	-	128	1,8
R a z e m Total	8285	100,0	18570	100,0	7242	100,0	38	100,0	7280	100,0
Łopuszna II – 2001										
<i>Abies alba</i>	-	-	9072	33,7	2141	23,3	4	4,6	2145	23,1
<i>Fagus sylvatica</i>	143	1,9	16286	60,5	6842	74,5	78	88,6	6920	74,6
<i>Picea abies</i>	7500	98,1	1571	5,8	28	0,3	6	6,8	34	0,4
<i>Sorbus aucuparia</i>	-	-	-	-	172	1,9	-	-	172	1,9
R a z e m Total	7643	100,0	26929	100,0	9183	100,0	88	100,0	9271	100,0
Łopuszna III – 1991										
<i>Abies alba</i>	3786	14,8	8214	27,7	1071	70,2	8	40	1079	69,7
<i>Fagus sylvatica</i>	21643	84,4	21071	71,1	200	13,0	6	30	206	13,3
<i>Picea abies</i>	214	0,8	357	1,2	257	16,8	6	30	263	17,0
R a z e m Total	25643	100,0	29642	100,0	1528	100,0	20	100,0	1548	100,0
Łopuszna III – 2001										
<i>Abies alba</i>	286	21,1	14572	27,3	3899	45,1	6	50,0	3905	45,1
<i>Fagus sylvatica</i>	143	10,5	38500	72,2	4413	51,1	4	33,3	4417	51,0
<i>Picea abies</i>	929	68,4	285	0,5	329	3,8	2	16,7	331	3,9
R a z e m Total	1358	100,0	53357	100,0	8641	100,0	12	100,0	8653	100,0

* d_{1,3} = dbh

W podroście (o wysokości powyżej 50 cm i grubości do 5,9 cm) w 1991 r. na p.p. I i II dominował buk (79 i około 86%), a na p.p. III przeważała jodła (około 70%). Po 10 latach na wszystkich powierzchniach największy udział miał buk, osiągając od nieco ponad 51% (p.p. III) do nieco ponad 81% (p.p. I) (tab. 6).

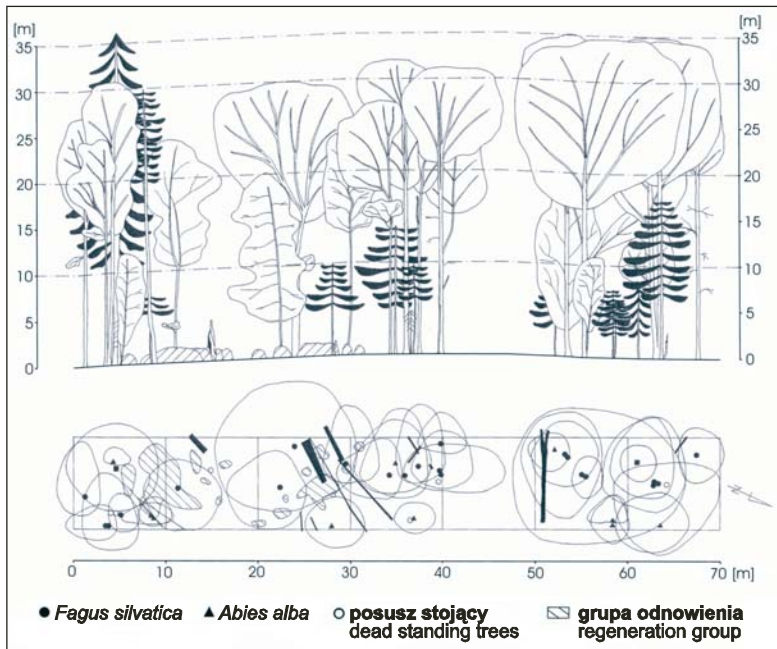
W podroście wyrosniętym ($d_{1,3} = 6-7,9$ cm) jodła miała największy udział w 1991 i 2001 r. na p.p. I (odpowiednio około 70 i 60%) i III (około 40 i 50%), natomiast buk dominował na p.p. II (58 i 89%). Należy jednak podkreślić, że liczebność podrostu wyrosniętego wszystkich gatunków drzew łącznie była niewielka. W 1991 r. wynosiła ona na kolejnych powierzchniach: 23, 38 i 20 szt./ha, a w 2001 r. 25, 88 i 12 szt./ha (tab. 6).

4.6. Stadia i fazy rozwojowe

Łopuszna I

W 1981 r. drzewostan na p.p. I zaklasyfikowano do stadium dorastania i fazy budowy przerębowej. Badania przeprowadzone w 1991 roku potwierdziły wcześniejsze ustalenia. W 2001 r. analizowany drzewostan reprezentował w dalszym ciągu stadium dorastania i fazę budowy przerębowej (ryc. 2), na co wskazywały:

- wzrost zasobności drzewostanu z około 605 do 642 m^3/ha (tab. 2),
- znaczny udział drzew we wszystkich warstwach drzewostanu: górnej (43,4%), środkowej (33,4%) i dolnej (23,2 %) (tab. 4),



Ryc. 2. Profil drzewostanu na powierzchni Łopuszna I (2001 r.)

Fig. 2. Stand's profile in Łopuszna I plot in 2001

- struktura pierśnic zbliżona do krzywej jednoramiennej (ryc. 1),
- dominacja drzew generacji dorastania (62 %) (tab. 7).

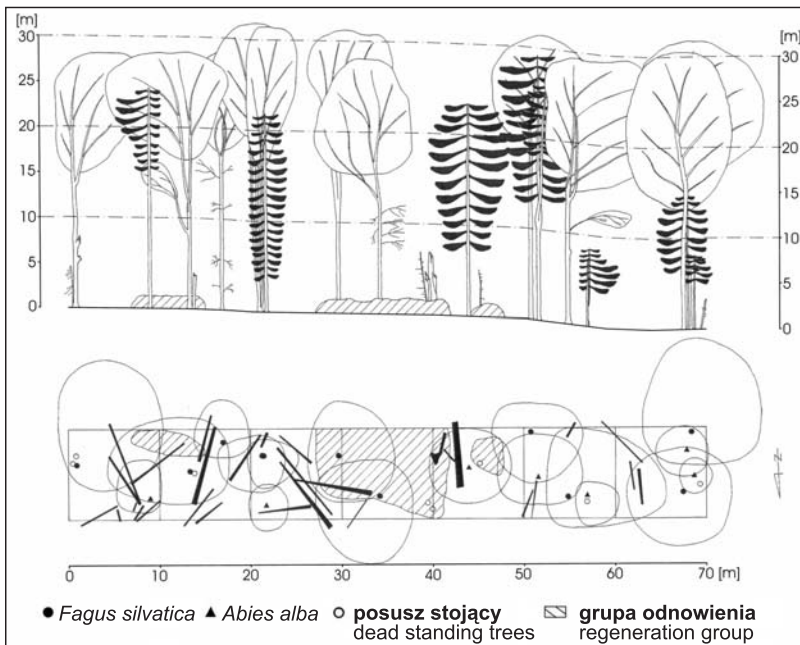
Łopuszna II

Przed dwudziestu laty (1981 r.) drzewostan ten reprezentował stadium optymalne, w 1991 r. zaliczono go do stadium optymalnego fazy starzenia i zaawansowanej fazy odnowienia. W 2001 r. wykazywał cechy stadium intensywnego rozpadu z zaawansowaną fazą odnowienia, co wynikało z:

- zmniejszenia zasobności z prawie 688 do około 602 m³/ha (tab. 2),
- zmniejszenia liczby drzew i ich udziału w górnej warstwie drzewostanu z 196 do 146 szt./ha i z 62,8 do 51,8% (tab. 4)
- wzrostu liczby drzew w warstwie dolnej (z 40 do 78 szt./ha, tj. z 12,8 i 27,6%) (tab. 4),
- zwiększenia liczebności drzew w najniższym stopniu grubości (ryc. 1),
- zwiększenia stosunku miąższości drzew martwych (nekromasy) do zasobności drzewostanu (z 1:3,6 do 1:2 (tab. 5),
- zwiększenia liczebności podrostu wszystkich gatunków drzew z około 7250 do około 9200 szt./ha oraz wyrosniętego podrostu z 38 do 88 szt./ha (tab. 6).

Łopuszna III

Analizowany drzewostan w 1981 r. znajdował się w stadium optymalnym. Po dziesięciu latach reprezentował nadal stadium optymalne jednak z symptomami



Ryc. 3. Profil drzewostanu na powierzchni Łopuszna III (2001 r.)

Fig. 3. Stand's profile in Łopuszna III plot in 2001

fazy starzenia. W 2001 r. ukształtowało się początkowe stadium rozpadu z zaawansowaną fazą starzenia i odnowienia (ryc. 3), co związane było z:

- zmniejszeniem się liczby drzew z 320 do 276 szt./ha (tab. 2),
- spadkiem zasobności z około 755 do 714 m³/ha (tab. 2),
- zmniejszeniem liczby drzew w warstwie górnej z 194 do 174 szt./ha (tab. 4),
- zwiększeniem liczby drzew w najniższym stopniu grubości (ryc. 1),
- zwiększeniem stosunku nekromasy do zasobności drzewostanu z 1:5,7 do 1:3,6 (tab. 5),
- dominacją drzew generacji optymalnego wzrostu (prawie 61%) oraz wyraźnym udziałem drzew generacji dożywania (około 9%) (tab. 7),
- wzrostem liczebności nalotu (bez siewek) z około 29600 do prawie 53400 szt./ha i podrostu (klasa wysokości powyżej 50 cm, grubości do 5,9 cm) z około 1500 do nieco ponad 8600 szt./ha (tab. 6).

Tabela 7. Liczebność oraz udział drzew w wyróżnionych generacjach rozwojowych (w 1991 i 2001 r.) według klasyfikacji Řehaka [1964]

Table 7. Number and share of trees in distinguished development stages according to Řehak's classification (1964) in 1991 and 2001

Rok Year	Jednostki Units	Generacje rozwojowe Development stages			Razem Total
		dożywania living up	optymalnego wzrostu optimal growth	dorastania growing up	
		A	B	C	
Łopuszna I					
1991	N/ha	15	130	285	430
	%	3,5	30,2	66,3	100,0
2001	N/ha	13	144	253	410
	%	3,2	35,1	61,7	100,0
Łopuszna II					
1991	N/ha	10	188	114	312
	%	3,2	60,3	36,5	100,0
2001	N/ha	20	148	114	282
	%	7,1	52,5	40,4	100,0
Łopuszna III					
1991	N/ha	26	178	116	320
	%	8,1	55,6	36,3	100,0
2001	N/ha	24	168	84	276
	%	8,7	60,9	30,4	100,0

5. DYSKUSJA

Drzewostany w Dolinie Łopusznej w okresie 20 lat badań charakteryzowały się zróżnicowaną dynamiką przebiegu stadiów i faz rozwojowych. Na p.p. I drzewostan w ciągu wspomnianego okresu wykazywał cechy stadium dorastania, fazy budowy przerębowej, która w lasach dolnoregłowych trwa około 1/10 całego cyklu rozwojowego lasu pierwotnego, tj. 30–40 lat (Korpel i Saniga 1993). Można przypuszczać, że stadium dorastania w badanym drzewostanie utrzyma się jeszcze około 10–20 lat.

Drzewostan na p.p. II charakteryzował się znaczną dynamiką zmian, od stadium optymalnego w 1981 r. do stadium intensywnego rozpadu z zaawansowaną fazą odnowienia w 2001 r. Zmiany te związane były z masowym obumieraniem świerka, które wpłynęło na spadek jego zasobności w latach 1991–2001 z blisko 385 m³/ha do około 317 m³/ha (tab. 2), a także na zwiększenie miąższości posuszu stojącego (z ponad 29 m³/ha w 1991 r. do prawie 94 m³/ha w 2001 r.). W okresie tym stosunek nekromasy świerka do miąższości drzew żywych zwiększył się z 1 : 6,8 (w 1991 r.) do 1 : 2,5 (w 2001 r.) (tab. 5). Czynnikiem, który przyspieszył rozpad drzewostanu była opieńka, powodująca obumieranie świerka.

Podobną tendencję stwierdzono na p.p. III, na której drzewostan w wyniku zachodzących procesów przeszedł ze stadium optymalnego do początku stadium rozpadu z zaawansowaną fazą starzenia i odnowienia.

Na podkreślenie zasługuje zasobność badanych drzewostanów (tab. 2). Drzewostan na p.p. I przewyższa zasobnością drzewostany znajdujące się w tym samym stadium i fazie rozwojowej z Beskidu Żywieckiego (Oszast 2 i Śrubita 2), w tym i z Babiej Góry (Pod Sokolicą, Dolny Płaj IIIb), ustępuje jednak babiogórskiej powierzchni Jałowiecki Potok (tab. 8).

Drzewostany w stadium rozpadu na p.p. II i III są bardziej zasobne niż drzewostany z Beskidu Żywieckiego, w tym także i z Babiej Góry (por. tab. 2 i 8).

Średnia zasobność innych drzewostanów w Gorcach (rezerwat Wł. Orkana i Dolina Łopusznej), będących obiektem badań Dziewolskiego i Rutkowskiego (1991) oraz Przybylskiej i in. (1995), określona na podstawie pomiarów przeprowadzonych według zasad statystyczno-matematycznego systemu inwentaryzacji, była mniejsza od badanych przez nas drzewostanów (por. tab 2 i 8).

Porównanie przytoczonych danych (tab. 8) z zasobnością badanych powierzchni (tab. 2) wskazuje, że reprezentują one najzasobniejsze fragmenty buczyny karpackiej w polskiej części Karpat. Ustępują one jednak drzewostanom lipowym w rezerwacie Obrożyiska (761–861 m³/ha) (Jaworski i in. 2005).

Badane powierzchnie różnią się składem gatunkowym: na p.p. I i III dominował buk (odpowiednio 84 i 81% udziału miąższościowego), a na p.p. II świerk (około 53%) (tab. 2). Zróżnicowany udział gatunków drzewiastych wskazuje, że dolnoregłowe lasy o charakterze pierwotnym w rezerwacie Łopuszna stanowią mozaikę nie tylko różnych stadiów i faz rozwojowych, ale także składu gatunkowego. Cecha ta decyduje o stabilności górskich wielogatunkowych drze-

Tabela 8. Zasobność wybranych drzewostanów o charakterze pierwotnym w Karpatach Zachodnich

Table 8. Volume of stands with primeval character in the Western Carpathians

Powierzchnia Plot	Zasobność Volume	Stadium i faza rozwojowa wg Korpela (1989, 1995) Stage and development phase according to Korpel (1989, 1995)	Autor Author
	m ³ /ha		
Beskid Żywiecki Beskid Żywiecki Mountains			
Oszast 1	555,31	koniec optymalnego, faza starzenia i odnowienia the end of optimum stage, aging and regeneration phase	Jaworski i in. 2001a
Oszast 2	416,28	dorastania, faza przerębowa growing up stage, phase of selection forest	
Oszast 3	642,90	koniec optymalnego, faza starzenia i odnowienia the end of optimum stage, aging and regeneration phase	
Śrubita I	424,61	dorastania, faza dwupiętrowa growing up stage, phase of two storey	Jaworski i in. 2001b
Śrubita II	533,33	dorastania, faza przerębowa growing up stage, phase of selection forest	
Śrubita III	693,53	optymalne, faza odnowienia optimum stage, regeneration phase	
Babiogórski Park Narodowy Babiogórki National Park			
Orawski Chodnik I	571,17	optymalne optimum stage	Jaworski i Paluch 2002
Orawski Chodnik II	587,97	rozpadu, faza odnowienia break up stage, regeneration phase	
Pod Sokolicą	464,01	dorastania, faza przerębowa growing up stage, phase of selection forest	
Dolny Płaj III	504,96	rozpadu, faza starzenia i odnowienia break up stage, aging and regeneration phase	
Dolny Płaj III b	575,74	dorastania, faza przerębowa growing up stage, phase of selection forest	
Jałowiecki Potok	692,61	dorastania, faza przerębowa growing up stage, phase of selection forest	
Czarna Hala	585,81	rozpadu, faza odnowienia break up stage, regeneration phase	
Gorce Gorce Mountains			
Dolina Łopusznej	481,90	faza terminalna phase of dying of	Przybylska i in. 1995
Turbacz – rez. Wł. Orkana	501,77	–	Dziewolski i Rutkowski 1991

wostanów z udziałem buka, jodły i świerka, w których spotyka się najczęściej rozpad małopowierzchniowy, w formie luk i gniazd, w odróżnieniu od wielkopowierzchniowego rozpadu górnoreglowych świerczyn (Korpel 1989, 1995).

Wzrost udziału jodły w Dolinie Łopusznej (p.p. II i III), chociaż nieznaczny, jest zjawiskiem niespotykanym w innych karpaccich lasach o charakterze pierwotnym (Babia Góra, Pieniny, Beskid Sądecki) (Jaworski i Karczmarski 1991, Jaworski i Paluch 2002, Jaworski i in. 1994), w których zanotowano spadek udziału jodły. Również w rezerwacie Wł. Orkana na Turbaczu w latach 1969–1986 stwierdzono zmniejszenie udziału jodły z 15,6 do 11% i wzrost udziału buka (z 43,4 do 47,2%) (Dziewolski i Rutkowski 1991).

Na p.p. II nastąpił ponad 3% spadek udziału świerka, spowodowany zmniejszeniem zasobności tego gatunku w wyniku oddziaływania czynników biotycznych (opieńki) (o czym wspomniano wyżej). Pomimo to powierzchnia ta charakteryzowała się przeważającym udziałem świerka (około 53 %) (tab. 2). W dolnoreglowych zachodnio-karpaccich lasach o charakterze pierwotnym, należących do zespołu *Dentario glandulosae-Fagetum*, tak znaczny udział świerka spotyka się głównie w Beskidach Żywieckim (rezerwat Oszast) (Jaworski i in. 2001b), Śląskim i w zachodniej części Gorców. Istotną rolę odgrywają tu opady od 200 do 300 mm, większe niż w pasmach górskich położonych dalej na wschód (Twaróg 1999). Można by zatem przypuszczać, że duży udział świerka na p.p. II związany jest z opadami, bowiem Dolina Łopusznej położona jest w zachodniej części Gorców, jednak na pozostałych powierzchniach udział świerka jest znikomy (tab. 2). Dlatego bardziej prawdopodobną przyczyną ukształtowania się drzewostanu z dużym udziałem tego gatunku jest jego geneza: przeredzenie (małopowierzchniowy rozpad) wielogatunkowego drzewostanu złożonego ze świerka, buka i jodły, połączony z obfitym obsiewem świerka (Jaworski i Skrzyszewski 1995).

W wyniku zachodzących procesów ubytku (obumierania) i dorostu zanotowano nieznaczny wzrost udziału buka (p.p. I i III), natomiast na p.p. I udział tego gatunku nie uległ zasadniczym zmianom. Na większości powierzchni doświadczalnych założonych w dolnoreglowych, karpaccich lasach o charakterze pierwotnym stwierdzono wzrost udziału buka, np. na Babiej Górze (lata 1976–1996) o 3–17% (Jaworski i Paluch 2001), a w Pieninach (lata 1975–1987) o 7–15% (Jaworski i Karczmarski 1991). Zmiany te są procesem złożonym, mogą one być również przejawem ocieplenia klimatu (Felbermeier i Burschel 1994).

W ocenie procesów zachodzących w drzewostanie istotne jest określenie stosunku miąższości nekromasy do miąższości drzew żywych (tab. 5). Duży stosunek wskazuje na intensywny proces wydzielania danego gatunku. Z przeprowadzonych badań wynika, że na p.p. I (1991 r.) miąższość nekromasy jodeł była większa od miąższości żywych jodeł (stosunek 1:0,8). Na pozostałych powierzchniach, zarówno w 1991 jak i 2001 r. miąższość żywych jodeł była od prawie 1,5 do około 3 razy większa od nekromasy. Ten stosunek w przypadku świerka był nieco mniejszy (od 1:1 na p.p. III w 2001 r. do 1:6,8 na p.p. II w 1991 r.). Miąższość żywych buków była znacznie większa niż jego nekromasa: na p.p. II (1991 r.) około 5,5-krotnie, a na p.p. III (1991 r.) ponad jedenastokrotnie (tab. 6).

Wobec zmian składu gatunkowego zachodzących w drzewostanach o charakterze pierwotnym w Karpatach istotna jest ocena liczebności odnowienia, zwłaszcza podrostu, jodły dla utrzymania jej udziału w składzie drzewostanów.

Schütz (2001) przytacza wyniki prac Duca i podaje, że dla zabezpieczenia dorostu w przerebowych lasach jodłowych wymagana jest określona liczba podrostu:

Klasa	Liczebność (szt./ha)
I H = 50–130 cm	90–740
II H = 131 cm – $d_{1,3} = 3,9$ cm	110–930
III $d_{1,3} = 4–8$ cm	100–530

Udział jodły i buka na badanych powierzchniach w 2001 r., w przyjętych przez Duca klasach, zestawiono w tabeli 9. Wynika z niej, że liczebność I klasy podrostu jodły w 2001 r. była na wszystkich powierzchniach zadowalająca. W klasie II była

Tabela 9. Liczebność młodej generacji drzew wg klasyfikacji Duca (Schütz 2001) w 1991 i 2001 r. (szt./ha)

Table 9. Number of young trees generation according to Duc classification (Schütz 2001) in 1991 and 2001 (per ha)

Gatunek Species	1991			2001		
	klasy classes					
	I	II	III	I	II	III
	$51 \leq H \leq 130$ cm	$H > 130$ cm, $d_{1,3} \leq 3,9$ cm	$4 \leq d_{1,3} \leq 8$ cm	$51 \leq H \leq 130$ cm	$H > 130$ cm, $d_{1,3} \leq 3,9$ cm	$4 \leq d_{1,3} \leq 8$ cm
Łopuszna I						
<i>Abies alba</i>	300	14	20	414	28	17
<i>Fagus sylvatica</i>	1157	43	2	1685	271	5
<i>Picea abies</i>	14	-	7	14	-	5
Razem Total	1471	57	29	2113	299	27
Łopuszna II						
<i>Abies alba</i>	814	43	10	1856	285	10
<i>Fagus sylvatica</i>	3514	2743	26	2499	4243	180
<i>Picea abies</i>	-	-	8	28	-	8
Razem Total	4328	2786	44	4383	4528	198
Łopuszna III						
<i>Abies alba</i>	1071	-	10	2942	957	8
<i>Fagus sylvatica</i>	143	57	6	4314	99	6
<i>Picea abies</i>	257	-	6	256	71	6
Razem Total	1471	57	22	7512	1127	20

wystarczająca tylko na p.p. II i III. Liczebność jodeł należących do III klasy na wszystkich powierzchniach była mniejsza od wymaganej.

Z danych zestawionych w tabeli 6 i oceny liczebności podrostu jodły koniecznej do zabezpieczenia dorostu w przerębowych lasach jodłowych (porównaj powyższe zestawienie i tab. 9) oraz udziału jodły, która przeważała nad bukiem na p.p. I i III w dolnej warstwie drzewostanu (tab. 4), można wnioskować, że w przypadku powolnych zmian i utrzymania złożonej budowy drzewostanu jodła, dzięki większej zdolności znoszenia ocienienia, będzie miała większe szanse utrzymania się w drzewostanie. Przyspieszony rozpad drzewostanu będzie sprzyjał bukowi, który opanuje dolne i wyższe warstwy drzewostanu, ponieważ w młodości rośnie szybciej niż jodła.

Na wszystkich badanych powierzchniach znikomy był udział świerka, zarówno w nalocie, jak i w podroście. Wiązać się to może z dużymi trudnościami odnowienia tego gatunku i dużą dynamiką wkraczania nalotu i podrostu buka. Proces ten obserwowany jest także w innych karpacczych lasach o charakterze pierwotnym (Jaworski i in. 2001b, Jaworski 2004).

6. WNIOSKI

1. Badane drzewostany z Doliny Łopusznej zaliczyć należy do najzasobniejszych spośród lasów o charakterze pierwotnym należących do zespołu buczyny karpacczej *Dentario glandulosae-Fagetum*, rosnących w polskiej części Karpat, co wskazuje, że zespół ten w Gorcach znajduje optymalne warunki wzrostu.

2. Utrzymanie udziału jodły w składzie drzewostanu będzie uzależnione od szybkości (dynamiki zmian) starzenia i rozpadu drzew. Wolniejsze tempo zmian powinno zapewnić utrzymanie udziału jodły w składzie drzewostanu

3. Podobnie jak i w innych dolnoregłowych lasach o charakterze pierwotnym na badanych powierzchniach stwierdzono dużą dynamikę wkraczania buka. Przyczyny tego zjawiska powinny być objęte specjalnymi badaniami.

STRUCTURE AND DYNAMICS OF STANDS OF A PRIMEVAL CHARACTER IN THE “DOLINA ŁOPUSZNEJ” NATURE RESERVE (GORCE NATIONAL PARK)

Summary

The aim of the study was to present changes that took place in three sample plots established in the “Dolina Łopusznej” reserve (Gorce National Park) (Table 1) between 1991 and 2001. Studied stands belonged to the Carpathian beech forest *Dentario glandulosae-Fagetum* association.

During a 20-year research period (since 1981), the stand in Łopuszna I plot appeared to be in the growing up stage, phase of a selection forest (Figs. 1 and 2), while the stand in Łopuszna II plot was characterized by a considerable dynamics of changes from the optimum stage in 1981 to the stage of an intensive break up with visible regeneration phase in 2001. A similar dynamics was observed in Łopuszna III plot, where the stand turned from the optimum stage to the beginning of the break up stage with marked phase of aging and regeneration (Figs. 1 and 3).

Stand volume in the growing up stage (plot I) increased from 605 to 642 m³/ha, while in plots II and III that were representing the break up stage decreased from about 688 to 602 m³/ha and from about 755 to 714 m³/ha respectively (Table 2).

Studied stands belong to the most fertile beech-fir-spruce forests of a primeval character in the lower mountain zone of the Polish part of the Western Carpathians (compare Tables 2 and 8).

In plots I and III stands in 2001 were mainly composed of beech (about 84 and 81% of stand volume respectively) with admixture of fir (about 8 and 13% respectively) and spruce (8 and 6% respectively). In these stands beech increased its proportion. Also fir increased its percentage in plots II and III (from 20.3% to 23.4% and from 11.5% to 12.7% respectively), while in plot I the percentage of this species decreased from 9.3% to 8.1%. In all plots the percentage of spruce decreased (Table 2). In plot I spruce predominated (52.7%), while proportions of fir and beech were similar (23.7 and 23.6% respectively).

Dbh distribution in all plots did not change considerably (Fig. 1), and maintained the same types of Pearson's distribution (Table 3).

In plots I and III slight changes in species proportions were noticed in individual stand stories, while greater changes took place in plot II, especially in upper and lower stories (Table 4).

In all plots in 2001 spruce had the highest percentage in volume of standing dead trees (from 44% in plot III to 61% in plot II) (Table 5).

The data presented above show that tree mortality reached the highest level in the case of spruce.

In evaluation of processes taking place in a forest stand it is important to define the ratio between the volume of dead trees (necromass) and the volume of living trees (Table 5). High ratio indicates an intensive mortality process in a given species. According to the study results in plot I in 1991 the volume of fir necromass was higher (ratio 1 : 0.8) than volume of living firs. In the remaining plots, both in 1991 and 2001, volume of living firs was from almost 1.5 to about 3 times higher than volume of necromass. This ratio in the case of spruce was slightly lower (from 1 : 1 in plot III in 2001 to 1 : 6.8 in plot II in 1991). The volume of living beech trees was much higher, from about 5.5 fold in plot II to 11 fold in plot II in 1999 (Table 5).

Predomination of beech young natural regeneration and undergrowth in studied plots in 2001 questioned the sufficiency of fir and spruce natural regeneration in keeping these species in stand composition (Table 6). The numbers of fir undergrowth in 2001 were much lower than those of beech in all plots except plot III (Table 6).

According to data in Table 6 and estimation of numbers of fir undergrowth necessary for securing recruitment in fir selection forests (compare data from page 21 and Table 9) and presence of fir and beech in the lower stand layer (Table 4), it can be concluded that in the case of slow

changes and maintenance of complex stand structure, fir will have a greater chance to survive in the stand due to its greater ability to tolerate the shade. Faster stand break up will favor beech that will dominate the lower and higher stories.

The results presented in this paper indicate the possibility of survival of respective species, especially fir, in composition of stands. In all plots the proportion of spruce in young natural regeneration as well as in undergrowth was very small. This may be connected with difficulties in regeneration of this species and a high dynamics of beech regeneration. Also such a process is being observed in other Carpathian forests of a primeval character.

LITERATURA

- Adamczyk B. 1966: Studia nad kształtowaniem się związków pomiędzy podłożem skalnym i glebą. Cz. II. Gleby leśne wytworzone z utworów fliszowych Płaszczowiny Magurskiej w Gorcach. Acta Agr. Silv. ser. Silv., 6: 3–48.
- Bernadzki E. 1993: Zwiększenie różnorodności biologicznej przez zabiegi hodowlano-leśne. Sylwan, 136, 3: 29–36.
- Bernadzki E. 1995: Półnaturalna hodowla lasu. [W:] Ochrona różnorodności biologicznej w zrównoważonej gospodarce leśnej. Materiały z Sympozjum 6–7.04. 1995. PTL IBL, Warszawa: 45–51.
- Chodzicki E. 1976: Zagadnienia współdziałania hodowli lasu z postulatami środowiska przyrodniczego w Polsce. Fol. For. Pol., ser. A, 22: 15–27.
- Dziewolski J, Rutkowski B. 1991: Tree mortality, recruitment and increment during the period 1969–1986 in a Reserve at Turbacz in the Gorce Mountains. Fol. For. Pol., ser. A, 31: 37–48.
- Fabijanowski J., Jaworski A. 1989: Struktura i budowa drzewostanów dolnoreglowych o charakterze pierwotnym w rezerwacie Łopuszna. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 232, Sesja nauk., 23: 123–141.
- Felbermeier B., Burschel P. 1994: Klimaänderung und Wald. Rundgespräche der Kommission für Ökologie. Bd 8, Klimaforschung in Bayern. Verlag Dr F. Pfeil, München: 139–146
- Grundner F., Schwappach A. 1952: Massentaffeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Paul Parey, Berlin, 216 ss.
- Jarosz S. 1935: Badania geograficzno-leśne w Gorcach. Pr. Rol.- Leś. PAU, 16, 125 ss.
- Jaworski A. 1997: Karpackie lasy o charakterze pierwotnym i ich znaczenie w kształtowaniu proekologicznego modelu gospodarki leśnej w górach. Sylwan, 141, 4: 33–49.
- Jaworski A. 2004: Badania nad budową, dynamiką i strukturę lasów o charakterze pierwotnym i ich znaczenie w kształtowaniu modelu gospodarki leśnej w górach. Roczn. Bieszczadzkie, 12: 103–139.
- Jaworski A., Karczmarski J. 1991: Struktura i dynamika drzewostanów o charakterze pierwotnym w Pienińskim Parku Narodowym (na przykładzie czterech powierzchni doświadczalnych), Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 254, Leśnictwo, 20: 45–83.
- Jaworski A., Karczmarski J., Skrzyszewski J. 1994: Dynamika, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie „Łabowiec” Acta Agr. Silv. ser. Silv., 32: 3–26.
- Jaworski A, Kołodziej Z., Bartkiewicz L. 2005: Structure and dynamics of stands of a primeval character composed of the little-leaf linden (*Tilia cordata* Mill.) in the “Las Lipowy Obrożyska” reserve (southern Poland). J. For. Sci., 51, 7: 283–308.
- Jaworski A., Paluch J. 2001: Structure and dynamics of the lower mountain zone forests of primeval character in the Babia Góra Mt. National Park. J. For. Sci., 47, 2: 60–74
- Jaworski A., Paluch J. 2002: Factors affecting the basal area increment of the primeval forests in the Babia Góra National Park, Southern Poland. Forstw. Cbl., 121: 97–108.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Pach M. 2001a: Skład gatunkowy, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie Śrubita. Sylwan, 145, 6: 21–47.

- Jaworski A., Kołodziej Z., Strząska T. 2001b: Skład gatunkowy, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie Oszastr. Sylwan, 145, 4: 5–32.
- Jaworski A., Skrzyszewski J. 1995: Budowa, struktura i dynamika drzewostanów dolnoregłowych o charakterze pierwotnym w rezerwacie Łopuszna. Acta Agr. Silv. ser. Silv., 33: 3–37.
- Korf V., Hubač K., Šmelko Š., Wolf J. 1972: Dendrometrie. SZN, Praha, 376 ss.
- Kornaš J. 1955: Charakterystyka geobotaniczna Gorców. Monogr. Botan., 3: 3–216.
- Korpel Š. 1978: Obnova lesnych porastov v rubáňovom sposobe hospodárenia. [W:] Pesteni lešů. (red. M. Vyskot M.), SZN, Praha: 216–359.
- Korpel Š. 1989: Pralesy Slovenska. Veda, Bratislava, 329 ss.
- Korpel Š. 1995: Die Urwälder der Westkarpaten. G. Fischer, Stuttgart, 310 ss.
- Korpel Š., Saniga M. 1993: Výběrný hospodárský spôsob. VŠZ-lesnická fakulta Praha a Matice lesnická Písek, 127 ss.
- Leibundgut H. 1977: Ueber die Notwendigkeit naturnahen Waldbaues. Schweiz. Z. Forstwes., 128, 7: 490–502.
- Michalik S. 1967: Mapa zbiorowisk roślinnych rezerwatu „Turbacz” im. Władysława Orkana w Gorcach. Ochr. Przyr., 32.:89–131.
- Przybylska K., Fajak J., Myćka P. 1995: Dynamika zmian zasobów leśnych w rezerwacie „Dolina Łopusznej” Gorczańskiego Parku Narodowego w okresie kontrolnym 1981–1992. Parki Nar. Rez. Przyr., 4, 3: 23–31.
- Rutkowski B., Poznański R., Przybylska K. 1972: Wstępne wyniki zastosowania statystyczno-matematycznego kontrolnego sposobu inwentaryzacji w rezerwacie Turbacz im. Wł. Orkana w Gorcach. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 74, Leśnictwo, 7: 45–69.
- Řehák J. 1964: Vývoj stromu a porostních útvarů v přirozených leších. Ochr. přír., 19, 7: 105–114.
- Schütz J. Ph. 1986: Charakterisierung des naturnahen Waldbaues und Bedarf an wissenschaftlichen Grundlagen. Schweiz. Z. Forstwes., 137, 9: 747–760.
- Schütz J. Ph. 1990: Heutige Bedeutung und Charakterisierung des naturnahen Waldbaues. Schweiz. Z. Forstwes., 141, 8: 609–614.
- Schütz J. Ph. 2001: Der Plenterwald. Parey Buchverlag, Berlin, 207 ss.
- Sikorska E. 1975: Lasy północnych stoków Turbacza. Acta Agr. Silv., ser. Silv., 15: 29–91.
- Twaróg J. 1999: Rola gatunków drzew w lasach naturalnych polskich Karpat fliszowych. Las Pol., 15/16: 4–6; 17: 6–7; 18:10–11.
- Zieliński R. 1972: Tablice statystyczne. PWN, Warszawa, 391 ss.