

JAN KARCZMARSKI, JAKUB ZYGAROWICZ

Budowa, struktura i dynamika naturalnych górnoreglowych borów świerkowych w dolinie Rybiego Potoku (Tatrzański Park Narodowy) w okresie kontrolnym 1990-2001

Structure and dynamics of natural spruce stands in the upper
montane zone in the Rybi Potok Valley (the Tatra National Park)
in the years 1990-2001

ABSTRACT

Jan Karczmariski, Jakub Zygarrowicz 2007. Budowa, struktura i dynamika naturalnych górnoreglowych borów świerkowych w dolinie Rybiego Potoku (Tatrzański Park Narodowy) w okresie kontrolnym 1990-2001. Sylwan 12: 3-20.

The paper presents changes (in 1990-2001) in species composition, growing stock, dbh structure, height and storey structure, increment, density of dead trees and regeneration of primeval spruce forests situated in the Rybi Potok Valley in the Tatra National Park on the example of two permanent study sites. The stands discussed in the paper (in comparison with other stands at a similar altitudinal zone in the Polish Carpathians) feature high productivity expressed in annual volume increment amounting to 5.3-5.6 m³/ha and high stability.

KEY WORDS

stand structure, stand dynamics, development stage, primeval forests, spruce

ADDRESSES

Jan Karczmariski – Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu AR;
Al. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków; e-mail: karczmariski@wp.pl

Jakub Zygarrowicz – Nadleśnictwo Limanowa;
ul. Kopernika 3; 34-600 Limanowa

Wstęp i cel pracy

Badania lasów o charakterze pierwotnym prowadzone od ponad 30 lat przez Katedrę Szczegółowej Hodowli Lasu, uwzględniają między innymi naturalne bory świerkowe regla górnego, zlokalizowane w Tatrach oraz najwyższych masywach Beskidu Żywieckiego (Babia Góra, Pilsko, Romanka). Obserwacje tych górnoreglowych świerczyn prowadzone są na Babiej Górze od 1984 roku [Jaworski, Karczmariski 1989, 1995] w Tatrach od lat 1990-91 [Karczmariski 1995, 1999, 2005] na Romance od 1993 roku [Karczmariski 1999] i na Pilsku od 1998 roku [Jaworski i in. 2000; Pach i in. 2001].

Opisywane w niniejszej pracy drzewostany są naturalnymi tatrzańskimi świerczynami strefy luźnego boru górnoreglowego, rodzimego pochodzenia [Myczkowski i in. 1975], znajdujące się na różnych etapach rozwojowych w naturalnym cyklu rozwojowym lasów o charakterze pierwotnym według Korpela [1982]. W warunkach górnoreglowych szczególnie silnie zaznacza się oddziaływanie niekorzystnych warunków klimatycznych i glebowych, co stwarza skrajnie trudne

warunki egzystencji ekosystemu leśnego [Holeksa 1998]. Opierając się presji środowiska drzewostany te wykształciły naturalny system odpornościowy w postaci mechanizmów autoreprodukcji i autoregulacji oraz specyficznej struktury i budowy piętrowej [Jaworski 1990]. Procesy te nie były zakłócanie przez bezpośrednią działalność człowieka dzięki objęciu badanych drzewostanów ochroną ścisłą.

Celem niniejszej pracy było określenie zmian budowy i struktury badanych drzewostanów w okresie kontrolnym 1990-2001 oraz poznanie ich dynamiki jak również potencjalnych możliwości produkcyjnych. Przyczynić się to może do stworzenia optymalnego modelu postępowania poza strefą ścisłej ochrony, prowadzącego do zachowania trwałych oraz stabilnych świerczyn w strefie silnego zagrożenia czynnikami abiotycznymi.

Metodyka badań oraz charakterystyka powierzchni badawczych

Pełną metodykę prac terenowych i obliczeń kameralnych zawierają prace Karczmarskiego [1995, 1999]. Badania były prowadzone na dwóch stałych powierzchniach badawczych o wielkości 0,5 ha każda, założonych w 1990 roku na morenie dennej i bocznej w górnej części Doliny Rybiego Potoku, u podnóża zachodnich stoków Żabiej Czuby i Siedmiu Granatów. Pierwszy pomiar wykonany był w 1990 roku, a kontrolny po 11 latach (w 2001 roku) [Zygarowicz 2003]. W niniejszej pracy przedstawiono wyłącznie wyniki pomiarów ilościowych. Podstawowe dane siedliskowo-drzewostanowe badanych świerczyn zawiera tabela 1.

W uzupełnieniu tych danych dodać należy, że drzewostan na powierzchni Ścieciska Wyżnie prawdopodobnie powstał z naturalnego obsiewu bocznego na skraju zrębu zupełnego, założonego przez Homolaczów około połowy XIX wieku [Nyka 1956]. Natomiast drzewostan Dwoisty Żleb wykazuje pierwotny charakter i nie stwierdzono w nim śladów jego użytkowania poza sporadycznym pobieraniem posuszu leżącego.

Wyniki badań

LICZBA DRZEW, ZASOBNOŚĆ, SKŁAD GATUNKOWY ORAZ UBYTEK, DOROST I PRZYROST. W okresie lat 1990-2001 w badanych drzewostanach ogólna liczba drzew zmniejszyła się o 18 szt./ha na powierzchni Ścieciska Wyżnie oraz o 46 szt./ha na powierzchni Dwoisty Żleb, osiągając końcową liczebność odpowiednio 822 i 720 szt./ha. Jednocześnie nastąpiło zwiększenie się zasobności badanych drzewostanów: o nieco ponad 60 m³/ha na Ścieciskach Wyżnich i około 46 m³/ha na Dwoistym Żlebie. Na końcu okresu kontrolnego zasobność w tych drzewostanach osiągnęła odpowiednio około 310,5 m³/ha i 465,5 m³/ha (tab. 2).

Skład gatunkowy nieznacznie zmienił się tylko w drzewostanie Ścieciska Wyżnie, gdzie zwiększył się udział świerka o około 1% (kosztem zmniejszenia się udziału jarzębu pospolitego), osiągając w 2001 roku udział określony na podstawie liczby drzew około 95% i według zasobności około 98%. Na powierzchni Dwoisty Żleb udział świerka w latach 1990-2001 nie zmienił się i wynosił 98% według liczby drzew i 100% według miąższości (tab. 2).

Zmiany liczby drzew i ich miąższości zachodziły z różną intensywnością w wyróżnionych klasach grubości. W obu drzewostanach liczebność i miąższość świerków zmniejszała się w klasach 8-24 cm, a wzrastała przy pierśnicach powyżej 24 cm. Najintensywniejszy wzrost liczby i miąższości świerków wystąpił w klasie 36-52 cm. Na powierzchni Ścieciska Wyżnie liczebność tej klasy wzrosła o 34 szt./ha, a miąższość o około 39 m³/ha. Na powierzchni Dwoisty Żleb liczebność klasy 36-52 cm zwiększyła się o 28 szt./ha, a miąższość o około 44 m³/ha (tab. 3). W przypadku jarzębu w obu badanych drzewostanach nastąpiło we wszystkich reprezentowanych

Tabela 1.

Lokalizacja powierzchni badawczych oraz ich charakterystyka siedliskowo-drzewostanowa
Location of study sites and their site/stand characteristics

Nazwa powierzchni		Ścieciska Wyżnie	Dwoisty Żleb
Lokalizacja (oddział)		Obwód Ochronny Morskie Oko	
		48b	48a
Wysokość [m n.p.m.]		1412-1430	1410-1427
Ekspozycja		N	W-NW
Nachylenie		2°-17°	10°-17°
Gleby		Bielice próchniczo-żelaziste i gleby inicjalne luźne	
Zespół		<i>Plagiothecio-Piceetum tatricum</i> /Górnoreglowy bór świerkowy	
Siedliskowy typ lasu		Bór wysokogórski	
Pierśnicowy wiek maksymalny (w 2001 r.)		151	206
Struktura wieku drzewostanu		kilkugeneracyjna	
Stadium i faza rozwojowa według Korpela [1995]	1990	Stadium dorastania faza odnowienia	Początek stadium optymalnego
	2001	Zaawansowane stadium dorastania	Stadium optymalne

Tabela 2.

Liczba drzew, zasobność, skład gatunkowy oraz ubytek, dorost i przyrost w badanych drzewostanach w latach 1990-2001

Number of trees, stand volume, species composition and losses, regeneration in the analysed stands in the years 1990-2001

Rok	Liczba drzew	Miąższość		Skład gatunkowy		Ubytek		Dorost		Przyrost w okresie 1990-2001
	Np Nk [szt./ha]	Vp Vk [m ³ /ha]	N	V	(U)	(D)	(Vk-Vp)+U-D [m ³ /ha/11lat]			
Ścieciska Wyżnie										
1990	840	250,24	Św 94	Św 97	26	2,12	8	0,04	62,30	
			Jrz 5	Jrz 2						
2001	822	310,46	Św 95	Św 98	26	2,12	8	0,04	62,30	
			Jrz 4	Jrz 1						
Dwoisty Żleb										
1990	766	419,43	Św 98	Św100	54	12,27	8	0,04	58,34	
			Jrz 2							
2001	720	465,54	Św 98	Św100	54	12,27	8	0,04	58,34	
			Jrz 2							

Np – liczba drzew w 1990 r.; Nk – liczba drzew w 2001 r.; Vp – zasobność w 1990 r.; Vk – zasobność w 2001 r.

Np – number of trees in 1990; Nk – number of trees in 2001; Vp – stand volume in 1990; Vk – stand volume in 2001

klasach (8-24 (36) cm) zmniejszenie się liczby drzew przy zachowaniu zbliżonych miąższości (tab. 4).

Przedstawione zmiany liczby drzew, miąższości i składu gatunkowego były wynikiem procesów wydzielania się drzew (ubytku), dorostu oraz związanego z nimi przyrostu miąższości. W latach 1990-2001 liczebność ubytków w drzewostanie na powierzchni Ścieciska Wyżnie

Tabela 3.

Rozkład liczby i miąższości żywych świerków w wyróżnionych klasach grubości w latach 1990 i 2001
The distribution of number and volume of live spruces in the distinguished diameter classes in the years 1990 and 2001

Klasa grubości [cm]	1990				2001			
	Liczba drzew [szt./ha]	[%]	Miąższość [m ³ /ha]	[%]	Liczba drzew [szt./ha]	[%]	Miąższość [m ³ /ha]	[%]
Ściewiska Wyżnie								
8,0-15,9	230	29,1	11,80	4,8	200	25,6	11,21	3,7
16,0-23,9	256	32,3	56,92	23,3	214	27,4	53,50	17,7
24,0-35,9	286	36,1	152,80	62,7	314	40,1	176,94	58,4
36,0-51,9	20	2,5	22,35	9,2	54	6,9	61,36	20,2
52,0-71,9	–	–	–	–	–	–	–	–
>72,0	–	–	–	–	–	–	–	–
Razem	792	100,0	243,87	100,0	782	100,0	303,01	100,0
Dwoisty Żleb								
8,0-15,9	128	17,1	6,48	1,6	96	13,6	6,14	1,3
16,0-23,9	190	25,4	48,03	11,5	150	21,2	37,34	8,0
24,0-35,9	306	40,9	202,12	48,4	308	43,7	215,64	46,5
36,0-51,9	122	16,3	156,74	37,5	150	21,2	200,33	43,2
52,0-71,9	2	0,3	4,22	1,0	2	0,3	4,70	1,0
>72,0	–	–	–	–	–	–	–	–
Razem	748	100,0	417,79	100,0	706	100,0	464,15	100,0

Tabela 4.

Rozkład liczby i miąższości żywych jarzębów w wyróżnionych klasach grubości w latach 1990 i 2001
The distribution of number and volume of live mountain ash trees in the distinguished diameter classes in the years 1990 and 2001

Klasa grubości [cm]	1990				2001			
	Liczba drzew [szt./ha]	[%]	Miąższość [m ³ /ha]	[%]	Liczba drzew [szt./ha]	[%]	Miąższość [m ³ /ha]	[%]
Ściewiska Wyżnie								
8,0-15,9	24	57,1	1,12	26,0	20	58,8	1,51	30,8
16,0-23,9	16	38,1	2,31	53,6	12	35,3	2,35	48,0
24,0-35,9	2	4,8	0,88	20,4	2	5,9	1,04	21,2
36,0-51,9	–	–	–	–	–	–	–	–
52,0-71,9	–	–	–	–	–	–	–	–
>72,0	–	–	–	–	–	–	–	–
Razem	42	100,0	4,31	100,0	34	100,0	4,90	100,0
Dwoisty Żleb								
8,0-15,9	12	66,7	0,70	42,7	10	71,4	0,72	51,8
16,0-23,9	6	33,3	0,94	57,3	4	28,6	0,68	48,2
24,0-35,9	–	–	–	–	–	–	–	–
36,0-51,9	–	–	–	–	–	–	–	–
52,0-71,9	–	–	–	–	–	–	–	–
>72,0	–	–	–	–	–	–	–	–
Razem	18	100,0	1,64	100,0	14	100,0	1,40	100,0

wynosiła 26 szt./ha, a na Dwoistym Żlebie 54 szt./ha, a ich miąższość około 2,1 i 12,3 m³/ha. Dorost był niewielki, na obu powierzchniach badawczych 4 szt./ha, o miąższości 0,04 m³/ha. (tab. 2).

Przyrost bieżący okresowy miąższości (tab. 2) w obu drzewostanach był zbliżony i osiągnął na powierzchni Ścieciska Wyżnie 62,3 m³/ha/11 lat, a na powierzchni Dwoisty Żleb około 58,3 m³/ha/11 lat, co odpowiada przeciętnemu rocznemu przyrostowi 5,66 i 5,3 m³/ha/rok.

STRUKTURA PIERŚNIC DRZEW ŻYWYCH. Maksymalne wartości pierśnic w latach 1990-2001 wyniosły dla świerka 43,5-47 cm na powierzchni Ścieciska Wyżnie i 53,5-56 cm na powierzchni Dwoisty Żleb oraz jarzębu 28-30 cm na Ścieciskach Wyżnich i 19-19 cm na Dwoistym Żlebie. Nastąpił również wzrost wartości średnich pierśnic dla całego drzewostanu, o 1,9 cm na Ścieciskach Wyżnich i 2 cm na Dwoistym Żlebie, do wartości odpowiednio 22,7 cm i 27,8 cm w 2001 roku. Średnie pierśnice świerka wzrosły w obu badanych drzewostanach (o 1,8-1,9 cm), w przypadku jarzębu średnia pierśnica na powierzchni Ścieciska Wyżnie zwiększyła się o 0,8 cm, a na powierzchni Dwoisty Żleb zmniejszyła się o 0,5 cm (tab. 5).

W obu badanych drzewostanach stwierdzono zbliżony stopień zróżnicowania pierśnic, wyrażony współczynnikiem zmienności. Na powierzchni Ścieciska Wyżnie w latach 1990-2001 nie zmienił się (0,38), w drzewostanie Dwoisty Żleb zmniejszył się z 0,38 do 0,36. Większym zróżnicowaniem pierśnic charakteryzował się świerk (0,35-0,37), mniejszym jarzębina (0,25-0,33), a najmniejszym limba (0,26) (tab. 5).

W latach 1990-2001 nie zmieniły się typy rozkładów pierśnic wszystkich gatunków łącznie określanych metodą Pearsona. Na powierzchni Ścieciska Wyżnie nadal był to rozkład jed-

Tabela 5.

Charakterystyka rozkładu pierśnic badanych drzewostanów (drzewa żywe, pierśnica ≥ 8 cm) w latach 1990 i 2001

The characteristics of dbh distribution of the analysed stands (live trees, dbh ≥ 8 cm) in the years 1990 and 2001

Gatunek	Rok	Wp [szt.]	Wartość			Odch. std. [cm]	Współczynniki			TR
			min. [cm]	max. [cm]	średnia [cm]		zm.	asym.	ex.	
Ścieciska Wyżnie										
Świerk	1990	396	8,0	43,5	21,1	7,88	0,37	0,2501	-0,5569	I
	2001	391	8,0	47,0	22,9	8,51	0,37	0,1989	-0,5207	RN
Jarząb	1990	21	8,5	28,5	14,9	4,85	0,33	1,0595	0,9145	I
	2001	17	9,0	30,0	15,7	5,15	0,33	1,1434	1,0440	I(J)
Limba	1990	3	17,5	34,0	26,0	6,75	0,26	x	x	x
	2001	3	18,5	36,0	27,3	7,15	0,26	x	x	x
Razem	1990	420	8,0	43,5	20,8	7,89	0,38	0,2964	-0,5629	I
	2001	411	8,0	47,0	22,7	8,52	0,38	0,2382	-0,5411	I
Dwoisty Żleb										
Świerk	1990	374	8,0	53,5	26,1	9,68	0,37	0,1423	-0,6624	RN
	2001	353	8,0	56,0	28,0	9,90	0,35	0,0539	-0,6299	RN
Jarząb	1990	9	8,5	19,0	14,1	3,47	0,25	x	x	x
	2001	7	8,5	19,0	13,6	3,58	0,26	x	x	x
Razem	1990	383	8,0	53,5	25,8	9,76	0,38	0,1695	-0,6887	RN
	2001	360	8,0	56,0	27,8	10,01	0,36	0,0668	-0,6656	RN

Wp – wielkość próby; Odch. std. – odchylenie standardowe; Współczynniki: zm– zmienności, as. – asymetrii, ex. – excessu; TR – typ rozkładu według Pearsona; x – przy liczbie próby <15 nie określano typów rozkładu

Wp – sample size; Odch. std. – standard deviation; Coefficients: zm– of variation, as. – of asymetry, ex. – of excess; TR – type of distribution according to Pearson; x – at sample size <15 no distribution type was determined

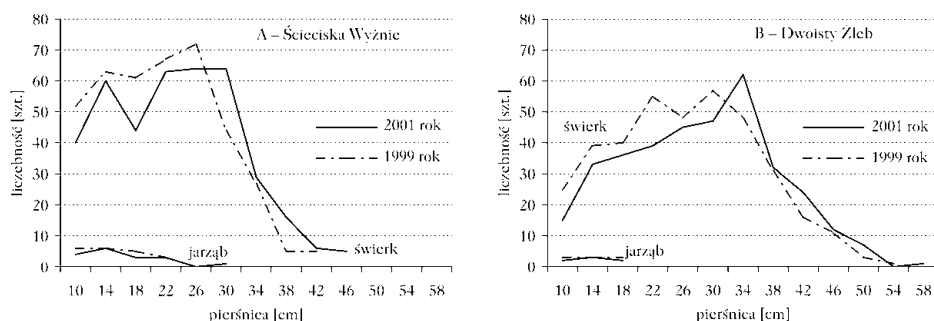
nomodalny (I), natomiast na Dwoistym Żlebie zachował się rozkład normalny. W przypadku krzywych pierśnic świerka, na powierzchni Ścieciska Wyżnie stwierdzono zmianę rozkładu z typu I na początku okresu, na rozkład normalny w 2001 roku. W drzewostanie Dwoisty Żleb zachował się normalny typ rozkładu pierśnic, stwierdzony w 1990 roku. Rozkład pierśnic jarzębu na Ścieciskach Wyżnich zmienił się z jednomodalnego (I) na typ I(J), a na Dwoistym Żlebie był trudny do określenia ze względu na małą próbę (tab. 5, ryc. 1).

STRUKTURA WYSOKOŚCI, BUDOWA PIĘTROWA I BONITACJA WZROSTOWA DRZEWOSTANÓW. W charakterystyce rozkładu wysokości i budowy piętrowej badanych drzewostanów uwzględniono wyłącznie drzewa niezłamane. W latach 1990 i 2001 na powierzchni Ścieciska Wyżnie ich liczba wynosiła 752 i 746 szt./ha. Drzew złamanych stwierdzono odpowiednio 40 i 36 szt./ha, co stanowiło 5,1-4,5% ogólnej liczby drzew. Na powierzchni Dwoisty Żleb liczba drzew niezłamanych wynosiła 718 i 664 szt./ha, a złamanych 30 i 42 szt./ha, co stanowiło 3,8-5,3% ogólnej liczby drzew żywych.

W latach 1990-2001 maksymalna wysokość świerków na powierzchni Ścieciska Wyżnie wzrosła z 21 do 22 m, a średnia z 13,7 do 14,9 m. Na powierzchni Dwoisty Żleb odpowiednio wysokość maksymalna świerków wzrosła z 24,5 do 26 m, a średnia z 16,9 do 18,2 m. W przypadku jarzębu, w obu badanych drzewostanach, silniejszy wzrost nastąpił w przypadku wysokości minimalnej (o około 1-3 m) niż dla wysokości maksymalnej (zwiększenie o 0,5 m). Średnia wysokość jarzębu zwiększyła się z około 11-11,5 m do 12,4-12,8 m (tab. 6).

Większe maksymalne i średnie wysokości świerków występowały zatem na powierzchni Dwoisty Żleb. Drzewostan ten jest jednak położony na tej samej wysokości nad poziom morza, na jakiej znajduje się powierzchnia Ścieciska Wyżnie i reprezentuje bardzo zbliżone warunki glebowo-siedliskowe (tab. 1), czego potwierdzeniem są jednakowe (V) bonitacje wzrostowe świerków na obu powierzchniach (określone według metody Flury'ego) [Karczmarski 1999]. Zaobserwowane różnice wysokości drzewostanów wynikają zatem głównie z odmiennych stadiów rozwojowych i związanych z nimi maksymalnego i przeciętnego wieku drzew.

Potwierdzają to krzywe wysokości, które w przypadku świerka kształtują się dla obu badanych drzewostanów na zbliżonym (w granicach około jednego metra) poziomie, jednak na Dwoistym Żlebie są reprezentowane grubsze drzewa osiągające większe wysokości (ryc. 2). W okresie lat 1990-2001 krzywe te nieznacznie podniosły się w całym zakresie reprezentowanych grubości i dla wszystkich gatunków (ryc. 2).

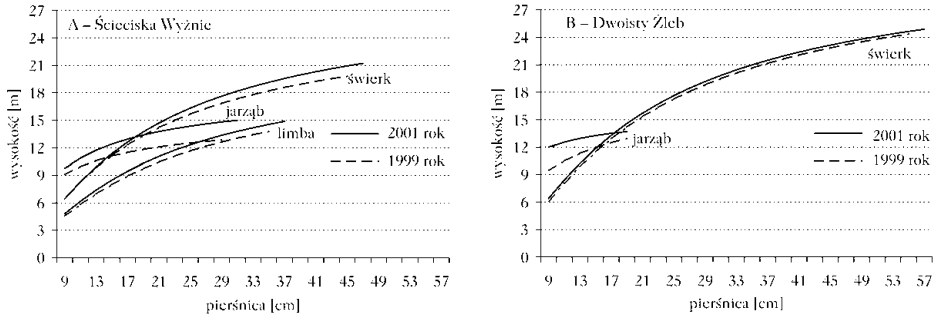


Ryc. 1.

Krzywe rozkładu pierśnic świerka i jarzębu w latach 1990 i 2001 na powierzchniach Ścieciska Wyżnie (A) i Dwoisty Żleb (B)

Dbh distribution curves for spruce and mountain ash at study sites Ścieciska Wyżnie (A) and Dwoisty Żleb (B) in the years 1990 and 2001

W jedenastoletnim okresie kontrolnym nie uległy zmianie typy rozkładu wysokości drzew (według Pearsona). Na powierzchni Ścieciska Wyżnie występował w przypadku świerka i całego drzewostanu rozkład jednomodalny (typ I), a w przypadku jarzębu rozkład normalny. Na powierzchni Dwoisty Żleb występował rozkład jednomodalny z modalną na skraju rozkładu (typ I(J)) (ryc. 3). Jednocześnie na obydwu powierzchniach w latach 1990-2001 wystąpiła tendencja do zmniejszania się współczynnika zmienności wysokości drzew (tab. 6).



Ryc. 2.

Krzywe wyrównane wysokości reprezentowanych gatunków w latach 1990 i 2001 na powierzchniach Ścieciska Wyżnie (A) i Dwoisty Żleb (B)

Height leveled curves for the representative tree species at study sites Ścieciska Wyżnie (A) and Dwoisty Żleb (B) in the years 1990 and 2001

Tabela 6.

Charakterystyka rozkładu wysokości badanych drzewostanów (drzewa żywe niezłamane, pierśnica ≥ 8 cm) w latach 1990 i 2001

The characteristics of height distribution of the analysed stands (unbroken live trees, dbh ≥ 8 cm) in the years 1990 and 2001

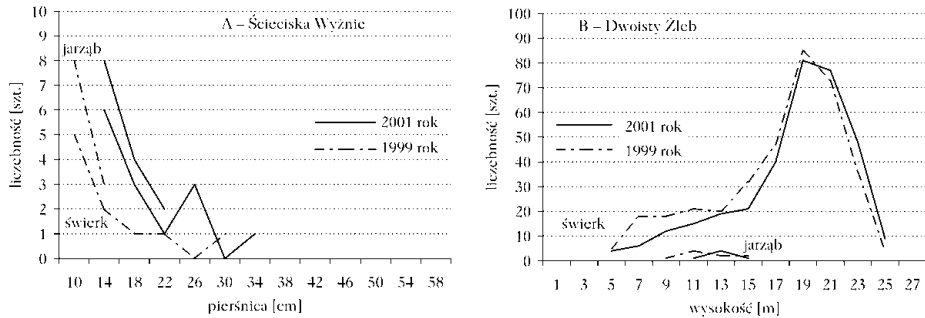
Gatunek	Rok	Wp [szt.]	Wartość			Odch. std. [cm]	Współczynniki			TR
			min. [cm]	max. [cm]	średnia [cm]		zm.	asym.	ex.	
Ścieciska Wyżnie										
Świerk	1990	376	4,0	21,0	13,7	3,89	0,28	-0,4978	-0,5891	I
	2001	373	4,0	22,0	14,9	3,97	0,27	-0,6630	-0,2889	I
Jarzęb	1990	21	8,0	14,5	10,9	1,75	0,16	0,5564	-0,2653	RN
	2001	17	9,0	15,0	12,4	1,97	0,16	-0,2591	-1,2410	RN
Limba	1990	3	9,5	15,0	11,7	2,39	0,21	x	x	x
	2001	3	10,5	16,0	12,7	2,39	0,19	x	x	x
Razem	1990	400	4,0	21,0	13,5	3,85	0,29	-0,3839	-0,6646	I
	2001	393	4,0	22,0	14,8	3,94	0,27	-0,5896	-0,3626	I
Dwoisty Żleb										
Świerk	1990	359	4,5	24,5	16,9	4,65	0,27	-0,8342	-0,1698	I(J)
	2001	332	5,0	26,0	18,2	4,32	0,24	-1,0622	0,6476	I(J)
Jarzęb	1990	9	9,0	14,5	11,6	1,88	0,16	x	x	x
	2001	6	12,0	15,0	12,8	1,03	0,08	x	x	x
Razem	1990	368	4,5	24,5	16,8	4,68	0,28	-0,7650	-0,3114	I(J)
	2001	338	5,0	26,0	18,1	4,34	0,24	-0,9986	0,4691	I(J)

Wp – wielkość próby; Odch. std. – odchylenie standardowe; Współczynniki: zm – zmienności, as. – asymetrii, ex. – excessu; Tr – typ rozkładu według Pearsona; x – przy liczbie próby < 15 nie określano typów rozkładu

Wp – sample size; Odch. std. – standard deviation; Coefficients: zm – of variation, as. – of asymmetry, ex. – of excess; TR – type of distribution according to Pearson; x – at sample size < 15 no distribution type was determined

Struktura wysokości świerków w badanych drzewostanach różniła się natomiast pomiędzy dwoma badanymi drzewostanami. Rozkład wysokości na powierzchni Ścieciska Wyznie był bardziej symetryczny niż w drzewostanie Dwoisty Żleb, w którym stwierdzono wyraźną lewostronną asymetrię związaną z występowaniem niewielkiej liczby drzew o wysokościach do 15 m, spowodowanej większym stopniem zwarcia drzew górnego piętra (ryc. 3).

Podstawą oceny budowy pięterowej badanych borów świerkowych był udział drzew w warstwach drzewostanu wyróżnionych na podstawie klasyfikacji IUFRO (tab. 7). Nieco bardziej



Ryc. 3.

Krzywe rozkładu wysokości świerka i jarzębu w latach 1990 i 2001 na powierzchniach Ścieciska Wyznie (A) i Dwoisty Żleb (B)

Height distribution curves for spruce and mountain ash at study sites Ścieciska Wyznie (A) and Dwoisty Żleb (B) in the years 1990 and 2001

Tabela 7.

Liczebność oraz udział procentowy żywych drzew w warstwach wg klasyfikacji IUFRO w latach 1990 i 2001 (drzewa żywe niezłamane, pierśnica ≥ 8 cm)

The number and percentage share of live trees (unbroken live trees, dbh ≥ 8 cm) in stand layers according to the IUFRO classification in the years 1990 and 2001

Gatunek	Razem [szt./ha]	Warstwy					
		100 [szt./ha] [%]		200 [szt./ha] [%]		300 [szt./ha] [%]	
Ścieciska Wyznie – 1990 rok							
Świerk	752	386	48,2	308	38,5	58	7,3
Jarząb	42	4	0,5	38	4,7	–	–
Limba	6	2	0,3	4	0,5	–	–
Łącznie	800	392	49,0	350	43,7	58	7,3
Ścieciska Wyznie – 2001 rok							
Świerk	746	468	59,5	238	30,3	40	5,0
Jarząb	34	6	0,8	28	3,6	–	–
Limba	6	2	0,3	4	0,5	–	–
Łącznie	786	476	60,6	270	34,4	40	5,0
Dwoisty Żleb – 1990 rok							
Świerk	718	452	61,4	216	29,3	50	6,8
Jarząb	18	–	–	18	2,5	–	–
Łącznie	736	452	61,4	234	31,8	50	6,8
Dwoisty Żleb – 2001 rok							
Świerk	664	466	68,8	174	25,7	24	3,6
Jarząb	13	–	–	13	1,9	–	–
Łącznie	677	466	68,8	187	27,6	24	3,6

złożoną budowę piętrową, zarówno w 1990 jak i w 2001 roku, wykazywał bór świerkowy na powierzchni Ścieciska Wyżnie. Udział drzew górnego piętra w okresie 11 lat zwiększył się w tym drzewostanie z 48% do prawie 61%, kosztem warstwy środkowej, w której udział drzew zmniejszył się z około 44 do 34%. Warstwa dolna reprezentowana była przez odpowiednio 7 i 5% liczby drzew. Na początku okresu kontrolnego był to zatem drzewostan zróżnicowany piętrowo, co związane było z dobrze wykształconą biogrupową strukturą przestrzenną i wynikającą z niej zmiennością wysokości drzew pomiędzy środkami a obrzeżami biogrup [Karczmarski 1996]. W okresie jedenastu lat zaznaczył się proces wyrównywania wysokości drzew w biogrupach, a budowa piętrowa uległa pewnemu uproszczeniu.

Na powierzchni Dwoisty Żleb większy był udział górnej warstwy, który wynosił w 1990 roku ponad 61%, a w 2001 roku prawie 69%. Wzrostowi liczby drzew w najwyższej warstwie IUFRO, odpowiadał spadek udziału drzew w warstwie środkowej, z prawie 32% do niespełna 28%. Udział warstwy dolnej wynosił około 7-4% (tab. 7). W opisywanej świerczynie zaszedł także proces wyrównywania wysokości drzew i zwiększania się stopnia zwarcia poziomego.

Na obu powierzchniach o budowie piętrowej decydował przeważający w badanych drzewostanach świerk, jarząb występował głównie w warstwie środkowej (5-2%), a na Ścieciskach Wyżnich także w warstwie górnej (poniżej 1%). Limba reprezentowana wyłącznie na Ścieciskach Wyżnich występowała sporadycznie w warstwie górnej i środkowej (tab. 7).

LICZEBNOŚĆ, MIĄŻSZOŚĆ, SKŁAD GATUNKOWY ORAZ STRUKTURA PIERŚNIC POSUSZU STOJĄCEGO. W okresie kontrolnym liczba drzew posuszu stojącego zwiększyła się na Ścieciskach Wyżnich z 40 do 54 szt./ha, a w drzewostanie Dwoisty Żleb ze 132 do 164 szt./ha (tab. 8). Udział jarzębu w liczbie posuszu stojącego wynosił w 1990 roku 50% na Ścieciskach Wyżnich i prawie 15% na Dwoistym Żlebie. Po jedenastu latach w pierwszym drzewostanie zwiększył się do ponad 59%, a w drugim nie zmienił się (tab. 8).

Tabela 8.

Charakterystyka rozkładu pierśnic posuszu stojącego (pierśnica ≥ 8 cm) w latach 1990 i 2001
The characteristics of dbh distribution of standing dead trees in the years 1990 and 2001

Gatunek	Rok	Wp [szt.]	Wartość			Odch. std. [cm]	Współczynniki			TR
			min. [cm]	max. [cm]	średnia [cm]		zm.	asym.	ex.	
Ścieciska Wyżnie										
Świerk	1990	10	9,0	30,0	14,9	6,48	0,44	1,3276	0,4514	I(U)
	2001	16	8,0	30,0	14,3	6,17	0,43	1,0887	0,2837	I(J)
Jarząb	1990	10	8,0	15,5	10,9	2,35	0,22	0,9732	-0,1701	I(J)
	2001	11	9,0	17,0	12,6	2,95	0,23	0,2779	-1,5551	I(U)
Razem	1990	20	8,0	30,0	12,9	5,37	0,42	2,0625	3,7007	?
	2001	27	8,0	30,0	13,6	5,18	0,38	1,3709	1,6757	I(J)
Dwoisty Żleb										
Świerk	1990	58	8,0	34,5	13,6	5,37	0,40	1,7364	3,9480	?
	2001	70	8,0	46,5	14,4	6,63	0,46	2,2350	6,9077	?
Jarząb	1990	10	8,0	16,0	11,6	2,81	0,24	0,3057	-1,3645	I(U)
	2001	12	8,0	16,5	12,0	3,15	0,26	0,2563	-1,6176	RN
Razem	1990	68	8,0	34,5	13,3	5,15	0,39	1,8394	4,6633	?
	2001	82	8,0	46,5	14,1	6,31	0,45	2,3452	7,9107	?

Wp – wielkość próby; Odch. std. – odchylenie standardowe; Współczynniki: zm – zmienności, as. – asymetrii, ex. – excessu; TR – typ rozkładu według Pearsona; ? – typ rozkładu nieznany

Wp – sample size; Odch. std. – standard deviation; Coefficients: zm – of variation, as. – of asymmetry, ex. – of excess; TR – type of distribution according to Pearson; ? – unknown type of distribution

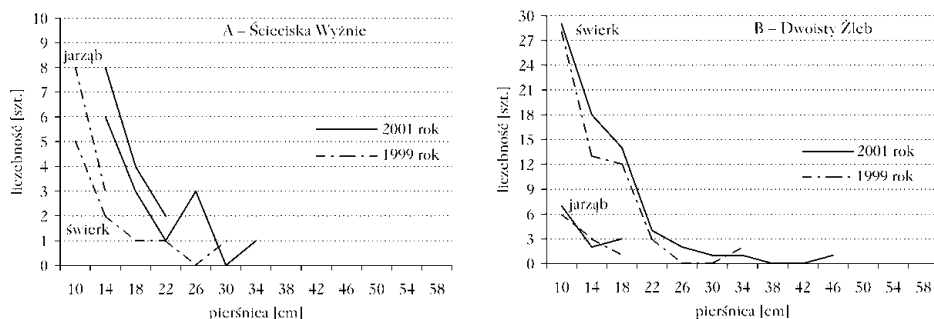
Na powierzchni Ścieciska Wyznie w latach 1990-2001 nie zmieniły się minimalne (8 cm) i maksymalne wartości (30 cm) pierśnic posuszu stojącego, zwiększyła się natomiast nieznacznie (o 0,7 cm) jego średnia pierśnica, która osiągnęła w 2001 roku 13,6 cm. O zwiększeniu tej średniej zadecydował posusz jarzębu, którego średnia pierśnica wzrosła o 1,7 cm do wartości 12,6 cm w 2001 roku. Na Dwoistym Żlebie maksymalna pierśnica posuszu świerkowego zwiększyła się o 12 cm i osiągnęła w 2001 roku 46,5 cm. Nie uległy zmianie skrajne pierśnice wydzielających się jarzębów. Średnie pierśnice posuszów w tym drzewostanie wzrosły, w zależności od gatunku o około 0,4-0,8 cm (tab. 8).

Struktura pierśnic w obu badanych drzewostanach charakteryzowała się przewagą liczebną drzew z cieńszych stopni grubości (ryc. 4). Pierśnice posuszu świerkowego oraz wszystkich gatunków łącznie na powierzchni Ścieciska Wyznie w 2001 roku oraz dla jarzębin w 1990 roku przyjęły typ I(J). W drzewostanie Dwoisty Żleb wartości współczynników asymetrii i excessu nie pozwoliły na określenie typu rozkładu wg Pearsona, z wyjątkiem posuszu jarzębinowego, w przypadku którego rozkład pierśnic zmienił się z typu I(U) w 1990 roku, na rozkład normalny w 2001 roku (tab. 8).

Rozkłady pierśnic posuszu wszystkich gatunków łącznie na obu powierzchniach badawczych oraz w obu terminach pomiaru wykazywały zgodność z teoretyczną krzywą wykładniczą Liocourta-Meyera (test χ^2 przy poziomie istotności $\alpha=0,05$).

Miąższość posuszu stojącego na Ścieciskach Wyznich była niewielka, w okresie kontrolnym zwiększyła się z około 2,3 do 4,2 m^3/ha , a w drzewostanie Dwoisty Żleb była większa i zmieniła się z 9,1 do 17,2 m^3/ha . Pod względem miąższości w wydzielającym się posuszu na obu powierzchniach dominował świerk, a jego udział zwiększył się w latach 1990-2001 z około 62 do 72% na Ścieciskach Wyznich i około 88 do 92% na Dwoistym Żlebie (tab. 9).

Intensywność wydzielania się drzew w badanych borach świerkowych określono na podstawie stosunku miąższości posuszu stojącego do zasobności drzewostanu (tab. 9). Dla wszystkich reprezentowanych gatunków łącznie stosunek ten wynosił w latach 1990 i 2001, na Ścieciskach Wyznich odpowiednio 0,9-1,4%, a na Dwoistym Żlebie 2,2-3,7%. W obu drzewostanach znacznie intensywniej wydzieliał się jarząb. Stosunek miąższości posuszu stojącego jarzębu do miąższości drzew żywych tego gatunku zwiększył się bowiem w latach 1990-2001 z prawie 20 do 24% na powierzchni Ścieciska Wyznie i z około 65 do 96% na Dwoistym Żlebie (tab. 9). W przypadku drugiej powierzchni prowadziło to do prawie całkowitego wyeliminowania jarzębin z drzewostanu.



Ryc. 4.

Krzywe rozkładu pierśnic posuszu świerkowego i jarzębinowego w latach 1990 i 2001 na powierzchniach Ścieciska Wyznie (A) i Dwoisty Żleb (B)

DBH distribution curves for spruce and mountain ash dead wood at study sites Ścieciska Wyznie (A) and Dwoisty Żleb (B) in the years 1990 and 2001

Tabela 9.

Miąższość posuszu stojącego oraz jej stosunek do miąższości drzew żywych w latach 1990 i 2001
Volume of standing dead trees and its ratio to the volume of live trees in the years 1990 and 2001

Rok	Gatunek	Całe drzewa [m ³ /ha]	Złomy [m ³ /ha]	Razem		Smp gatunku [%]	Smp drzewostanu [%]
Ścieciska Wyżnie							
1990	Świerk	0,64	0,77	1,41	62,4	0,6	0,6
	Jarząb	0,71	0,14	0,85	37,6	19,6	0,3
	Razem	1,35	0,91	2,26	100,0	×	0,9
2001	Świerk	2,48	0,54	3,02	71,7	1,0	1,0
	Jarząb	0,67	0,52	1,19	28,3	24,3	0,4
	Razem	3,15	1,06	4,21	100,0	×	1,4
Dwoisty Żleb							
1990	Świerk	4,28	3,74	8,02	88,2	1,9	1,9
	Jarząb	0,83	0,24	1,07	11,8	65,2	0,3
	Razem	5,11	3,98	9,09	100,0	×	2,2
2001	Świerk	12,99	2,86	15,85	92,3	3,4	3,4
	Jarząb	0,57	0,76	1,33	7,7	95,7	0,3
	Razem	13,56	3,62	17,18	100,0	×	3,7

Smp – stosunek miąższości posuszu stojącego do sumy miąższości drzew żywych
Smp – volume of live trees/volume of standing dead trees ratio

MIĄŻSZOŚĆ ORAZ STOPIEŃ ROZKŁADU POSUSZU LEŻĄCEGO. Na powierzchni Ścieciska Wyżnie w latach 1990-2001 miąższość posuszu leżącego (tab. 10) zmniejszyła się z 4,4 do 3,9 m³/ha. Miąższość leżaniny w tym drzewostanie była zatem niewielka i stanowiła w stosunku do zasobności drzewostanu odpowiednio 1,8 i 1,3%. Na Dwoistym Żlebie nastąpiło natomiast zwiększenie się miąższości leżaniny z około 10 do 14,8 m³/ha., co odpowiadało 2,4-3,2% zasobności drzew żywych w drzewostanie.

Stosunek miąższości leżaniny świerka do miąższości tego gatunku wynosił w latach 1990 i 2001, na Ścieciskach Wyżnich odpowiednio 0,4-0,6%, a na Dwoistym Żlebie 0,4-2,2%. W przypadku jarzębu analogiczny wskaźnik zwiększył się w okresie kontrolnym z prawie około 7 do 8% na powierzchni Ścieciska Wyżnie i z około 40 do 52% na Dwoistym Żlebie (tab. 10). Ponadto w badanych drzewostanach znaczny był udział drewna silnie rozłożonego, w przypadku którego nie było możliwe rozpoznanie gatunku (kategoria C), który wynosił w zależności od roku i drzewostanu od około 27 do 76% (tab. 10).

ODNOWIENIE. W latach 1990-2001 w obu badanych drzewostanach zaszły znaczne zmiany w liczebności, składzie gatunkowym i strukturze odnowień (tab. 11). W prawie wszystkich wyróżnionych klasach odnowień znacznie zwiększyła się ich liczebność (siewki, nalot młodszy i starszy oraz podrost młodszy). Tylko w przypadku podrostu starszego odnotowano zmniejszenie się jego liczby w obserwowanym jedenastoletniu z 116 do 67 szt./ha na powierzchni Ścieciska Wyżnie, i z 64 do 32 szt./ha na Dwoistym Żlebie.

Wzrost liczby siewek i nalotu młodszego związany był z obfitszym urodzajem nasion świerka i jarzębu pod koniec okresu kontrolnego. Liczebność siewek świerka zwiększyła się bowiem z 125 do 1500 szt./ha na Ścieciskach Wyżnich i z około 210 do prawie 780 szt./ha na Dwoistym Żlebie, a jarzębu odpowiednio z zera do ok. 2130 szt./ha i z ok. 210 do 2900 szt./ha. Liczebność nalotu młodszego świerka (do 20 cm wysokości) zwiększyła się z około 310 do prawie 2700 szt./ha na Ścieciskach Wyżnich i z około 790 do prawie 6100 szt./ha na Dwoistym Żlebie. Nalot młodszy

Tabela 10.

Mięszość posuszu leżącego w wyróżnionych kategoriach rozkładu w latach 1990 i 2001
Volume of standing dead trees in the distinguished distribution categories in the years 1990 and 2001

Rok	Gatunek	Stopień rozkładu				Smp		
		A	B	C	Łącznie	gatunku	drzewostanu	
		[m ³ /ha]	[m ³ /ha]	[m ³ /ha]	[%]	[%]	[%]	
Ścieciska Wyżnie								
1990	Świerk	0,29	0,70	–	0,99	22,4	0,4	0,4
	Jarząb	0,01	0,30	–	0,31	7,0	7,1	0,1
	Limba	0,13	0,00	–	0,13	2,9	6,3	0,1
	Nieoznaczony	x	x	3,00	3,00	67,7	x	1,2
	Razem	0,43	1,00	3,00	4,43	100,0	x	1,8
2001	Świerk	0,70	0,98	–	1,68	42,6	0,6	0,5
	Jarząb	0,20	0,18	–	0,38	9,6	7,8	0,1
	Limba	0,00	0,00	–	0,00	0,0	0	0,0
	Nieoznaczony	x	x	1,88	1,88	47,7	x	0,6
Razem	0,90	1,16	1,88	3,94	100,0	x	1,3	
Dwoisty Żleb								
1990	Świerk	0,00	1,77	–	1,77	17,7	0,4	0,4
	Jarząb	0,00	0,65	–	0,65	6,5	39,6	0,2
	Nieoznaczony	x	x	7,57	7,57	75,8	x	1,8
	Razem	0,00	2,42	7,57	9,99	100,0	x	2,4
2001	Świerk	4,01	6,10	–	10,11	68,4	2,2	2,2
	Jarząb	0,10	0,62	–	0,72	4,9	51,8	0,2
	Nieoznaczony	x	x	3,96	3,96	26,8	x	0,9
	Razem	4,11	6,72	3,96	14,79	100,0	x	3,2

Smp – stosunek mięszości posuszującego do sumy mięszości drzew żywych

Smp – volume of live trees/volume of standing dead trees ratio

jarzębu zmniejszył liczebność na Ścieciskach Wyżnich z około 2600 do nieco ponad 1440 szt./ha, a na Dwoistym Żlebie zmienił się nieznacznie (z około 7200 do niespełna 7700 szt./ha) (tab. 11).

Liczebność nalotu starszego na powierzchni Ścieciska Wyżnie utrzymała się na poziomie powyżej 2 tys.szt/ha, a na Dwoistym Żlebie zwiększyła się z około 710 szt./ha do prawie 2,9 tys szt./ha, przede wszystkim dzięki zwiększeniu liczebności jarzębiny (tab. 11).

W latach 1990-2001 w składzie gatunkowym nalotu (bez siewek) zaznaczył się wyraźny wzrost udziału świerka, z około 25 do 54% na Ścieciskach Wyżnich, i z około 9 do 37% na Dwoistym Żlebie oraz całkowity zanik nalotów limbowych na powierzchni Ścieciska Wyżnie. Limba pojawiła się natomiast w tym drzewostanie w podroście młodszym (tab. 11).

Podrost młodszy zwiększył swą liczebność z około 530 do 710 szt./ha (Ścieciska Wyżnie) i z 0 do 127 szt./ha (Dwoisty Żleb). Na pierwszej powierzchni zwiększyła się liczebność wszystkich trzech gatunków, na drugiej reprezentowany był tylko jarząb (tab. 11).

STADIA I FAZY ROZWOJOWE. W latach 1990-2001 oba badane drzewostany nadal znajdowały się w tych samych stadiach rozwojowych. Na powierzchni Ścieciska Wyżnie występowało stadium dorastania, a na Dwoistym Żlebie stadium optymalne.

Na powierzchni Ścieciska Wyżnie nastąpiły jednak pewne zmiany wskazujące na silnie zaawansowane stadium dorastania:

- zwiększenie udziału drzew należących do generacji optymanego wzrostu (B) z 46,9 do 51,6% ogólnej liczby drzew, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiego udziału generacji dorastania (C), reprezentowanej przez 53,1-48,4% liczby drzew (tab. 12),

Tabela 11.

Liczebność oraz rozkład procentowy odnowień w badanych drzewostanach w latach 1990 i 2001
The number and percentage distribution of regeneration in the analysed stands in the years 1990 and 2001

Gatunek	Siewki		Nalot				Podrost (wysokość >50 cm)			
	[szt./ha]	[%]	młodszy starszy		łącznie		młodszy starszy		łącznie	
			wysokość [cm]				pierśnica [cm]			
			20	21-50			<1,9	2,0-7,9		
			[szt./ha]	[szt./ha]	[szt./ha]	[%]	[szt./ha]	[szt./ha]	[szt./ha]	[%]
Ścieciska Wyżnie – 1990 rok										
Świerk	125	100	313	1000	1313	25,3	388	116	504	78,5
Jarząb	–	–	2625	1063	3688	71,1	138	–	138	21,5
Limba	–	–	–	188	188	3,6	–	–	–	–
Razem	125	100	2938	2251	5189	100,0	526	116	642	100,0
Ścieciska Wyżnie – 2001 rok										
Świerk	1500	36,9	2688	688	3375	54,0	500	67	567	72,7
Jarząb	2125	52,3	1438	1438	2875	46,0	175	–	175	22,5
Limba	438	10,8	–	–	–	–	38	–	38	4,8
Razem	4063	100,0	4125	2125	6250	100,0	713	67	780	100,0
Dwoisty Żleb – 1990 rok										
Świerk	214	50,0	786	–	786	9,0	–	60	60	93,8
Jarząb	214	50,0	7214	714	7928	91,0	–	2	2	3,1
Limba	–	–	–	–	–	–	–	2	2	3,1
Razem	428	100,0	8000	714	8714	100,0	–	64	64	100
Dwoisty Żleb – 2001 rok										
Świerk	778	21,2	6081	71	6152	36,9	–	32	32	20,1
Jarząb	2899	78,8	7707	2828	10535	63,1	127	–	127	79,9
Limba	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Razem	3677	100,0	13788	2899	16687	100,0	127	32	159	100,0

Tabela 12.

Udział drzew w generacjach rozwojowych według klasyfikacji Řehaka [1964] w latach 1990 i 2001
Proportion of trees in the trees developmental generations according to the Řehak's classification [1964] in the years 1990 and 2001

Gatunek	1990 rok				2001 rok			
	Razem	Generacje			Razem	Generacje		
	[szt./ha]	A	B	C	[szt./ha]	A	B	C
		[%]	[%]	[%]		[%]	[%]	[%]
Ścieciska Wyżnie								
Świerk	792	–	44,0	50,3	782	–	50,6	44,5
Jarząb	42	–	2,4	2,6	34	–	0,5	3,6
Limba	6	–	0,5	0,2	6	–	0,5	0,3
Łącznie	840	–	46,9	53,1	822	–	51,6	48,4
Dwoisty Żleb								
Świerk	748	1,6	58,2	37,8	706	0,6	80,0	17,5
Jarząb	18	–	0,3	2,1	14	–	0,8	1,1
Łącznie	766	1,6	58,5	39,9	720	0,6	80,8	18,6

- zmniejszające się, choć nadal wysokie zagęszczenie drzew w drzewostanie (840-822 szt./ha) (tab. 2),
- silny wzrost zasobności drzewostanu, z około 250 do 310 m³/ha (tab. 2),
- intensywny dla istniejących warunków glebowo-siedliskowych bieżący przyrost miąższości (5,6 m³/ha/rok),
- dominacja w rozkładzie miąższości świerków klas grubości 24-36 cm (około 60% miąższości) oraz zwiększanie się udziału klasy 36-52 cm (z około 9 do 29%) (tab. 3),
- zachowanie typu I rozkładu pierśnic dla całego drzewostanu, przy zmianie struktury pierśnic świerka z typu (I) na rozkład normalny (tab. 5, ryc. 1),
- wyraźny wzrost udziału drzew w górnej warstwie wg IUFRO (z około 49 do 61%), przy ciągle istotnym udziale piętra środkowego (44-34%) (tab. 7) oraz podniesienie się przeciętnej wysokości drzewostanu (ryc. 2, 3),
- słabo zaawansowany proces wydzielania się drzew, wyrażający się niewielką ilością drewna martwego (posuszu stojącego i leżaniny) (tab. 8-10) oraz przewagą drzew wydzielonych z cieńszych stopni grubości (ryc. 4),
- wciąż trwająca faza odnowienia, wyrażająca się znacznym zwiększeniem liczebności siewek i nalotów oraz stabilną obecnością podrostu świerka i jarzębu, a także pojawieniem się młodszego podrostu limbowego (tab. 11).

O ciągłej przynależności drzewostanu na powierzchni Dwoisty Żleb do stadium optymalnego w latach 1990-2001 świadczą następujące procesy:

- ciągle zwiększanie się udziału drzew reprezentujących generację optymalnego wzrostu (z około 58 do 81%) (tab. 12),
- zmniejszająca się ale nadal wysoka liczba drzew (766-720 szt./ha) (tab. 2),
- ciągle zwiększająca się zasobność drzewostanu (z około 420 do 466 m³/ha) (tab. 2),
- wysoka wartość bieżącego przyrostu miąższości – 5,3 m³/ha/rok,
- zwiększający się udział miąższości świerków w klasie grubości 36-52 cm (z 37-43%) (tab. 3),
- zachowanie normalnego rozkładu pierśnic całego drzewostanu oraz dla świerka (według Pearsona) (tab. 6, ryc. 1),
- wzrastający udział drzew należących do górnej warstwy wg IUFRO (z 61 do 69%) (tab. 7) oraz zachowanie tych samych typów rozkładu wysokości drzew (tab. 6, ryc. 3),
- zwiększająca się ilość posuszu stojącego (z 136 do 164 szt./ha) (tab. 8), jednak nadal o niedużych rozmiarach (tab. 8, ryc. 4) i niewielkiej miąższości w odniesieniu do zasobności drzewostanu (2,2-3,7%) (tab. 9),
- niewielka i stabilna w okresie kontrolnym miąższość posuszu leżącego, stanowiąca 2,4-3,2% zasobności drzewostanu (tab. 10),
- brak młodszego oraz niewielka i równocześnie zmniejszająca się liczebność starszego podrostu świerkowego (z 60 do 32 szt./ha), wskutek niesprzyjających warunków w stadium optymalnym dla przeżywania starszego odnowienia.

Podsumowanie i dyskusja wyników

Badane drzewostany w okresie kontrolnym (1990-2001) znacznie zwiększyły swoją zasobność. Miąższość drzewostanu Dwoisty Żleb prawdopodobnie zbliża się do wartości maksymalnej, jaką określił Korpel [1995] dla strefy wysokości powyżej 1400 m n.p.m. (około 500 m³/ha). Drzewostan Ścieciska Wyżnie reprezentujący stadium dorastania nadal będzie zwiększał swoją zasobność. Przepuszczenie to potwierdza bardzo duży bieżący przyrost roczny miąższości (tab. 2), który przekracza 5 m³/ha/rok. Przyrost ten dorównuje wartościom podawanym z drzewostanów

alpejskich [Mayer, Ott 1991], które uważane są za lepiej produkujące niż karpackie [Jaworski, Karczmarski 1995].

Drzewostan Ścieciska Wyżnie osiągnął na końcu okresu kontrolnego (2001 rok) zasobność zbliżoną do rosnącego w podobnych warunkach siedliskowych drzewostanu babiogórskiego (Akademicka Perć – 325 m³/ha) [Jaworski, Karczmarski 1995], a drzewostan Dwoisty Żleb wykazał podobną zasobność do drzewostanów z Tatr Zachodnich reprezentujących stadium optymalne (450 m³/ha) [Korpel 1995].

Na obu powierzchniach badawczych, których dotyczy niniejsza praca, stwierdzono jednak dwa razy większe zagęszczenie drzew w stosunku do cytowanych drzewostanów. Drzewostany z Tatr Wysokich w porównaniu z drzewostanami pozostałej części Karpat Zachodnich charakteryzują się bowiem nawet dwa razy większym zagęszczeniem drzew przy podobnej zasobności [Korpel 1995; Karczmarski 1999].

Skład gatunkowy świerczyn z obu powierzchni różni się (tab. 2). Drzewostan na Ścieciskach Wyżnich charakteryzuje się większym udziałem jarzębu, a także obecnością limby. Naturalne występowanie limby jest jednym ze wskaźników rodzimości drzewostanów tatrzańskich [Myczkowski i in. 1975], a znaczący udział jarzębu związany jest w tym przypadku z płatową teksturą tego drzewostanu, w którym część powierzchni zajmują luki umożliwiające egzystencję bardziej światłolubnym jarzębinie i kosodrzewinie. Na obu powierzchniach w 11-leciu 1990-2001 jarząb był wypierany ze składu gatunkowego, co szczególnie widoczne jest na powierzchni Dwoisty Żleb, gdzie stwierdzono bardzo dużą wartość stosunku miąższości posuszu stojącego do miąższości drzew żywych dla tego gatunku (tab. 9).

Zwraca uwagę dość niski wiek maksymalny drzew na badanych powierzchniach (tab. 1). Zdaniem Korpela [1982] świerki na wysokości 1400 m n.p.m. osiągają wiek 350-400 lat. Należy więc sądzić, iż drzewostany będące przedmiotem niniejszej pracy mają uproszczoną strukturę wieku, a brak drzew najstarszych generacji (szczególnie na powierzchni Ścieciska Wyżnie) wynika z ich użytkowania w przeszłości [Nyka 1956].

Fakt wydzielenia się w świerczynach górnoreglowych największej liczby drzew o niewielkich pierśnicach potwierdzony jest w literaturze [Szymański 1986; Holeksa 1998; Karczmarski 1999]. W przypadku drzewostanów będących w stadium dorastania i początkach stadium optymalnego, krzywe rozkładów pierśnic posuszu mogą przyjąć postać rozkładu Liocourta-Meyera, jak to miało miejsce w badanych drzewostanach. Z wiekiem, gdy wydziela się świerki o coraz większych rozmiarach, taka struktura posuszu zanika.

Proces wydzielenia się drzew, przy obserwowanym zagęszczeniu należy uznać za mało intensywny (tab. 2). W drzewostanach na Pilsku [Ceitel i in. 1989], Babiej Górze [Jaworski, Karczmarski 1995] oraz słowackiej części Tatr [Korpel 1995], reprezentujących podobne stadia rozwojowe, proces wydzielenia był intensywniejszy (34-106 drzew/ha/10 lat) pomimo około dwa razy mniejszego zagęszczenia drzew.

Miąższość ubytków (przy zbliżonej liczbie drzew), w porównaniu z innymi drzewostanami świerkowymi regla górnego, jest na badanych powierzchniach kilka razy mniejsza [Jaworski, Karczmarski 1995]. Wynika to przede wszystkim ze stosunkowo niewielkich rozmiarów wydzielających się drzew (tab. 8).

Miąższość posuszu stojącego i leżącego stanowi łącznie w miąższości ogólnej drzew żywych: 2,6% na Ścieciskach Wyżnich i 6,4% na Dwoistym Żlebie. Są to miąższości niewielkie, znacznie mniejsze od rejestrowanych w innych drzewostanach i fazach rozwojowych. W fazie starzenia stadium optymalnego w drzewostanach tatrzańskich udział ten osiągał około 20%, a w stadium rozpadu nawet 44% [Karczmarski 1999]. Niewielkie zmiany miąższości drewna

martwego na powierzchni Ścieciska Wyżnie świadczą o jego stabilności i odporności na czynniki stresowe. Drzewostan z powierzchni Dwoisty Żleb wykazał wyraźniejsze zwiększenie miąższości drewna martwego, związane z dużym zwarcim i bardziej zaawansowanym wiekiem drzew. Ilość posuszu jest jednak nadal niewielka w porównaniu z innymi drzewostanami karpaccskimi [Karczmarski 1995, 1999; Holeksa 1998].

Na obu powierzchniach zaobserwowano znaczne zwiększenie się ilości odnowienia w okresie kontrolnym (tab. 11). Najliczniej reprezentowana jest klasa nalotu, a w drugiej kolejności siewek. Świadczy to o wystąpieniu w roku 2000 urodzaju nasion. Liczny nalot pochodzi prawdopodobnie z 1993 r., uznanego za rok nasienny świerka w całych Karpatach [Holeksa 1998].

Przeżywalność odnowień na Dwoistym Żlebie jest jednak niewielka, co związane jest z niekorzystnymi warunkami świetlnymi występującymi w zaawansowanym stadium optymalnym tego drzewostanu. Przewaga odnowienia jarzębu i stosunkowo duży udział tego gatunku w klasie nalotu starszego i podrostu młodszego, nasuwa przypuszczenie o rozpoczynającej się fazie starzenia związanej z powstawaniem lokalnie małych luk i przerw w zwarciu.

W drzewostanie Ścieciska Wyżnie ilość podrostu jest duża, przy czym zdecydowanie przeważa świerk. Przemawia to za stwierdzeniem wciąż trwającej fazy odnowienia. Według Korpela [1995] w wysoko położonych świerczynach faza odnowienia może trwać przez cały cykl życiowy drzewostanu, a stadium optymalne trwa stosunkowo krótko i może być słabo wykształcone.

W porównaniu z powierzchniami babiogórskimi [Jaworski, Karczmarski 1995] w badanych drzewostanach stwierdzono większą ilość odnowienia, niezależnie od stadiów rozwojowych. Drzewostany babiogórskie, według wyżej wymienionych autorów, cechowały się w roku 1994 niewystarczającą dla utrzymania trwałości lasu liczbą odnowienia. Ponieważ wartości uzyskane na badanych powierzchniach są kilka razy większe, przypuszczalnie trwałość górnoreglowych świerczyn tatrzańskich nie jest pod tym względem zagrożona. Potwierdzają to wyniki badań z innych powierzchni tatrzańskich uzyskane przez Karczmarskiego [1995]. Wspomniana przewaga jarzębu w odnowieniu drzewostanu Dwoisty Żleb została również stwierdzona na trzech powierzchniach babiogórskich w 1984 roku. Po 10 latach jarząb stracił przewagę nad świerkiem w składzie gatunkowym [Jaworski, Karczmarski 1995]. Można więc przypuszczać, iż również na Dwoistym Żlebie jest to zjawisko przejściowe, a deficyt podrostu świerkowego zostanie uzupełniony z rezerwy w postaci dość licznych nalotów.

Wnioski

- ✦ Zaobserwowane zmiany cech budowy i struktury badanych drzewostanów w latach 1990-2001 wskazują na prawidłowy przebieg procesu wzrostu i brak zaburzeń ze strony czynników szkodotwórczych. Są ponadto zgodne z naturalnym cyklem przemian górnoreglowych borów świerkowych o pierwotnym charakterze.
- ✦ Nasilenie procesu wydzielania się drzew, wyrażone zmianą liczby i miąższości posuszu, związane jest konkurencją o czynniki środowiska. Nie stanowi więc zagrożenia dla stabilności badanych drzewostanów.
- ✦ Omówione w pracy drzewostany (w porównaniu z innymi obiektami w polskich Karpatach ze zbliżonej strefy wysokościowej) cechują się wysoką produktywnością wyrażoną bieżącym przyrostem rocznym miąższości, wynoszącym 5,3-5,6 m³/ha/rok.
- ✦ Kontynuacja badań w drzewostanach Ścieciska Wyżnie i Dwoisty Żleb w następnych dziesięcioleciach, może stać się źródłem cennych informacji o metodach tworzenia stabilnych świerczyn w pasie boru luźnego i o sposobach postępowania w takich drzewostanach poza strefą ścisłej ochrony.

Literatura

- Ceitel J., Szymański S., Zientarski J. 1989. Zmiany cech drzewostanowych w naturalnej świerczynie górnoreglowej w rezerwacie „Pilsko” w okresie 10 lat. w: Stav, vyvoj, produkčne schopnosti a funkčne vyuzivanje lesov v oblasti Babej hory a Pilska. Zbornik referatov VSLD, Zwolen-Poznań-Kraków. 10-27.
- Holeksa J. 1998. Rozpad drzewostanu i odnowienie świerka a struktura i dynamika karpackiego boru górnoreglowego. *Monographiae Botanicae*, T.82, Łódź
- Jaworski A. 1990. Struktura i dynamika rozwoju drzewostanów oraz powstawanie odnowień w lasach górskich o charakterze pierwotnym. *Postępy Techniki w Leśnictwie*, T. 49, SITLiD, Warszawa
- Jaworski A., Karczmarzski J. 1989. Budowa, struktura i dynamika górnoreglowych borów świerkowych w Babiogórskim Parku Narodowym. W: Stav, vyvoj, produkčne schopnosti a funkčne vyuzivanje lesov v oblasti Babej Hory a Pilska., Zbornik referatov Zwoleni, Poznań, Kraków, 122-148
- Jaworski A., Karczmarzski J. 1995. Budowa, struktura, dynamika i możliwości produkcyjne górnoreglowych borów świerkowych w Babiogórskim Parku Narodowym. *Acta Agr. Silv. ser. Silv.* 33: 75-113.
- Jaworski A., Kołodziej A., Skoczeń W. 2000. Budowa i struktura górnoreglowych borów świerkowych na Pilsku. *Sylvan* 144, 7: 35-53
- Karczmarzski J. 1995. Budowa i struktura tatrzańskich górnoreglowych borów świerkowych o charakterze pierwotnym w dolinach Rybiego Potoku, Pańszczycy i Gąsienicowej. *Acta Agr. Silv. ser. Silv.* 33: 167-197.
- Karczmarzski J. 1999. Kształtowanie się zależności pomiędzy budową i strukturą drzewostanów a wielkością przyrostu grubości, wybranymi cechami biomorfologicznymi oraz intensywnością procesu wydzielania się drzew w górnoreglowych borach świerkowych o charakterze pierwotnym w Karpatach Zachodnich. Praca doktorska, KSzHL AR, Kraków
- Karczmarzski J. 2005. Struktura rozkładów pierścic w naturalnych górnoreglowych borach świerkowych Tatr i Beskidów Zachodnich w zależności od stadiów i faz rozwojowych lasu o charakterze pierwotnym. *Sylvan* 3: 12-23
- Korpel S. 1982. Struktura vyvoj a regeneracia prirodnych lesov Slovenska. *Maszynopis, VSLD Zvolen*
- Korpel S. 1995. *Die Urwalder der Westkarpaten*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-Jena-New York.
- Mayer H., Ott E. 1991. *Gebirgswaldbau Schutzwaldpflege*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- Myczkowski S., Feliksik E., Słodyczka S. 1975. Świerk *Picea excelsa* Link., Rodzime drzewa Tatr. II. *Studia Ośr. Dokum. Fizjogr. PAN* 4, 195-220.
- Nyka J. 1956. *Dolina Rybiego Potoku. Sport i turystyka*, Warszawa
- Pach M., Bartkowiec L., Skoczeń W. 2001. Charakterystyka cech biomorfologicznych świerka w górnoreglowym borze Pilska w zależności od budowy i struktury drzewostanu. *Sylvan* 1: 13-22
- Řehak J. 1964. Vyvoj stromu a porostnich utvaru v prirodzenych lesach. *Ochrana Přírody*. 19, 7.
- Szymański S. 1986. *Ekologiczne podstawy hodowli lasu*. PWRiL, Warszawa
- Zygarowicz J. 2003. Budowa, struktura i dynamika naturalnego górnoreglowego boru świerkowego w Dolinie Rybiego Potoku (Tatrzański Park Narodowy) w okresie kontrolnym 1990-2001. KSzHL Kraków

SUMMARY

Structure and dynamics of natural spruce stands in the upper montane zone in the Rybi Potok Valley (the Tatra National Park) in the years 1990-2001

The studies were conducted in the years 1990-2001 at two permanent study sites located in the upper montane zone in Rybi Potok Valley (High Tatra Mountains) in open spruce stands of native origin at different development stages of the natural forest cycle (according to Korpel) (Table 1).

In the years 1990-2001, the number of trees in the analysed stands decreased (8-46 trees/ha) attaining a final figure of 822 and 720 tree/ha, respectively with a 40-60 m³/ha increase in stand volume up to 310-466 m³/ha by the end of the period (Table 2).

The share of spruce in species composition determined on the basis of stand volume in the analysed stands was 98-100%. Over eleven years, at the Ścieciska Wyznie site, the admixture of Siberian cedar was sporadic and the share of mountain ash declined by 1% in favour of spruce. The amount of losses in 1990-2001 was 26-54 trees/ha and their volume – c. 2.1-12.3 m³/ha.

The regeneration was minor – 4 trees/ha, stocking 0.04 trees/ha. The current periodical volume increment amounted to 58-62 m³/ha/11 years, which corresponds to the average annual increment of ca 5.3-5.6 m³/ha/year (Table 2).

In both stands the number and volume of spruces decreased in breast height diameter classes 8-24 cm and increased in trees above 24 cm in diameter (Table 2). Mountain ash self-thinned in all represented diameter classes (8-24 (36) cm) (Table 4).

A growth of the mean and maximal breast height diameters was noted in the two analysed stands with a similar degree of their differentiation (Table 5). In the years 1990-2001, the dbh distribution types maintained for all species jointly were determined by the Pearson method (unimodal (1) and normal distributions). In the case of the curves of spruce dbh at the Ścieciska Wyżnie site the distributions changed from type I in 1990 to normal in 2001 (Table 5, Fig. 1).

The maximal and mean heights of spruce and mountain ash trees increased (Table 6, Fig. 2) while their higher values were noted at the Dwoisty Żleb site. During the check period, the tree height distribution types did not change (Fig. 3.) with a simultaneous decrease in coefficient of variation of tree height (Table 6). However the height structure of spruces differed between the two stands (Fig. 3).

Spruce forest at the Ścieciska Wyżnie site featured more complex storey structure. The share of trees in the upper storey increased from 48% to 61% at the expense of the middle storey and the structure underwent certain simplification. The share of the upper storey in the Dwoisty Żleb site increased from 61% to 69% (Table 7).

The number of standing dead trees increased (from 40 to 54 and from 132 to 164 trees/ha) (Table 8). The dbh distribution structure in the two stands assumed, according to Pearson, type I (J) (Fig. 4) and was in compliance with the Liocourt-Meyer theoretical exponential curve. As regards volume of standing dead trees, spruce was the dominant species at both sites and its share increased in the years 1990-2001 from about 62% to 72% at the Ścieciska Wyżnie site and about 88% to 92% at the Dwoisty Żleb site (Table 9). The volume of fallen dead trees amounted to 4.4-3.9 m³/ha, representing 1.4-3.2% of the volume of living trees in stands (Table 10).

In the years 1990-2001, the number of regeneration sites in the two stands considerably increased (Table 11).

The parameters of the analysed stands indicate that after 11 years the stands have maintained the same development stages - the up-growing stage at the Ścieciska Wyżnie site and optimum stage at the Dwoisty Żleb site. The two stands featured a favourable dynamics and a relatively high productivity. The intensified self-thinning process manifested by the change in the number and volume of dead trees is, first of all, associated with the competition for environment factors and does not create threat to the stability of stands.