

Andrzej Jaworski<sup>✉</sup>, Dorota Jakubowska<sup>1</sup>

## Dynamika zmian budowy, struktury i składu gatunkowego drzewostanów o charakterze pierwotnym na wybranych powierzchniach w Pienińskim Parku Narodowym

The dynamics of changes in the structure and species composition of primary forest stands in selected areas of Pieniny National Park

**Abstract:** The aim of this study was to investigate changes in species composition, structure, developmental stages and phases that have occurred in four stands of Pieniny National Park within the last 33 years (1974-2007). The standing volume of growing stock was calculated with the use of a height curve determined on the basis of measurements in 2007. Walusiówka stand was in a growth phase in 2007, comprising an opening phase with ongoing recovery phase, and its growing stock volume during the studied period decreased slightly from 687 to 681 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>. Przełęcz Sosnów Stand structure in 1974 was in the initial phase of the optimal stage. Between the years 1974-2007 as a result of the die-back, fires and disruption caused by the wind, the growing stock volume decreased from 691 to 549 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>, this trend appears to represent a degradation process. In this stand the natural developmental cycle of the primary forest was disturbed, as described by Korpel. Instead of reaching the optimal stage, the growth phase and storey building phase were attained. During the entire study period the Ociemne stand remained in a growth phase, the phase of selection construction and renewal, and its growing stock volume increased from 544 to 612 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>. The Facimiech stand was at its optimal stage in 1974 and by 2007 reached the optimum stage in the aging and renewal phases; its a growing stock volume increased from 658 to 730 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> during this time. Between the years 1974-2007 there was a decline in the proportion of fir stand volume in three of the stands: in Walusiówka from 44 to 31%, in Przełęcz Sosnów from 60 to 33%, and in Ociemne from 40 to 26%. In the Famiciech stand the proportion of fir (ab. 99%) did not change significantly though beech increased to (0.4%). The small share of fir and beech in the undergrowth of stands composed of these species suggests that beech share will increase while fir share will decrease. Although various types of disturbance remain the stands are stable, well-balanced and nowhere exhibit widespread decay. In the examined sites, no simplification of the vertical structure has taken place; with the proportion of fir decreasing as it is replaced by beech. In the stands representing good habitat for fir, breeding programmes must be designed that allow it to coexist with beech in lower subalpine forest stands.

Key words: *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, stages and phases of development, fir regression

### 1. Wstęp

Skomplikowane zależności w lasach pierwotnych są zasadniczym problemem badawczym. Podstawę do ich wielostronnej analizy naukowej daje prowadzenie badań długoterminowych na stałych powierzchniach (np. Mayer et al. 1987; Korpel' 1995; Bernadzki et al. 1998).

Tego typu badań jest niewiele, istnieje natomiast bardzo wiele opisów stanu takich lasów (np. Korsuń 1938; Fröhlich 1954; Leibundgut 1959). Ich dynamiką zajęto się dopiero w ostatnim okresie.

Najstarsze badania lasów pierwotnych w Europie prowadzono m.in. w Czechach, w rezerwacie Boubin, gdzie podjęto badania w roku 1851 (Vyskot et al. 1981),

<sup>1</sup> Uniwersytet Rolniczy, Wydział Leśny, Katedra Hodowli Lasu Al. 29-listopada 46, 31-425 Kraków, Poland

✉ e-mail: ajaworski@ar.krakow.pl

a także w Słowenii w rezerwacie Rajhenawski Rog pod koniec XIX wieku (Hufnagel 1893, za Hartman 1987), na Słowacji w rezerwacie Dobročský prales w roku 1947 (Priesol, Randuška 1967) oraz w Rumunii i innych krajach (Fröhlich 1954).

Badania lasów o charakterze pierwotnym w Karpatach Wschodnich prowadzili m.in. Mauve (1931) w Beskidach, Korsuń (1938) na Rusi Zakarpackiej (rezerwy Stuzica i na Czarnohorze) oraz wspomniany wcześniej Fröhlich (1954). Dotyczyły one na ogół produktywności, budowy i struktury drzewostanów.

Wieloletnie badania lasów naturalnych i o charakterze pierwotnym z udziałem jodły i buka prowadzone w 2. połowie XX wieku w środkowej Europie – w tym także w Karpatach – pozwoliły na poznanie ich dynamiki, która najczęściej opisywana jest jako sekwencja kolejno po sobie następujących różnych stadiów i faz

tworzących cykl rozwojowy lasu (np. Leibundgut 1979; Korpel 1967, 1995).

Wspomniane wyżej badania prowadzone są w parkach narodowych i rezerwach. Do najstarszych parków w Karpatach należy utworzony w 1932 r. Pieniński Park Narodowy, który w 1960 r. został uznany przez Międzynarodową Unię Ochrony Przyrody za jeden z najcenniejszych obiektów przyrodniczych Europy. Budził on zainteresowanie przede wszystkim fitosocjologów – ukazały się liczne opracowania z tego zakresu (m.in.: Kulczyński 1928; Bodziarczyk, Pancer-Koteja 2004). Jeżeli chodzi o takie zespoły leśne jak buczyna karpacka *Dentario glandulosae-Fagetum* i ciepłolubne lasy jodłowo-bukowe *Carici albae-Fagetum* (Bodziarczyk, Pancer-Koteja 2004), Pieniny wykazują wybitną odrębność w porównaniu z Tatrami i Beskidami.

**Tabela 1. Lokalizacja powierzchni badawczych oraz ich charakterystyka siedliskowo-drzewostanowa**

Table 1. Location of executed plots and their site-stand and silviculture characteristics

Powierzchnia Plot	Walusiówka	Przełęcz Sosnow	Ociemne (Gródek)	Facimiech
<b>Współrzędne geogr.</b> Geographic coordinates	49°25'24'' 20°25'38.6'	49°25'11.8'' 20°26'15.1''	49°25'46.6'' 20°25'40''	49°24'13.7'' 20°25'46.9''
<b>Oddział</b> Compartment	12h	10b	7c	25j
<b>Powierzchnia [ha]</b> Area [ha]	0,40	1/3	0,25	0,25
<b>Wystawa</b> Exposure	SW	SW	S	SSW
<b>Spadek [°]</b> Slope [°]	30	37	30	30
<b>Wysokość n.p.m. [m]</b> Altitude, m	650	650	570	650
<b>Gleba</b> Soil	Rendzic – Humic Leptosols	Calcaric – Humic Leptosols	Rendzic – Leptosols	Calcaric – Humic Leptosols
<b>Zespoły leśne</b> Forest Associations	<i>Carici-Fagetum abietetosum</i>	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i> / <i>Carici-Fagetum</i>	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i> / <i>Carici-Fagetum</i>	<i>Carici-Fagetum abietetosum</i>
<b>Stadium i faza rozwojowa według Korpela (1989)</b> Stage and development phase according to Korpel (1989)				
1974 rok / year	<b>stadium dorastania, faza budowy przerebowej na przejściu do stadium optymalnego</b> growing up stage, selection forest phase towards the optimum stage	<b>stadium optymalne</b> optimum stage	<b>stadium dorastania, faza budowy przerebowej z trwającą ciągle fazą odnowienia</b> growing up stage, selection forest phase and still ongoing regeneration phase	<b>stadium optymalne</b> optimum stage
2007 rok / year	<b>stadium dorastania, faza budowy wielopiętrowej z fragmentem o budowie jednopiętrowej</b> growing up stage, multi-storey phase with one-storey fragment	<b>stadium dorastania o niezbyt złożonej budowie piętrowej</b> growing up stage, multi-storied stand, not very complex structure	<b>stadium dorastania, faza budowy przerebowej z trwającą ciągle fazą odnowienia</b> growing up stage, selection forest phase and still ongoing regeneration phase	<b>stadium optymalne, faza starzenia i odnowienia</b> optimum stage, advanced ageing and regeneration phase

Najstarsze dane dotyczące pienińskich drzewostanów pochodzą z inwentaryzacji leśnej wykonanej w 1936 r. Pozwoliły one na odtworzenie składu gatunkowego, budowy i zasobności wybranych drzewostanów Pienin (Dziewolski 1972). Nie uwzględniały jednak charakterystyki tych drzewostanów w zakresie stadiów i faz rozwojowych. W tym celu na terenie Pienińskiego Parku Narodowego we fragmentach lasu naturalnego założono w 1974 r. cztery stałe powierzchnie doświadczalne (tab. 1). W latach 1987, 1997 i 2007 przeprowadzono pomiary kontrolne.

Celem badań było przedstawienie zmian, jakie zaszły w drzewostanach pod względem: składu gatunkowego, zasobności, struktury pierśnic, budowy pionowej oraz stadiów i faz rozwojowych w okresie 1974–2007, odnowienia w latach 1972–2007 oraz nekromasy w latach 1987–2007.

Obserwacje i pomiary wykonywane w ciągu 33 lat skłoniły do postawienia następujących hipotez badawczych:

- w Pieninach następują zmiany udziału jodły i buka;
- zmniejszenie udziału jodły prowadzi do uproszczenia budowy pionowej drzewostanów;
- pomimo zaburzeń małopowierzchniowych lasy te są stabilne.

## 2. Materiał i metody

### Charakterystyka terenu i powierzchni badawczych

Pasma Pienin z uwagi na małą wysokość n.p.m. (Trzy Korony, 982 m n.p.m.) odznacza się cechami charakterystycznymi dla gór niskich, w których ukształtowały się korzystne warunki siedliskowe dla jodły i buka. Na terenie Pienińskiego Parku Narodowego występują skały węglanowe, reprezentowane przez wapienie i margle, skały klastyczne o dużej zawartości węglanów, a także piaskowce i łupki o nieznacznej domieszce lepszczu węglanowego (Niemyska-Łukaszuk et al. 2004)

Pod względem warunków klimatycznych Pieniny różnią się wyraźnie od sąsiednich pasm górskich. Charakteryzują się stosunkowo łagodnym klimatem. Średnia roczna temperatura powietrza kształtuje się w granicach od 6,3°C (dolina Dunajca) do 4°C (Wysokie Skałki). Najwyższa miesięczna średnia temperatura jest w lipcu (17,0°C) i sierpniu (16,2°C). Najchłodniejszymi miesiącami są styczeń (–6,7°C) i luty (–5,2°C). Roczna suma opadów wynosi jedynie około 690–850 mm (Perzawska 2004).

Na podkreślenie zasługuje charakterystyka fitosocjologiczna badanych drzewostanów. Dwie powierzchnie: Walusiówka i Facimiech, reprezentują rzadko spotykany w Karpatach zespół ciepłolubnej buczyny

*Carici-Fagetum abietetosum*. Drzewostany rosnące na powierzchni Przełęcz Sosnów i Ociemne mają charakter przejściowy między buczyną karpacką (*Dentario glandulosae-Fagetum*) a buczyną ciepłolubną (*Carici-Fagetum*) (tab.1).

### Metodyka badań

Na każdej powierzchni doświadczalnej (od 1987 r. z trwałą numeracją drzew i stałym miejscem pomiaru pierśnic) zmierzono pierśnice ( $d_{1,3} \geq 6$  cm) wszystkich drzew żywych. W 1974 r. pomierzono wysokość ponad 20% drzew na każdej powierzchni, natomiast w 1987 i 1997 r. wszystkich drzew na powierzchni Walusiówka, i od 40 do 90% drzew w drzewostanach Przełęcz Sosnów, Ociemne i Facimiech, ze względu na duży spadek terenu (tab. 1); pomiary te wykonano wysokościomierzem Blume-Leissa. W 2007 r. za pomocą wysokościomierza Vertex III pomierzono wszystkie drzewa żywe, z wyjątkiem silnie pochylonych lub takich, których pomiar tym przyrządem ze względu na ich kształt był niemożliwy. Ponadto zmierzono (pierwszy pomiar w 1987 r.) wszystkie drzewa obumarłe stojące, czyli tzw. posusz (pierśnica i wysokość), oraz leżące (długość i grubość w połowie drzewa).

Liczebność nalotu (siewki jednoroczne, nalot do 50 cm wysokości) określono na pasach o szerokości 2 m, a podrost (> 50 cm wysokości, do pierśnicy 5,9 cm) na pasach o szerokości 10 m. Pasy te, o długości 30–66 m, przebiegały przez środek powierzchni, prostopadle do warstw i równoległe do jednego z boków. Liczebność odnowienia określano w 1972 r., a następnie w latach 1987, 1997 i 2007.

Przeprowadzone pomiary drzew ( $d_{1,3} \geq 8$  cm) pozwoliły na obliczenie następujących parametrów: typu rozkładu pierśnic Pearsona (Zieliński 1972), zasobności – przy użyciu programu komputerowego „Zasoby” opracowanego przez J. Ptaka z wykorzystaniem tablic Czuraja (1991) – miąższości nekromasy oraz liczebności nalotu i podrostu w wyróżnionych klasach. Drzewka o pierśnicy 6,0–7,9 cm wliczono do podrostu wyrośniętego. Do obliczenia miąższości drzewostanów w 1974 r. wykorzystano krzywą wyrównaną sporządzoną na podstawie pomiarów z 2007 r. Pomierzoną wysokość drzew wyrównano funkcją Michajłowa (Korf et al. 1972). Rozkład pierśnic ogólnej liczby drzew w 1974 i 2007 r. porównano testem Kołmogorowa-Smirnowa, korzystając z programu STATISTICA 9.0.

Szczegółową metodykę przedstawiono we wcześniej opublikowanych pracach dotyczących karpackich lasów o charakterze pierwotnym (Jaworski, Skrzyszewski 1995; Jaworski et al. 2002). Na podstawie cech budowy drzewostanu i kryteriów przyjętych przez Leibundguta (1959), a następnie Korpela (1967, 1995) określono stadia i fazy rozwojowe lasu pierwotnego.

### 3. Wyniki badań

Skład gatunkowy określono na podstawie liczby drzew, zasobności i pola powierzchni przekroju pierśnicowego.

#### Liczba drzew

W ciągu całego okresu badań (1974–2007) na wszystkich powierzchniach liczba drzew zmniejszyła się – w największym stopniu na powierzchniach Walusiówka (z 630 do 343 szt. $\cdot$ ha<sup>-1</sup>, tj. o 45,6%; przyjmując 1974 r. za 100%) i Ociemne (z 700 do 384, tj. o 45,1%), najmniejszym zaś na powierzchniach Przełęcz Sosnów (z 534 do 372 szt. $\cdot$ ha<sup>-1</sup>, tj. o 30%) i Facimiech (z 568 na 468 szt. ha<sup>-1</sup>, tj. o 17,6%). Zmiany te dotyczą zarówno jodły, jak i buka z wyjątkiem powierzchni Facimiech, na której wzrosła liczba buków (tab. 2).

W drzewostanach Walusiówka, Przełęcz Sosnów i Ociemne udział buka w 2007 r. w porównaniu z 1974 r. zwiększył się, jodły zaś uległ zmniejszeniu. Na powierzchni Facimiech w 1974 r. buk występował sporadycznie, natomiast w 2007 r. pojedynczo (tab. 3).

#### Zasobność

Zasobność badanych drzewostanów zmieniała się w sposób zróżnicowany. W latach 1974–2007 bardzo duże zmniejszenie zasobności nastąpiło na powierzchni Przełęcz Sosnów (z 691 do 549 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>), a nieznaczne, nieco ponad 6 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>, w drzewostanie Walusiówka. Wyraźny wzrost zasobności zanotowano w drzewostanach Ociemne i Facimiech, odpowiednio o prawie 68 i 72 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (tab. 2).

Skład gatunkowy drzewostanu określony na podstawie udziału miąższościowego uległ bardzo wyraźnym zmianom. Na trzech powierzchniach: Walusiówka, Przełęcz Sosnów i Ociemne wzrósł udział buka, a jodły zmalał (tab. 3). W drzewostanie Facimiech udział jodły nie uległ zmianie, zaznaczył jednak swą obecność buk (0,4% w 2007 r.) (tab. 2, 3).

#### Pole powierzchni przekroju pierśnicowego

W okresie badań pole powierzchni przekroju pierśnicowego zmalało w dwóch drzewostanach – Walusiówka (z 46 do 42,4 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>) i Przełęcz Sosnów (z 47,2 do 35,8 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>). Mały wzrost tego parametru zanotowano w drzewostanie Ociemne: z 38,4 do 39,3 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>, natomiast wyraźny na powierzchni Facimiech: z 46 do 49,4 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup> (tab. 2).

Skład gatunkowy obliczony na podstawie pola powierzchni przekroju pierśnicowego wykazał wyraźny spadek udziału jodły, a wzrost udziału buka w trzech

drzewostanach: Walusiówka, Przełęcz Sosnów i Ociemne. W drzewostanie jodłowym na Facimiechu udział jodły utrzymał się, a ponadto zanotowano obecność buka (tab. 2, 3).

#### Charakterystyka rozkładu pierśnic

W ciągu całego okresu badań typ rozkładu pierśnic Pearsona wszystkich gatunków drzew razem nie uległ zmianom, z wyjątkiem powierzchni Przełęcz Sosnów (tab. 4). Na każdej z powierzchni zwiększył się rozstęp pierśnic buka (z wyjątkiem powierzchni Facimiech, gdzie w 1974 r. tylko buk przekroczył próg pomiaru pierśnic), natomiast rozstęp pierśnic jodły zmalał (z wyjątkiem powierzchni Ociemne). Zróżnicowanie pierśnic jodły, wyrażone współczynnikiem zmienności, wzrosło na trzech powierzchniach: Walusiówka, Przełęcz Sosnów i Ociemne, a zróżnicowanie buka na jednej, na Przełęcz Sosnów. Na każdej z powierzchni zmienność jodły była większa niż buka. W drzewostanie Facimiech zaznaczył się systematyczny wzrost udziału buka w najcieńszych stopniach grubości. Na powierzchniach Walusiówka i Ociemne struktura pierśnic okazała się podobna – z wiekiem ubywało tu drzew w najcieńszych stopniach grubości, przy czym znaczny był ubytek jodły; na powierzchni Przełęcz Sosnów stwierdzono wzrost liczby jodeł w najcieńszym stopniu grubości (ryc. 1).

Test Kołmogorowa-Smirnowa wykazał, że na badanych powierzchniach rozkłady pierśnic ogólnej liczby drzew różniły się istotnie ( $\alpha = 0,05$ ).

#### Budowa pionowa

**Walusiówka.** Zwiększył się udział drzew warstwy górnej (z 34,1 do 40,8%) i dolnej (z 19,9 do 28%), a zmalał udział drzew warstwy środkowej (z 46 do 31,2%) (tab. 5). W warstwie górnej w 1974 r. jodła przeważała nieznacznie nad bukiem, ale w ciągu 33 lat udział buka zwiększył się z 46,5 do 53,6%, natomiast udział jodły w tej warstwie zmniejszył się z 50 do 39,3%. W warstwach środkowej i dolnej zarówno w 1974, jak i 2007 r. największy udział miała jodła – odpowiednio 65,5 i 48,6% oraz 88,0 i 76,1% (tab. 6).

Z analizy rozmieszczenia buka w warstwach drzewostanu wynika, że najwięcej drzew tego gatunku występowało w warstwie górnej (57,8% w 1974 r. i 56,4 w 2007 r.), a najmniej w dolnej. Zróżnicowanie udziału jodły w warstwach drzewostanu było następujące: w 1974 r. najliczniej występowała ona w warstwie środkowej (46,6%), a znacznie mniej było jej w dolnej (27%) i górnej (26,4%); w 2007 r. najwięcej jodeł odnotowano w warstwie dolnej (40,6%), przy czym w obu pozostałych warstwach udział jodeł był zbliżony (30,5 i 28,9%) (tab. 5).

**Tabela 2. Liczba drzew, zasobność i pole powierzchni przekroju pierśnicowego na powierzchniach badawczych w latach 1974–2007**

Table 2. Number of trees, growing stock and breast height basal area on the sample plots in 1974–2007

Powierzchnia Plot	Rok Year	Gatunek Species			razem total	
		<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Abies alba</i>	inne other		
Walusiówka	<b>Liczba drzew [N · ha<sup>-1</sup>]</b> Tree number [N · ha <sup>-1</sup> ]					
	1974	173	408	49	630	
	2007	133	180	30	343	
	<b>Zasobność (V) [m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>]</b> Growing stock (V) [m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]					
	1974	364,30	299,35	23,35	687,00	
	2007	447,74	213,46	19,56	680,76	
	<b>Pole powierzchni przekroju pierśnicowego (G) [m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>]</b> Breast height basal area (G) [m <sup>2</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]					
	1974	22,13	22,17	1,76	46,06	
	2007	26,01	15,00	1,40	42,41	
	Przełęcz Sosnów	<b>Liczba drzew [N · ha<sup>-1</sup>]</b> Tree number [N · ha <sup>-1</sup> ]				
		1974	309	219	6	534
		2007	249	123	–	372
<b>Zasobność (V) [m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>]</b> Growing stock (V) [m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]						
1974		273,39	415,06	2,10	690,55	
2007		366,59	182,47	–	549,06	
<b>Pole powierzchni przekroju pierśnicowego (G) [m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>]</b> Breast height basal area (G) [m <sup>2</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]						
1974		20,32	26,63	0,20	47,15	
2007		23,91	11,91	–	35,82	
Ociemne (Gródek)		<b>Liczba drzew [N · ha<sup>-1</sup>]</b> Tree number [N · ha <sup>-1</sup> ]				
		1974	212	472	16	700
		2007	188	184	12	384
	<b>Zasobność (V) [m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>]</b> Growing stock (V) [m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]					
	1974	323,48	217,16	3,32	543,96	
	2007	447,74	160,44	3,58	611,76	
	<b>Pole powierzchni przekroju pierśnicowego (G) [m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>]</b> Breast height basal area (G) [m <sup>2</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]					
	1974	21,58	16,47	0,34	38,39	
	2007	28,28	10,67	0,32	39,27	
	Facimiech	<b>Liczba drzew [N · ha<sup>-1</sup>]</b> Tree number [N · ha <sup>-1</sup> ]				
		1974	4	556	8	568
		2007	52	400	16	468
<b>Zasobność (V) [m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>]</b> Growing stock (V) [m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]						
1974		0,16	650,84	7,20	658,20	
2007		3,24	724,18	2,84	730,26	
<b>Pole powierzchni przekroju pierśnicowego (G) [m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>]</b> Breast height basal area (G) [m <sup>2</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]						
1974		0,03	45,36	0,58	45,97	
2007		0,58	48,57	0,25	49,40	



**Tabela 3. Skład gatunkowy [%] drzewostanów na powierzchniach badawczych w latach 1974–2007**

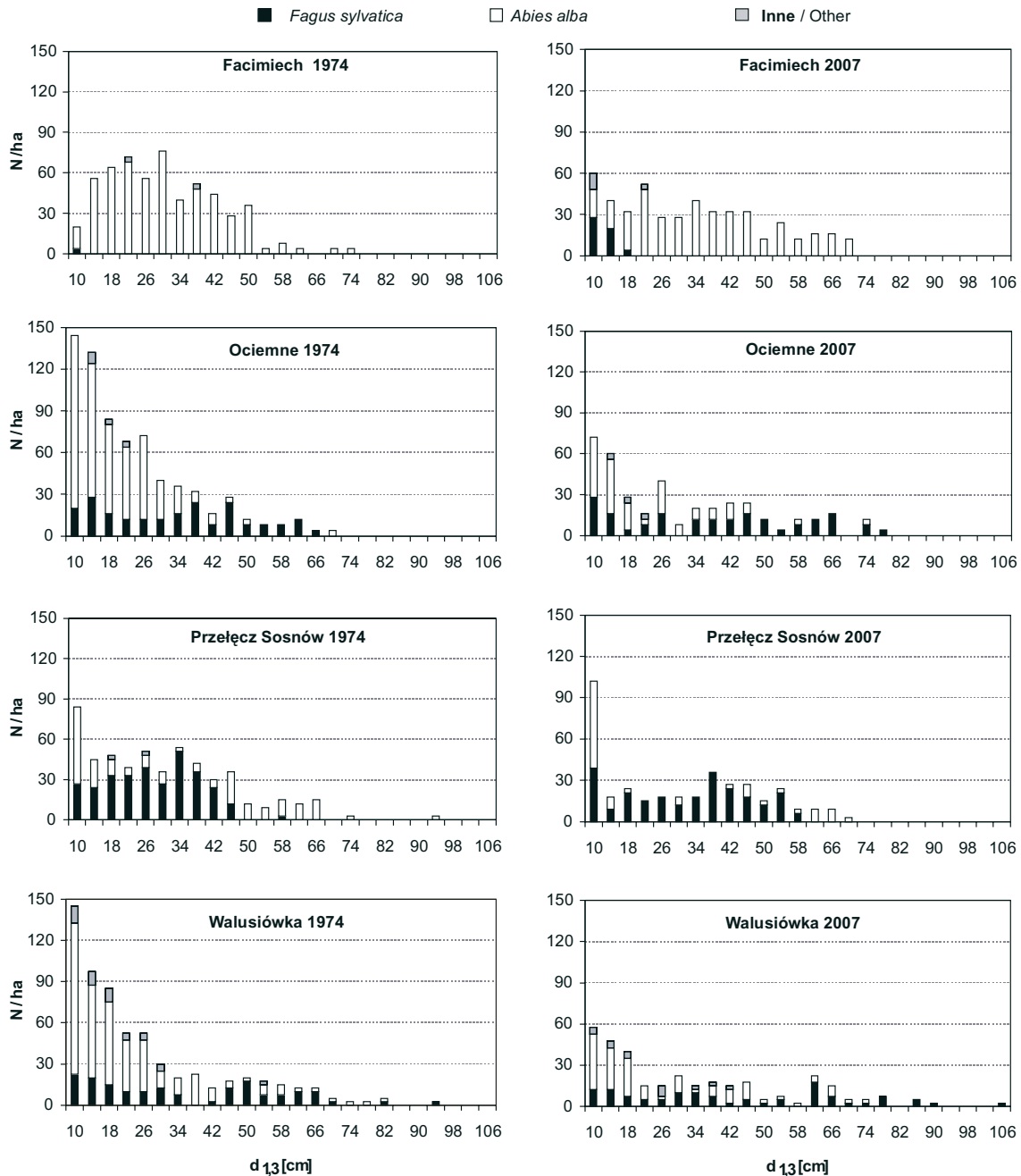
Table 3. Species composition [%] of studied stands in 1974–2007

Powierzchnia Plot	Rok Year	Gatunek Species			razem total	
		<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Abies alba</i>	inne other		
Walusiówka			<b>Liczba drzew (N)</b> Tree number (N)			
	1974	27,5	64,8	7,7	100,0	
	2007	38,8	52,5	8,7	100,0	
			<b>Zasobność (V)</b> Growing stock (V)			
	1974	53,0	43,6	3,4	100,0	
	2007	65,8	31,3	2,9	100,0	
			<b>Pole powierzchni przekroju pierśnicowego (G)</b> Breast height basal area ( G)			
	1974	48,1	48,1	3,8	100,0	
	2007	61,3	35,4	3,3	100,0	
	Przełęcz Sosnów			<b>Liczba drzew (N)</b> Tree number (N)		
		1974	57,9	41,0	1,1	100,0
		2007	66,9	33,1	–	100,0
			<b>Zasobność (V)</b> Growing stock (V)			
1974		39,6	60,1	0,3	100,0	
2007		66,8	33,2	–	100,0	
			<b>Pole powierzchni przekroju pierśnicowego (G)</b> Breast height basal area ( G)			
1974		43,1	56,5	0,4	100,0	
2007		66,8	33,2	–	100,0	
Ociemne (Gródek)				<b>Liczba drzew (N)</b> Tree number (N)		
		1974	30,3	67,4	2,3	100,0
		2007	49,0	47,9	3,1	100,0
			<b>Zasobność (V)</b> Growing stock (V)			
	1974	59,5	39,9	0,6	100,0	
	2007	73,2	26,2	0,6	100,0	
			<b>Pole powierzchni przekroju pierśnicowego (G)</b> Breast height basal area ( G)			
	1974	56,2	42,9	0,9	100,0	
	2007	72,0	27,2	0,8	100,0	
	Facimiech			<b>Liczba drzew (N)</b> Tree number (N)		
		1974	0,7	97,9	1,4	100,0
		2007	11,1	85,5	3,4	100,0
			<b>Zasobność (V)</b> Growing stock (V)			
1974		0,0	98,9	1,1	100,0	
2007		0,4	99,2	0,4	100,0	
			<b>Pole powierzchni przekroju pierśnicowego (G)</b> Breast height basal area ( G)			
1974		0,1	98,7	1,2	100,0	
2007		1,2	98,3	0,5	100,0	

**Tabela 4. Charakterystyka rozkładu pierśnic drzew na powierzchniach badawczych w latach 1974 i 2007**

Table 4. Characteristic of DBH distribution on the sample plots in 1974 and 2007

Gatunek Species	Rok Year	Liczba drzew [szt.ha <sup>-1</sup> ] Tree number, per ha	Pierśnica d <sub>1,3</sub> [cm] DBH [cm]			Odchylenie stand. [cm] Standard deviation [cm]	Współczynniki Coefficients of:			Typ rozkładu Pearsona Type of Pearson distribution
			min.	max.	średnia mean		zmien- ności variation	skośności skewness	ekscesu excess	
<b>Walusiówka</b>										
<i>Fagus sylvatica</i>	1974	69	8,0	92,0	34,6	20,929	0,605	0,471	-0,755	I
<i>Abies alba</i>		163	8,0	80,0	21,4	15,251	0,711	1,690	2,688	I(J)
<i>Acer pseudoplatanus</i>		15	10,0	30,0	18,1	6,712	0,370	0,376	-1,070	I(J)
<i>Pinus sylvestris</i>		1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Tilia cordata</i>		4	8,0	18,0	–	–	–	–	–	–
<b>Razem / Total</b>		252	8,0	92,0	24,8	17,664	0,712	1,302	1,046	I(J)
<i>Fagus sylvatica</i>	2007	51	8,0	104,0	44,4	24,844	0,559	0,324	-0,873	I
<i>Abies alba</i>		67	8,0	72,5	26,6	19,030	0,715	0,956	-0,380	I(J)
<i>Acer pseudoplatanus</i>		8	15,0	40,0	–	–	–	–	–	–
<i>Tilia cordata</i>		1	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Razem / Total</b>		127	8,0	104,0	33,7	22,774	0,676	0,816	-0,279	I(J)
<b>Przełęcz Sosnów</b>										
<i>Fagus sylvatica</i>	1974	103	8,0	58,0	26,9	10,688	0,397	0,060	-0,625	I
<i>Abies alba</i>		73	8,0	94,0	32,8	21,740	0,663	0,419	-0,914	I(J)
<i>Acer pseudoplatanus</i>		1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Ulmus glabra</i>		1	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Razem / Total</b>		178	8,0	94,0	29,2	16,380	0,560	0,779	0,484	I
<i>Fagus sylvatica</i>	2007	82	8,5	57,0	32,0	14,497	0,453	-0,105	-1,171	I(J)
<i>Abies alba</i>		39	8,0	68,5	26,5	22,744	0,859	0,779	-1,179	I(U)
<b>Razem / Total</b>		121	8,0	68,5	30,2	17,775	0,588	0,285	-1,170	I(J)
<b>Ociemne (Gródek)</b>										
<i>Fagus sylvatica</i>	1974	53	8,0	66,0	32,0	16,421	0,513	0,195	-1,059	I
<i>Abies alba</i>		118	8,0	68,0	18,5	10,023	0,541	1,599	4,152	VI
<i>Acer pseudoplatanus</i>		2	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Picea bies</i>		2	18,0	22,0	–	–	–	–	–	–
<b>Razem / Total</b>		174	8,0	68,0	22,6	13,736	0,607	1,174	0,848	I(J)
<i>Fagus sylvatica</i>	2007	42	8,0	79,0	41,3	20,145	0,488	-0,062	-1,063	I
<i>Abies alba</i>		41	8,5	73,0	23,8	14,928	0,627	1,190	1,116	I(J)
<i>Picea bies</i>		1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Acer pseudoplatanus</i>		1	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Razem / Total</b>		85	8,0	73,0	32,4	19,562	0,604	0,577	-0,742	I(J)
<b>Facimiech</b>										
<i>Fagus sylvatica</i>	1974	1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Abies alba</i>		139	8,0	72,0	29,5	12,923	0,438	0,684	0,168	I
<i>Picea abies</i>		2	20,0	38,0	–	–	–	–	–	–
<b>Razem / Total</b>		142	8,0	72,0	29,5	12,923	0,438	0,684	0,168	I
<i>Fagus sylvatica</i>	2007	13	8,0	16,0	–	–	–	–	–	–
<i>Abies alba</i>		89	8,0	71,0	36,9	16,188	0,438	0,230	-0,819	I
<i>Picea abies</i>		1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Ulmus glabra</i>		1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Acer pseudoplatanus</i>		1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Carpinus betulus</i>		1	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Razem / Total</b>		106	8,0	71,0	32,9	17,025	0,517	0,464	-0,765	I



Rycina 1. Rozkład pierśnic badanych drzewostanów w latach 1974 i 2007

Figure 1. Distribution of breast height diameter in studied stands in 1974 and 2007

**Przełęcz Sosnów.** W ciągu 33 lat zmniejszył się nieznacznie udział drzew warstwy górnej (z 44,4% w 1974 r. do 43,5% w 2007 r.) i środkowej (z 38,8% do 23,4%), zwiększył się zaś udział drzew warstwy dolnej (z 16,8 do 33,1%) (tab. 5). W 1974 i 2007 r. w warstwie górnej największy udział miał buk (53,2 i 74,1%). W warstwie środkowej na początku i końcu okresu badań również panował buk (odpowiednio 75,4 i 93,1%),

natomiast w warstwie dolnej w analizowanym okresie dominowała jodła (70% w 1974 r. i 61% w 2007 r.) (tab. 6). Z analizy rozmieszczenia buka w wyróżnionych warstwach drzewostanu wynika, że w 1974 r. najliczniej występował on w warstwie środkowej (50,5%), a w 2007 r. w warstwie górnej (48,2%). W 1974 r. jodła najliczniej występowała w warstwie górnej (50,7%), a w 2007 r. w warstwie dolnej (61%) (tab. 5).



**Tabela 5. Liczba i udział drzew w warstwach drzewostanu (wg klasyfikacji IUFRO) w latach 1974 i 2007 na badanych powierzchniach**

Table 5. Number and share of trees in stand layers (according to IUFRO classification) in 1974 and 2007 on the sample plots

Rok	Warstwa	Jednostki	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Abies alba</i>	Inne	Razem	Rok	Warstwa	Jednostki	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Abies alba</i>	Inne	Razem
Year	Layer	Unit			Other	Total	Year	Layer	Unit			Other	Total
Walusiówka							Ociemne (Gródek)						
1974	100	szt.·ha <sup>-1</sup>	100	108	7	215	1974	100	szt.·ha <sup>-1</sup>	72	100	–	172
		%	57,8	26,4	14,3	34,1			%	34,0	21,2	–	24,6
	200	szt.·ha <sup>-1</sup>	60	190	40	290	200	szt.·ha <sup>-1</sup>	124	248	16	388	
		%	34,7	46,6	81,6	46,0		%	58,5	52,5	100,0	55,4	
	300	szt.·ha <sup>-1</sup>	13	110	2	125	300	szt.·ha <sup>-1</sup>	16	124	–	140	
		%	7,5	27,0	4,1	19,9		%	7,5	26,3	–	20,0	
<b>Razem</b>		szt.·ha <sup>-1</sup>	173	408	49	630	<b>Razem</b>		szt.·ha <sup>-1</sup>	212	472	16	700
Total		%	100,0	100,0	100,0	100,0	Total		%	100,0	100,0	100,0	100
2007	100	szt.·ha <sup>-1</sup>	75	55	10	140	2007	100	szt.·ha <sup>-1</sup>	76	48	–	124
		%	56,4	30,5	33,3	40,8			%	40,4	26,1	–	32,3
	200	szt.·ha <sup>-1</sup>	45	52	10	107	200	szt.·ha <sup>-1</sup>	72	56	12	140	
		%	33,8	28,9	33,3	31,2		%	38,3	30,4	100,0	36,5	
	300	szt.·ha <sup>-1</sup>	13	73	10	96	300	szt.·ha <sup>-1</sup>	40	80	–	120	
		%	9,8	40,6	33,3	28,0		%	21,3	43,5	–	31,2	
<b>Razem</b>		szt.·ha <sup>-1</sup>	133	180	30	343	<b>Razem</b>		szt.·ha <sup>-1</sup>	188	184	12	384
Total		%	100,0	100,0	100,0	100,0	Total		%	100,0	100,0	100,0	100,0
Przełęcz Sosnow							Facimiech						
1974	100	szt.·ha <sup>-1</sup>	126	111	0	237	1974	100	szt.·ha <sup>-1</sup>	–	336	4	340
		%	40,8	50,7	0,0	44,4			%	–	60,4	50,0	59,9
	200	szt.·ha <sup>-1</sup>	156	45	6	207	200	szt.·ha <sup>-1</sup>	–	184	4	188	
		%	50,5	20,5	100,0	38,8		%	–	33,1	50,0	33,1	
	300	szt.·ha <sup>-1</sup>	27	63	0	90	300	szt.·ha <sup>-1</sup>	4	36	–	40	
		%	8,7	28,8	0,0	16,8		%	100,0	6,5	–	7,0	
<b>Razem</b>		szt.·ha <sup>-1</sup>	309	219	6	534	<b>Razem</b>		szt.·ha <sup>-1</sup>	4	556	8	568
Total		%	100,0	100,0	100,0	100,0	Total		%	100,0	100,0	100,0	100,0
2007	100	szt.·ha <sup>-1</sup>	120	42	–	162	2007	100	szt.·ha <sup>-1</sup>	–	228	4	232
		%	48,2	34,1	–	43,5			%	–	57,0	25,0	49,6
	200	szt.·ha <sup>-1</sup>	81	6	–	87	200	szt.·ha <sup>-1</sup>	20	140	–	160	
		%	32,5	4,9	–	23,4		%	38,5	35,0	–	34,2	
	300	szt.·ha <sup>-1</sup>	48	75	–	123	300	szt.·ha <sup>-1</sup>	32	32	12	76	
		%	19,3	61,0	–	33,1		%	61,5	8,0	75,0	16,2	
<b>Razem</b>		szt.·ha <sup>-1</sup>	249	123	–	372	<b>Razem</b>		szt.·ha <sup>-1</sup>	52	400	16	468
Total		%	100,0	100,0	–	100,0	Total		%	100,0	100,0	100,0	100,0

**Ociemne (Gródek).** W latach 1974–2007 zwiększył się udział drzew warstwy górnej (z 24,6 do 32,3%) i dolnej (z 20 do 31,2%), a zmniejszył się udział drzew warstwy środkowej (z 55,4 do 36,5%) (tab. 5). W warstwach górnej i środkowej w 1974 r. panowała jodła (odpowiednio 58,1 i 63,9%), a w 2007 r. buk (61,3 i 51,4%), natomiast w warstwie dolnej i w 1974 r. i w 2007 r. dominowała jodła (odpowiednio 88,6 i 66,7%) (tab. 6).

Z analizy rozmieszczenia buka w trzech warstwach drzewostanu wynika, że w 1974 r. najliczniej był on reprezentowany w warstwie środkowej (58,5%), a w 2007 r. w warstwie górnej (40,4%). Wśród jodeł w

1974 r. największy był udział drzew należących do warstwy środkowej (52,5%), a w 2007 r. – do warstwy dolnej (43,5%) (tab. 5).

**Facimiech.** W ciągu 33 lat nastąpiły wyraźne zmiany udziału liczby drzew w warstwach, zwłaszcza w górnej (zmniejszenie udziału z 59,9 do 49,6%) i dolnej (zwiększenie z 7,0 do 16,2%). Udział liczby drzew w warstwie środkowej zwiększył się nieznacznie (z 33,1 do 34,2%) (tab. 5). W 1974 r. jodła dominowała we wszystkich trzech warstwach; udział jej przekraczał 90%. W 2007 r. dominacja tego gatunku utrzymała się w warstwach górnej i środkowej. W warstwie dolnej udział jej zrównał się z udziałem buka (po 42,1%) (tab. 6).

**Tabela 6. Liczba drzew oraz skład gatunkowy warstw drzewostanu na badanych powierzchniach w latach 1974 i 2007**  
 Table 6. Number of trees and species composition of stand layers on the sample plots (according to IUFRO classification) in 1974 and 2007

Gatunek Species	Rok Year	Warstwa drzewostanu (według klasyfikacji IUFRO) Stand layer (acc. to IUFRO classification)							
		100		200		300		razem / total	
		szt.·ha <sup>-1</sup>	%	szt.·ha <sup>-1</sup>	%	szt.·ha <sup>-1</sup>	%	szt.·ha <sup>-1</sup>	%
Walusiówka									
<i>Fagus sylvatica</i>	1974	100	46,5	60	20,7	13	10,4	173	27,4
<i>Abies alba</i>		108	50,2	190	65,5	110	88,0	408	64,8
<b>Inne / Other</b>		7	3,3	40	13,8	2	1,6	49	7,8
<b>Razem / Total</b>		215	100,0	290	100,0	125	100,0	630	100,0
<i>Fagus sylvatica</i>	2007	75	53,6	45	42,1	13	13,5	133	38,8
<i>Abies alba</i>		55	39,3	52	48,6	73	76,1	180	52,5
<b>Inne / Other</b>		10	7,1	10	9,3	10	10,4	30	8,7
<b>Razem / Total</b>		140	100,0	107	100,0	96	100,0	343	100,0
Przełęcz Sosnów									
<i>Fagus sylvatica</i>	1974	126	53,2	156	75,4	27	30,0	309	57,9
<i>Abies alba</i>		111	46,8	45	21,7	63	70,0	219	41,0
<b>Inne / Other</b>		0	0,0	6	2,9	0	0,0	6	1,1
<b>Razem / Total</b>		237	100,0	207	100,0	90	100,0	534	100,0
<i>Fagus sylvatica</i>	2007	120	74,1	81	93,1	48	39,0	249	66,9
<i>Abies alba</i>		42	25,9	6	6,9	75	61,0	123	33,1
<b>Inne / Other</b>		0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<b>Razem / Total</b>		162	100,0	87	100,0	123	100,0	372	100,0
Ociemne (Gródek)									
<i>Fagus sylvatica</i>	1974	72	41,9	124	32,0	16	11,4	212	30,3
<i>Abies alba</i>		100	58,1	248	63,9	124	88,6	472	67,4
<b>Inne / Other</b>		0	0,0	16	4,1	0	0,0	16	2,3
<b>Razem / Total</b>		172	100,0	388	100,0	140	100,0	700	100,0
<i>Fagus sylvatica</i>	2007	76	61,3	72	51,4	40	33,3	188	49,0
<i>Abies alba</i>		48	38,7	56	40,0	80	66,7	184	47,9
<b>Inne / Other</b>		0	0,0	12	8,6	0	0,0	12	3,1
<b>Razem / Total</b>		124	100,0	140	100,0	120	100,0	384	100,0
Facimiech									
<i>Fagus sylvatica</i>	1974	0	0,0	0	0,0	4	10,0	4	0,7
<i>Abies alba</i>		336	98,8	184	97,9	36	90,0	556	97,9
<b>Inne / Other</b>		4	1,2	4	2,1	0	0,0	8	1,4
<b>Razem / Total</b>		340	100,0	188	100,0	40	100,0	568	100,0
<i>Fagus sylvatica</i>	2007	0	0,0	20	12,5	32	42,1	52	11,1
<i>Abies alba</i>		228	98,3	140	87,5	32	42,1	400	85,5
<b>Inne / Other</b>		4	1,7	0	0,0	12	15,8	16	3,4
<b>Razem / Total</b>		232	100,0	160	100,0	76	100,0	468	100,0

W 1974 r. jodła była najliczniej reprezentowana przez drzewa z warstwy górnej (60,4%), a najmniej licznie przez drzewa z warstwy dolnej. Po 33 latach nastąpiły niewielkie zmiany, zmniejszył się udział jodeł w warstwie górnej na korzyść warstw dolnej i środkowej (tab. 5).

#### Miażdżość nekromasy (leżanina i posusz stojący)

W latach 1987–2007 we wszystkich badanych drzewostanach zanotowano systematyczny wzrost miażdżości nekromasy (pierwszy pomiar: 1987 r.). W 2007 r. najwięcej drewna martwego znajdowało się na powierzchni Przełęcz Sosnów (390 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>), najmniej zaś na powierzchni Ociemne (139 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 7. Miąższość leżaniny i posuzu stojącego w latach 1987 i 2007 na powierzchniach badawczych**  
 Table 7. Volume of standing and fallen dead wood on the sample plots in 1987 and 2007

Gatunek Species	Miąższość drzew obumarłych Volume of dead wood				$V_L + V_P$		$V_L + V_P + V^*$		$(V_L + V_P) : (V_L + V_P + V^*) \times 100$	$(V_L + V_P) : V^* \times 100$
	leżanina $V_L$ fallen $V_L$		posusz $V_P$ standing $V_P$							
	$m^3 \cdot ha^{-1}$	%	$m^3 \cdot ha^{-1}$	%	$m^3 \cdot ha^{-1}$	%	$m^3 \cdot ha^{-1}$	%	%	%
Walusiówka 1987										
<i>Fagus sylvatica</i>	21,13	28,6	3,81	4,8	24,94	16,3	448,90	54,6	5,6	1 : 17,0
<i>Abies alba</i>	36,63	49,6	67,36	85,3	103,99	68,0	330,16	40,2	31,5	1 : 2,2
Inne / Other	–	–	7,85	9,9	7,85	5,1	26,41	3,2	29,7	1 : 2,4
Niezidentyfik. / Unidentified	16,11	21,8	–	–	16,11	10,6	16,11	2,0	100,0	–
<b>Razem / Total</b>	<b>73,87</b>	<b>100,0</b>	<b>79,02</b>	<b>100,0</b>	<b>152,89</b>	<b>100,0</b>	<b>821,58</b>	<b>100,0</b>	<b>18,6</b>	<b>1 : 4,4</b>
Walusiówka 2007										
<i>Fagus sylvatica</i>	57,48	48,7	5,34	8,5	62,82	34,7	510,56	59,2	12,3	1 : 7,1
<i>Abies alba</i>	60,51	51,3	51,65	82,1	112,16	62,0	325,62	37,8	34,4	1 : 1,9
Inne / Other	–	–	5,88	9,4	5,88	3,3	25,44	3,0	23,1	1 : 3,3
<b>Razem / Total</b>	<b>117,99</b>	<b>100,0</b>	<b>62,87</b>	<b>100,0</b>	<b>180,86</b>	<b>100,0</b>	<b>861,62</b>	<b>100,0</b>	<b>21,0</b>	<b>1 : 3,8</b>
Przełęcz Sosnow 1987										
<i>Fagus sylvatica</i>	3,77	3,0	1,31	1,2	5,08	2,2	342,67	38,2	1,5	1 : 66,5
<i>Abies alba</i>	105,86	85,4	110,13	98,8	215,99	91,7	538,44	60,0	40,1	1 : 1,5
Inne / Other	0,32	0,3	–	–	0,32	0,1	2,76	0,3	11,6	1 : 7,6
Niezidentyfik. / Unidentified	14,07	11,3	–	–	14,07	6,0	14,07	1,5	100,0	–
<b>Razem / Total</b>	<b>124,02</b>	<b>100,0</b>	<b>111,44</b>	<b>100,0</b>	<b>235,46</b>	<b>100,0</b>	<b>897,94</b>	<b>100,0</b>	<b>26,2</b>	<b>1 : 2,8</b>
Przełęcz Sosnow 2007										
<i>Fagus sylvatica</i>	93,58	29,4	6,25	8,7	99,83	25,6	466,42	49,6	21,4	1 : 3,7
<i>Abies alba</i>	224,33	70,4	65,58	91,3	289,91	74,2	472,38	50,3	61,4	1 : 0,6
Inne / Other	0,69	0,2	–	–	0,69	0,2	0,69	0,1	100,0	–
<b>Razem / Total</b>	<b>318,60</b>	<b>100,0</b>	<b>71,83</b>	<b>100,0</b>	<b>390,43</b>	<b>100,0</b>	<b>939,49</b>	<b>100,0</b>	<b>41,6</b>	<b>1 : 1,4</b>
Ociemne (Gródek) 1987										
<i>Fagus sylvatica</i>	7,55	45,6	1,86	2,9	9,41	11,7	401,29	62,6	2,3	1 : 41,6
<i>Abies alba</i>	6,36	38,5	62,22	97,1	68,58	85,1	234,40	36,5	29,3	1 : 2,4
Inne / Other	–	–	–	–	–	–	3,14	0,5	–	–
Niezidentyfik. / Unidentified	2,63	15,9	–	–	2,63	3,2	2,63	0,4	100,0	–
<b>Razem / Total</b>	<b>16,54</b>	<b>100,0</b>	<b>64,08</b>	<b>100,0</b>	<b>80,62</b>	<b>100,0</b>	<b>641,46</b>	<b>100,0</b>	<b>12,6</b>	<b>1 : 7,0</b>
Ociemne (Gródek) 2007										
<i>Fagus sylvatica</i>	22,13	19,4	6,30	25,2	28,43	20,5	476,17	63,4	6,0	1 : 15,7
<i>Abies alba</i>	91,70	80,6	18,74	74,8	110,44	79,5	270,88	36,1	40,8	1 : 1,5
Inne / Other	–	–	–	–	–	–	3,58	0,5	–	–
<b>Razem / Total</b>	<b>113,83</b>	<b>100,0</b>	<b>25,04</b>	<b>100,0</b>	<b>138,87</b>	<b>100,0</b>	<b>750,63</b>	<b>100,0</b>	<b>18,5</b>	<b>1 : 4,4</b>
Facimiech 1987										
<i>Abies alba</i>	47,65	72,5	54,51	98,0	102,16	84,2	757,24	97,2	13,5	1 : 6,4
Inne / Other	1,18	1,8	1,13	2,0	2,31	1,9	4,59	0,6	50,3	1 : 1
Niezidentyfik. / Unidentified	16,93	25,7	–	–	16,93	13,9	16,93	2,2	100,0	–
<b>Razem / Total</b>	<b>65,76</b>	<b>100,0</b>	<b>55,64</b>	<b>100,0</b>	<b>121,40</b>	<b>100,0</b>	<b>778,76</b>	<b>100,0</b>	<b>15,6</b>	<b>1 : 5,4</b>
Facimiech 2007										
<i>Abies alba</i>	142,79	100,0	79,90	100,0	222,69	100,0	946,87	99,4	23,5	1 : 3,3
Inne / Other	–	–	–	–	–	–	6,08	0,6	–	–
<b>Razem / Total</b>	<b>142,79</b>	<b>100,0</b>	<b>79,90</b>	<b>100,0</b>	<b>222,69</b>	<b>100,0</b>	<b>952,95</b>	<b>100,0</b>	<b>23,4</b>	<b>1 : 3,3</b>

$V^*$  – miąższość drzew żywych (miąższość drzewostanu) / volume of the living trees (stand volume)

We wszystkich drzewostanach w poszczególnych okresach kontrolnych największy udział w miąższości zarówno leżaniny, jak i posuszu stojącego miała jodła. W przypadku tego gatunku również stosunek miąższości nekromasy do miąższości drzew żywych był większy niż w przypadku buka. W kolejnych latach okresu kontrolnego zanotowano wzrost miąższości nekromasy w stosunku do miąższości drzew żywych, zarówno w wypadku jodły, jak i buka, przy czym różnica między miąższością nekromasy a miąższością drzew żywych u jodły była mniejsza niż u buka (tab. 7).

## Odnowienie

Na powierzchni Walusiówka w nalocie, oprócz buka i jodły, zaznaczył się duży udział jaworu (1972 i 2007 r.) i jesionu (2007 r.), przy czym w roku 2007 w porównaniu z 1972 r., udział buka i jodły zmniejszył się na korzyść jaworu. W podroście młodszym przez cały okres badań buk przeważał nad jodłą, w podroście wyrośniętym zaś panowała jodła (tab. 8).

W drzewostanie Przełęcz Sosnów we wszystkich latach okresu kontrolnego w nalocie dominował buk. W podroście młodszym jodła miała większy udział w

1972 r., natomiast w 2007 r. zaznaczyła się dominacja buka. Udział jodły w podroście młodszym zmniejszył się w latach 1972–2007 z 65 do 2%, a buka odpowiednio zwiększył się z 35 do 96%. Podobnie było w przypadku podrostu wyrośniętego, w którym udział jodły zmniejszył się z 90 do 64%, a buka zwiększył się z 10 do 32% (tab. 8).

W drzewostanie Ociemne w ciągu całego okresu badań w nalocie dominował buk. W podroście młodszym dominacja jodły zaznaczyła się tylko w 1972 r., w 2007 udział jej nie przekraczał 1%. Na początku okresu badań (1972 r.) w podroście wyrośniętym udział jodły (około 76 %) był ponad trzykrotnie większy niż buka (około 24 %). W 2007 r. udział jodły był nadal większy (56 %) niż buka (44 %) (tab. 8).

W drzewostanie na powierzchni Facimiech od początku okresu badań w nalocie dominowała jodła, natomiast w podroście młodszym jej udział był przeważający tylko w 1972 r. W 2007 r. w podroście młodszym występował tylko buk. W podroście wyrośniętym od początku okresu badań występowały buk i jodła, przy czym we wszystkich latach okresu kontrolnego panowała tu jodła (tab. 8).

**Tabela 8. Liczebność, skład gatunkowy odnowień w latach 1972 i 2007 na powierzchniach badawczych**

Table 8. The number of undergrowth and its species composition in 1972 and 2007 on studied plots

Gatunek Species	Nalot ( $h \leq 50$ cm) Seedlings ( $h \leq 50$ cm)				Podrost ( $h > 50$ cm) Undergrowth $h > 50$ cm					
	jednolatk one-year-old		2-letnie i starsze $\geq 2$ -year		$d_{1,3} \leq 5,9$ cm		$6 \text{ cm} \leq d_{1,3} \leq 7,9$ cm		razem total	
	szt.ha <sup>-1</sup>	%	szt.ha <sup>-1</sup>	%	szt.ha <sup>-1</sup>	%	szt.ha <sup>-1</sup>	%	szt.ha <sup>-1</sup>	%
Walusiówka 1972										
<i>Fagus sylvatica</i>	760	45,5	7780	49,5	998	70,9	8	13,8	1006	68,6
<i>Abies alba</i>	850	50,9	7070	44,9	380	27,0	50	86,2	430	29,3
<i>Acer pseudoplatanus</i>	–	–	820	5,2	–	–	–	–	–	–
<i>Tilia cordata</i>	60	3,6	60	0,4	–	–	–	–	–	–
<i>Picea abies</i>	–	–	–	–	30	2,1	–	–	30	2,1
<b>Razem / Total</b>	1670	100,0	15730	100,0	1408	100,0	58	100,0	1466	–
Walusiówka 2007										
<i>Fagus sylvatica</i>	2400	11,4	39100	23,9	420	84,0	5	22,7	425	81,4
<i>Abies alba</i>	17800	84,3	38800	23,7	40	8,0	15	68,2	55	10,6
<i>Acer pseudoplatanus</i>	100	0,5	64200	39,2	20	4,0	–	–	20	3,8
<i>Tilia cordata</i>	400	1,9	1300	0,8	–	–	2	9,1	2	0,4
<i>Fraxinus excelsior</i>	200	0,9	19000	11,6	20	4,0	–	–	20	3,8
<i>Carpinus betulus</i>	100	0,5	1200	0,7	–	–	–	–	–	–
<i>Acer platanoides</i>	100	0,5	200	0,1	–	–	–	–	–	–
<b>Razem / Total</b>	21100	100,0	163800	100,0	500	100,0	22	100,0	522	100,0
Przełęcz Sosnów 1972										
<i>Fagus sylvatica</i>	–	–	8250	79,8	1177	35,1	10	10,0	1187	34,4
<i>Abies alba</i>	–	–	1583	15,4	2173	64,9	90	90,0	2263	65,6
<i>Tilia cordata</i>	83	100,0	167	1,6	–	–	–	–	–	–
<i>Picea abies</i>	–	–	334	3,2	–	–	–	–	–	–
<b>Razem / Total</b>	83	100,0	10334	100,0	3350	100,0	100	100,0	3450	100,0

Gatunek Species	Nalot ( $h \leq 50$ cm) Seedlings ( $h \leq 50$ cm)				Podrost ( $h > 50$ cm) Undergrowth $h > 50$ cm					
	jednolatki one-year-old		2-letnie i starsze $\geq 2$ -year		$d_{1,3} \leq 5,9$ cm		$6 \text{ cm} \leq d_{1,3} \leq 7,9$ cm		razem total	
	szt.ha <sup>-1</sup>	%	szt.ha <sup>-1</sup>	%	szt.·ha <sup>-1</sup>	%	szt.·ha <sup>-1</sup>	%	szt. ha <sup>-1</sup>	%
Przełęcz Sosnów 2007										
<i>Fagus sylvatica</i>	4500	47,0	154333	85,8	11300	96,3	21	31,8	11321	95,9
<i>Abies alba</i>	4583	47,8	16083	9,0	240	2,0	42	63,6	282	2,4
<i>Acer pseudoplatanus</i>	83	0,9	2000	0,1	40	0,3	–	–	40	0,3
<i>Tilia cordata</i>	167	1,7	250	0,1	–	–	3	4,6	3	0,0
<i>Fraxinus excelsior</i>	–	–	250	0,1	40	0,3	–	–	40	0,3
<i>Carpinus betulus</i>	–	–	250	0,1	–	–	–	–	–	–
<i>Sorbus aucuparia</i>	–	–	167	0,1	20	0,2	–	–	20	0,2
<i>Ulmus glabra</i>	–	–	167	0,1	–	–	–	–	–	–
<i>Picea abies</i>	83	0,9	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Acer platanoides</i>	167	1,7	6417	3,6	100	0,9	–	–	100	0,9
<b>Razem / Total</b>	<b>9583</b>	<b>100,0</b>	<b>179917</b>	<b>100,0</b>	<b>11740</b>	<b>100</b>	<b>66</b>	<b>100,0</b>	<b>11806</b>	<b>100,0</b>
Ociemne (Gródek) 1972										
<i>Fagus sylvatica</i>	6556	77,3	17316	88,0	20	2,8	20	23,8	40	5,0
<i>Abies alba</i>	1724	20,3	2284	11,6	612	85,5	64	76,2	676	84,5
<i>Acer pseudoplatanus</i>	128	1,5	28	0,1	–	–	–	–	–	–
<i>Tilia cordata</i>	–	–	56	0,3	–	–	–	–	–	–
<i>Ulmus glabra</i>	72	0,9	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Picea abies</i>	–	–	–	–	84	11,7	–	–	84	10,5
<b>Razem / Total</b>	<b>8480</b>	<b>100,0</b>	<b>19684</b>	<b>100,0</b>	<b>716</b>	<b>100,0</b>	<b>84</b>	<b>100</b>	<b>800</b>	<b>100,0</b>
Ociemne (Gródek) 2007										
<i>Fagus sylvatica</i>	1833	42,4	31167	73,6	14533	97,5	16	44,4	14549	97,4
<i>Abies alba</i>	2167	50,0	7000	16,5	33	0,2	20	55,6	53	0,4
<i>Acer pseudoplatanus</i>	–	–	3667	8,7	200	1,3	–	–	200	1,3
<i>Tilia cordata</i>	167	3,8	167	0,4	–	–	–	–	–	–
<i>Picea abies</i>	167	3,8	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Acer platanoides</i>	–	–	167	0,4	133	1,0	–	–	133	0,9
<i>Cerasus avium</i>	–	–	167	0,4	–	–	–	–	–	–
<b>Razem / Total</b>	<b>4334</b>	<b>100,0</b>	<b>42335</b>	<b>100,0</b>	<b>14899</b>	<b>100,0</b>	<b>36</b>	<b>100,0</b>	<b>14935</b>	<b>100,0</b>
Facimiech 1972										
<i>Fagus sylvatica</i>	–	–	–	–	91	11,6	8	22,2	99	12,1
<i>Abies alba</i>	417	100,0	37500	98,7	611	77,8	28	77,8	639	77,8
<i>Acer pseudoplatanus</i>	–	–	–	–	83	10,6	–	–	83	10,1
<i>Picea abies</i>	–	–	500	1,3	–	–	–	–	–	–
<b>Razem / Total</b>	<b>417</b>	<b>100,0</b>	<b>38000</b>	<b>100,0</b>	<b>785</b>	<b>100,0</b>	<b>36</b>	<b>100,0</b>	<b>821</b>	<b>100,0</b>
Facimiech 2007										
<i>Fagus sylvatica</i>	–	–	–	–	200	100,0	8	20,0	208	86,7
<i>Abies alba</i>	18375	98,6	65250	98,1	–	–	28	70,0	28	11,7
<i>Acer pseudoplatanus</i>	–	–	125	0,2	–	–	–	–	–	–
<i>Tilia cordata</i>	–	–	125	0,2	–	–	–	–	–	–
<i>Fraxinus excelsior</i>	–	–	375	0,6	–	–	–	–	–	–
<i>Carpinus betulus</i>	125	0,7	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Sorbus aucuparia</i>	–	–	625	0,9	–	–	4	10,0	4	1,6
<i>Ulmus glabra</i>	125	0,7	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Razem / Total</b>	<b>18625</b>	<b>100,0</b>	<b>66500</b>	<b>100,0</b>	<b>200</b>	<b>100,0</b>	<b>40</b>	<b>100,0</b>	<b>240</b>	<b>100,0</b>

## Stadia i fazy rozwojowe

**Walusiówka.** W 1974 r. drzewostan ten miał cechy stadium dorastania, fazy budowy przerębowej, na przejściu do stadium optymalnego. W okresie 33 lat utrzymywała się w nim złożona budowa pionowa i stała zasobność (tab. 5, 6). W 2007 r. drzewostan miał cechy stadium dorastania i fazy budowy wielopiętrowej. Wskazywały na to m.in.:

- jednoramienny rozkład pierśnic wszystkich gatunków drzew – typ  $I(J)$  Pearsona (ryc. 1, tab. 4),

- złożona budowa pionowa, której wyrazem był w 2007 r. stosunkowo duży udział drzew warstw środkowej (31,2%) i dolnej (28%) (tab. 5),

- stosunkowo duży bieżący roczny przyrost miąższości ( $7,3 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) w okresie 1997–2007,

- znaczna przewaga liczebna drzew generacji dorastania (61,2%) nad drzewami generacji optymalnego wzrostu (35 %) i dożywania (3,8 %).

**Przełęcz Sosnów.** Na początku okresu badań, w 1974 r. drzewostan znajdował się w początkowej fazie stadium optymalnego (fazie przejściowej między stadium dorastania a optymalnym). W wyniku procesu obumierania jodeł (lata 1974–1997) oraz znacznych szkód od wiatru (wykroty w latach 1997–2007) nastąpił spadek zasobności, co przypominało stadium rozpadu. Spowodowało to zaburzenie naturalnego cyklu rozwojowego lasu pierwotnego opisanego przez Korpela (1995). Zamiast stadium optymalnego ukształtowało się stadium dorastania. Buk i jodła nie osiągnęły maksymalnych wymiarów, dlatego nie można mówić o naturalnym procesie starzenia i rozpadu. Obserwowany rozpad był wynikiem przereźdzenia drzewostanu na skutek małopowierzchniowych zaburzeń spowodowanych przez wiatr. Dla drzewostanu charakterystyczne były m.in.:

- spadek zasobności: z  $691 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  w 1974 r. do  $549 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  w 2007 r. (tab. 2),

- zwiększenie miąższości nekromasy z  $235 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  w 1987 r. do  $390 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  w 2007 r. (tab. 7),

- intensywny proces odnowienia buka (zwiększenie liczby nalotu i podrostu) (tab. 8),

- stosunkowo duży bieżący roczny przyrost miąższości ( $7,1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) w okresie 1997–2007,

- bardzo duża miąższość ubytków w latach 1997–2007 ( $126 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ),

- przewaga liczebna drzew generacji dorastania (58,1%) nad drzewami optymalnego wzrost (41,9%).

**Ociemne (Gródek).** W ciągu całego okresu badań drzewostan miał cechy stadium dorastania, fazy budowy przerębowej, z trwającą ciągle fazą odnowienia. Stadium owo utrzymało się pomimo intensywnego procesu obumierania jodeł. Wskazywało na to m.in.:

- zwiększenie zasobności z  $578 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  w 1974 r. do  $612 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  w 2007 r. (tab. 2),

- jednoramienny rozkład pierśnic wszystkich gatunków drzew – typ  $I(J)$  Pearsona (ryc. 1, tab. 4),

- zbliżony udział drzew wszystkich warstw drzewostanu (tab. 5),

- intensywny proces odnowienia (duża ilość nalotu i podrostu) (tab. 8)),

- przewaga liczebna drzew generacji dorastania 61,4% nad drzewami optymalnego wzrostu 38,6 %.

**Facimiech.** W 1974 i 1987 r. drzewostan miał cechy stadium optymalnego, a następnie, w 1997 i 2007 r., stadium optymalnego i fazę starzenia. Świadczyły o tym m.in.:

- dominacja liczebnościowa drzew z warstw środkowej i górnej (tab. 5),

- duży bieżący roczny przyrost miąższości ( $13,7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) w okresie 1997–2007,

- wzrost zasobności z  $658$  do  $730 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (tab. 2),

- zwiększenie miąższości nekromasy z  $121 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  w 1987 r. do  $223 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  w 2007 r. (tab. 7),

- asymetryczny, dwuramienny rozkład pierśnic, typ  $I$  Pearsona (ryc. 1, tab. 4).

## 4. Dyskusja

Zasobność pienińskich drzewostanów zależy od stadium i fazy rozwojowej. Badania wykazały, że analizowane drzewostany w stadium dorastania cechuje stosunkowo wysoka zasobność ( $549$ – $680 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  w 2007 r.) – największą osiągnął drzewostan jodłowy w stadium optymalnym ( $730 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  w 2007 r.).

Badane drzewostany w stadium dorastania przewyższają zasobnością będące w tym samym stadium drzewostany w Beskidach i Górach Świętokrzyskich (Jaworski, Podlaski 2007).

Warto zauważyć, że w słowackim rezerwacie Dobročský prales drzewostany w stadium dorastania osiągały przybliżoną lub znacznie wyższą zasobność ( $544$ – $843 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Największa zasobność wyróżniała tu stadium optymalne – wyniosła ona nawet  $1366 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  w wypadku dominacji świerka i jodły oraz  $1045 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  dla fragmentów jodłowo-bukowych (Korpel' 1995).

Przeprowadzone badania wykazały istotne zmiany składu gatunkowego pienińskich drzewostanów naturalnych. Taka zmiana wystąpiła w ciągu 33 lat w trzech pienińskich drzewostanach wielogatunkowych: Walusiówka, Przełęcz Sosnów i Ociemne – zmniejszył się tu udział jodły, a zwiększył buka. Zmiana składu gatunkowego objęła też jedlinę na Facimiechu, gdzie w badanym okresie udział buka określony liczbą drzew zwiększył się o około 10%, a udział miąższościowy zwiększył się bardzo nieznacznie – o 0,4% (tab. 3).

Wyraźną tendencją zmniejszania udziału jodły stwierdzono również w rezerwacie Święty Krzyż, gdzie



na dwóch powierzchniach w latach 1925–2002 udział miąższościowy tego gatunku zmalał z 80 do 33 i 45%; równocześnie zwiększył tam swój udział buk: z 20 do 53 i 65% (Jaworski, Podlaski 2006). Podobne procesy obserwowane są w innych pasmach górskich Polski, m.in. w Gorcach (Jaworski, Skrzyszewski 1995; Jaworski et al. 2006) i w Beskidzie Żywieckim w rezerwach Śrubita (Jaworski et al. 2001).

Na wzrost udziału miąższościowego buka i na zmniejszenie udziału jodły w dolnoregłowych wielogatunkowych lasach środkowej Europy wskazują badania Paulenki et al. (1996), Spieckera et al. (1996a, 1996b) oraz Sanigi (1999a, 1999b).

Zmiany składu gatunkowego w Karpatach Zachodnich związane były z procesem regresji jodły, który rozpoczął się w latach 60. XX wieku (Leibundgut 1974; Schütt 1981; Bernadzi 1983; Zawada 2001). Badania prowadzone w Pieninach (Jaworski, Skrzyszewski 1986; Dziewolski, Rutkowski 1987; Jaworski, Karczmarz 1991) wykazały, że od 1960 roku nastąpił wyraźny spadek przyrostu grubości jodły, ale już w latach 1980–1990 zaobserwowano zwiększenie przyrostu grubości drzew tego gatunku (Jaworski et al. 1995).

Zahamowanie przyrostu grubości poprzedziło proces obumierania jodły w Karpatach o około 10–20 lat (Jaworski, Skrzyszewski 1986; Jaworski, Karczmarz 1991), podobnie jak w Szwajcarii (Schweingruber et al. 1983).

Oslabienie żywotności jodeł, a następnie ich obumieranie mogło być spowodowane imisjami przemysłowymi, jako że badania Sawickiej (1991) w Pieninach wykazały znaczną ilość siarki w igłach jednoletnich (0,12%) i dwuletich (0,14%).

Zmniejszenie przyrostu grubości jodeł spowodowane imisjami wykazali w południowych Niemczech Elling (1993) oraz Elling et al. (1999, 2009), na Wyżynie Kieleckiej – Wilczyński (2010), a w Ojcowskim Parku Narodowym – Krapiec i Szychowska-Krapiec (2001).

Intensywne wydzielanie się jodeł – przede wszystkim drzew starszej generacji z górnego piętra, co najprawdopodobniej miało związek z docieraniem większej ilości imisji do koron najstarszych drzew, które były też na ogół najwyższe (Roether 1979; Fabijanowski 1986; Keller, Imhof 1987) – spowodowało powstanie luk, w które dynamicznie wkraczał buk.

Procesy, jakie zaszły na powierzchni Przełęcz Sosnów w latach 1974–2007 (obumieranie jodeł, szkody od wiatru, a w konsekwencji bardzo duży spadek zasobności) wskazują na zaburzenia naturalnego cyklu rozwojowego lasu pierwotnego. W drzewostanie tym ukształtowało się stadium dorastania zamiast stadium optymalnego.

Ustępowanie jodły także na pozostałych badanych powierzchniach, przy zwiększeniu się udziału buka, nasuwa pytanie, czy zachodzące procesy wpłyną na

zmianę przebiegu cyklu rozwojowego lasu o charakterze pierwotnym przedstawionej przez Korpela (1995).

W badanych pienińskich drzewostanach wielogatunkowych we wszystkich warstwach wykazano wzrost udziału buka i spadek udziału jodły (tab. 6). Ponieważ jodła, która się wydziela, jest zastępowana przez buka, nie zaobserwowano tu upraszczania budowy pionowej. Nie wiadomo jednak, jak długo utrzyma się taka złożona budowa piętrowa w wypadku dalszego wzrostu udziału buka w drzewostanie. Budowa wielopiętrowa i przerębowa w drzewostanach bukowych będzie trudna do zachowania przy zasobności powyżej 300–400 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>. Drzewostany bukowe w Turynii (Keula), zagospodarowane przerębowo po osiągnięciu zasobności 400 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> przyjmowały budowę dwupiętrową (Dittmar 1990). Z badań Schütza (2001) wynika, że złożona budowa pionowa w buczynach zostaje utrzymana przy zasobności do około 250 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>. W Bieszczadach (Nadleśnictwo Lutowska) bukowy las przerębowy utrzymuje się przy zasobności do 323, a nawet 238 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (Jaworski, Kołodziej 2004).

Dynamiczne wkraczanie buka może być też związane z ociepleniem klimatu, które powoduje zmiany w lasach Europy (Thomasius 1991; Fabian, Menzel 1998) i sprzyja rozwojowi tego gatunku (Felbermeier 1994).

Symulacja dynamiki różnowiekowych, pierwotnych drzewostanów świerkowo-jodłowo-bukowych w ukraińskich Karpatach wykazała, że ocieplenie klimatu (wzrost średniej temperatury rocznej o 2°C) przyniesie w ciągu 400 lat skutek w postaci dominacji buka, świerk zaniknie całkowicie, a jodła znacznie zmniejszy swój udział. Jeżeli jednak temperatura obniży się o 2°C, w drzewostanach będą dominowały świerk i jodła (Kozak et al. 2005). W Pieninach prawdopodobny jest ten pierwszy scenariusz, bowiem ogólny wzrost temperatury na przedpolu Karpat w okresie 1881–1990 wyniósł 0,9–1,3°C (Obrębska-Starkłowa et al. 1994). Również w innych częściach Polski (np. w Puszczy Białowieskiej) obserwowane jest ustępowanie gatunków iglastych (świerka), a zwiększanie udziału liściastych, w tym ciepłolubnych (grab, lipa). Przyczyny tych zmian wiąże się z ociepleniem klimatu (Kowalski 1991, 1994).

O dużej witalności buka świadczą także dane dwu inwentaryzacji lasu przeprowadzonych w Bawarii w latach 1970/1971 i 1987; wykazały one zwiększenie miąższości drzewostanów o 10–20% i przekroczenie danych tablicowych dotyczących bieżącego rocznego przyrostu miąższości o 10–40% (Pretzsch 1996). Podobny poziom produktywności drzewostanów bukowych stwierdzono także w innych częściach Niemiec (Untheim 1996). Przytoczone wyniki wiąże się m.in. z ociepleniem klimatu, jakkolwiek jego ewentualny wpływ na wzrost drzew nie jest jeszcze całkowicie wyjaśniony (Spiecker et al. 1996a; Zingg 1996).

Duża redukcja emisji SO<sub>2</sub> w ciągu ostatnich 3 dekad wpłynęła w znaczącym stopniu na poprawę warunków środowiska jodły, co znalazło odzwierciedlenie w zwiększeniu szerokości słoju rocznych (Elling 1993; Elling et al. 1999; Wilczyński 2010). Należy przypuszczać, że jodła zacznie z czasem odgrywać rolę gatunku współpanującego z bukiem w lasach środkowej Europy.

Dla utrzymania danego gatunku w składzie drzewostanów ważna jest obecność dostatecznie liczebnego odnowienia, zwłaszcza podrostu i podrostu wyrośniętego. W badanych drzewostanach pienińskich zróżnicowanie liczebności odnowienia było duże. W ciągu całego okresu badań liczba podrostu i podrostu wyrośniętego jodły zmniejszyła się na wszystkich powierzchniach. W drzewostanach Przełęcz Sosnów i Ociemne obficie występował podrost bukowy. Na powierzchni Przełęcz Sosnów występowaniu podrostu bukowego, który w młodości rośnie szybciej niż jodła, sprzyjał przyspieszony rozpad drzewostanu. Na powierzchni Facimiech oraz Wałusiówka podrost był nieliczny, ale tworzył go głównie buk (tab. 8).

Na wszystkich powierzchniach udział podrostu wyrośniętego jodły był większy niż buka, a w 2007 r. w dorocie pojawiła się głównie jodła. Można przypuszczać, że w najbliższych latach pojawi się również dorost jodły, jednak jego liczba będzie się zmniejszać na korzyść buka, który w 2007 r. tworzył bardzo liczny nalot i podrost (tab. 8).

W przypadku, gdy zmiany w drzewostanie będą następować powoli i utrzyma się złożona budowa, jodła dzięki większej zdolności znoszenia ocienienia może mieć szansę utrzymania się w drzewostanie.

W Górach Świętokrzyskich, a także w Górcach i Beskidzie Żywieckim obserwuje się dynamiczne wkraczanie podrostu buka i zmniejszenie udziału jodły (Jaworski et al. 2001, 2006; Jaworski, Podlaski 2006). Dynamiczne wkraczanie odnowienia buka odnotowywane jest również w innych częściach Karpat, np. w Rudawach Słowackich w rezerwatach Dobročský prales i Badin (Saniga 1999a, 1999b) i Alpach Dynarskich (Diaci et al. 2005).

W lasach naturalnych i o charakterze pierwotnym zmiany składu gatunkowego i budowy drzewostanów są wynikiem wewnętrznej dynamiki biocenozy (drzewostanu), a także rezultatem procesów dostosowawczych wywołanych zmianą w środowisku (Bernadzki et al. 1998). Ustępowanie jodły i dynamiczne zastępowanie jej bukiem oraz nakładanie się kilku generacji drzew tworzących złożoną budowę drzewostanu jest przykładem procesów samoregulacyjnych, które zachodzą w ekosystemach naturalnych (Schütz 1999).

## 5. Wnioski

W latach 1974–2007 w badanych drzewostanach wielogatunkowych Pienińskiego Parku Narodowego zachodziły dynamiczne zmiany zasobności i składu gatunkowego – zmniejszenie udziału jodły, a zwiększenie udziału buka. Były one wynikiem intensywnego wydzielania się jodły we wszystkich klasach grubości i ekspansji buka.

W drzewostanie jodłowym Facimiech udział miąższościowy tego gatunku (ok. 99%) nie uległ zasadniczej zmianie, zaznaczył w nim jednak swą obecność buk (0,4%).

Badane drzewostany pienińskie były bardzo różnicowane pod względem liczebności odnowienia. W ciągu całego okresu badań liczebność podrostu i podrostu wyrośniętego jodły zmniejszyła się na wszystkich powierzchniach, jednak udział podrostu wyrośniętego jodły był większy niż buka, a w 2007 roku w dorocie pojawiła się głównie jodła. Można przypuszczać, że w najbliższych latach pojawi się również dorost jodły, jednak jego liczebność będzie się zmniejszać na korzyść buka, który obecnie (2007 r.) tworzy bardzo liczny nalot i podrost.

W badanych drzewostanach największy udział w miąższości nakromasy, zarówno leżaniny, jak i posuszu stojącego, miała jodła. Charakteryzowała się ona również największą miąższością nekromasy w stosunku do miąższości drzew żywych; najmniejszy udział miąższości nekromasy cechował buk.

Badane drzewostany, pomimo różnego typu zaburzeń, są stabilne, charakteryzują się równowagą i nigdzie nie występuje w nich rozpad wielkopowierzchniowy.

W badanych drzewostanach nie zaobserwowano do tej pory uproszczenia budowy pionowej. Jodła, której udział uległ zmniejszeniu, jest zastępowana przez buk. Budowa wielopiętrowa w drzewostanach bukowych, która może się z czasem ukształtować, będzie trudna do utrzymania przy zasobności powyżej 400 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>.

Zgodnie z koncepcją hodowli lasu bliską naturze, w lasach karpaccich z udziałem buka i jodły przy formułowaniu celów hodowlanych należałoby przewidzieć większy udział buka. Jednak w drzewostanach dolno-regulowych charakteryzujących się dobrymi warunkami siedliskowymi dla jodły zabiegi hodowlane należy ukierunkować na taki jej udział, aby współpanowała ona z bukiem.

## Literatura

- Bernadzki E. 1983. Zamieranie jodły w granicach naturalnego zasięgu. w: Jodła pospolita. Red. S. Białobok, Warszawa, PWN: 483-501. ISBN 83-01-04028-9.
- Bernadzki E., Bolibok L., Brzeziecki B., Zajączkowski J., Żybura H. 1998. Rozwój drzewostanów naturalnych Białowieskiego Parku Narodowego. Warszawa, Fundacja Rozwój SGGW: 4–271.
- Bodziarczyk J., Pancer-Koteja E. 2004. Mezofilne i ciepłolubne lasy jodłowo-bukowe Pienińskiego Parku Narodowego. *Studia Naturae*, 49: 87–121.
- Czuraj M. 1991. Tablice miąższości kłód odziomkowych i drzew stojących. Warszawa, PWRiL, ss. 362.
- Diaci J., Rozenberger D., Boncina A. 2005. Interactions of light and regeneration in Slovenian Dinaric Alps: patterns in virgin and managed forests. w: Natural Forests in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation. Red. B. Commarmot, F.D. Hamor. Conference 13–17 October 2003, Mukachevo, Ukraine. Proceedings. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL; Rakhiv, Carpathian Biosphere Reserve: 154–160.
- Dittmar O. 1990. Untersuchungen im Buchen-Plenterwald Keula. *Forst und Holz*, 45, 15: 419–423.
- Dziewolski J. 1972. Naturalne zmiany struktury wybranych drzewostanów Pienińskiego Parku Narodowego w okresie 32 lat (1936–1968). *Ochrona Przyrody*, 37: 263–283.
- Dziewolski J., Rutkowski B. 1987. Ubytek, dorost i przyrost w rezerwacie leśnym pod Trzema Koronami w Pieninach. *Sylvan*, 131, 7: 25–33.
- Elling R. 1993. Immissionen im Ursachenkomplex von Tannenschädigung und Tannensterben. *Allgemeine Forstzeitung*, 48: 87–95.
- Elling R., Bretschneider M., Schwarzfischer C. 1999. Zuwachsstagnation an Tannen durch Schwefel-Emissionen. *Allgemeine Forstzeitung*, 54: 896–898.
- Elling W., Dittmar C., Pfäffelmoser K., Rötzer T. 2009. Dendroecological assessment of the complex causes of decline and recovery of the growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Southern Germany. *Forest Ecology Management*, 257: 1175–1187.
- Fabian P., Menzel A. 1998. Wie sehen die Wälder von morgen aus – der Sicht eines Klimatologen. *Forstwissenschaft Centralblatt*, 117: 339–354.
- Fabijanowski J. 1986. Hodowla lasu wobec zagrożenia imisjami drzewostanów w górach. *Sylvan*, 130, 2/3: 53–66.
- Felbermeier B. 1994. Arealveränderungen der Buche infolge von Klimaänderungen. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 49, 5: 222–224.
- Fröhlich J. 1954. Urwaldpraxis. Radebeul, Neumann Verlag, ss. 200.
- Hartman T. 1987. Pragozd Rajhenavski Rog. Ljubljana. Univerza E. Kardelja, Biotehniška Fakulteta, ss. 80.
- Jaworski A., Karczmarski J. 1991. Struktura i dynamika drzewostanów o charakterze pierwotnym w Pienińskim Parku Narodowym (na przykładzie czterech powierzchni doświadczalnych). *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie* 254, *Leśnictwo*, 20: 45–83.
- Jaworski A., Karczmarski J., Pach M., Skrzyszewski J., Szar J. 1995. Ocena żywotności drzewostanów jodłowych w oparciu o cechy biomorfologiczne koron i przyrost promienia pierśnicy. *Acta Agraria et Silvestria, Series Silvestris*, 33: 115–131.
- Jaworski A., Kołodziej Zb. 2004. Beech (*Fagus sylvatica* L.) forests of a selection structure in the Bieszczady Mountain (southeastern Poland). *Journal of Forest Science*, 50, 7: 301–312.
- Jaworski A., Kołodziej Zb., Łapka M., Bartkiewicz L. 2006. Budowa, struktura i dynamika drzewostanów o charakterze pierwotnym w rezerwacie „Dolina Łopusznej” (Gorczański Park Narodowy). *Leśne Prace Badawcze*, 4: 35–59.
- Jaworski A., Kołodziej Zb., Pach M.: 2001. Skład gatunkowy, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie „Śrubita”. *Sylvan*, 145, 6: 21–47.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Porada K. 2002. Structure and dynamics of stands of primeval character in selected areas of the Bieszczady National Park. *Journal of Forest Science*, 48, 5: 185–201.
- Jaworski A., Podlaski R. 2006. Budowa, struktura i dynamika drzewostanów naturalnych w rezerwacie Święty Krzyż (Świętokrzyski Park Narodowy). *Acta Agraria et Silvestria, Series Silvestris*, 44: 9–38.
- Jaworski A., Podlaski R. 2007. Processes of loss, recruitment, and increment in stands of a primeval character in selected areas of the Pieniny National Park (southern Poland). *Journal of Forest Science*, 53, 6: 278–289.
- Jaworski A., Skrzyszewski J. 1986. Żywotność jodły w lasach karpaccich. *Sylvan*, 130, 2/3: 37–52.
- Jaworski A., Skrzyszewski J. 1995. Budowa, struktura i dynamika drzewostanów dolnoregłowych o charakterze pierwotnym w rezerwacie Łopuszna. *Acta Agraria et Silvestria, Series Silvestris*, 33: 3–37.
- Keller W., Imhof P. 1987. Zum Einfluss der Durchforstung auf die Waldschäden. II. Teil. Erste Ergebnisse von Waldschadenuntersuchungen in Plenterversuchsflächen der EAFV. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 138, 4: 293–320.
- Korf V., Hubač K., Šmelko Š., Wolf J. 1972. Dendrometrie. Praha, SZN, ss. 376.
- Korpeľ Š. 1967. Dobročeský prales – jeho štruktúra, vývoj a produkčné pomery. *Československa Ochrana Prirody*, 5: 321–355.
- Korpeľ Š. 1995. Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, ss. 310. ISBN 3-437-30702-9.
- Korsuň F. 1938. Taxační prozkum rezervace Stužica, Javorník a Pop Ivan. w: Prozkum přirozených lešů na Podkarpatské Rusi. Red. A. Zlatník, F. Korsuň, F. Kočetov, M. Kseneman. *Sborník výskumných ústavu zemědělských ČSR*, 152, 7: 245–376.
- Kowalski M. 1991. Climate – a changing component of forest site. *Folia Forestalia Polonica, Series A*, 33: 25–34.
- Kowalski M. 1994. Zmiany składu gatunkowego lasów na tle zmian klimatu w ostatnich dwóch stuleciach. *Sylvan*, 138, 9: 33–44.
- Kozak I., Menshutkin V., Parpan V., Shparyk Y., Parpan T., Viter R. et al. 2005. Computer simulations of natural beech forest dynamics in the Boberka river basin in the Ukrainian Beskids. w: Natural Forests in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation. Red. B. Commarmot, F.D. Hamor. Conference 13–17 October 2003, Muka-



- chevo, Ukraine. Proceedings. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL; Rakhiv, Carpathian Biosphere Reserve: 121–129.
- Krapiec M., Szychowska-Krapiec E. 2001. Tree-ring estimation of the effect of industrial pollution on pine (*Pinus sylvestris*) and fir (*Abies alba*) in the Ojców National Park (southern Poland). *Nature Conservation*, 58: 33–42.
- Kulczyński S. 1928. Die Pflanzenassoziationen der Pieninen. *Bulletin de L'Academie Polonaise des Sciences, Classe Mathematique, Seria B*, Supplement 2, (1927): 57–203.
- Leibundgut H. 1959. Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 110, 3: 111–124.
- Leibundgut H. 1974. Zum Problem des Tannensterben. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 125, 7: 476–484.
- Leibundgut H. 1979. Über die Dynamik europäischer Urwälder. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 130, 9/10: 906–916.
- Mauve K. 1931. Ueber Bestandesaufbau, Zuwachsverhältnisse und Verjüngung im galizischen Karpathen-Urwald. *Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft*, 11, 2: 17–311.
- Mayer H., Zukrigl K., Schrepf W., Schlager G. 1987. Urwaldreste, Naturwaldreservate und schützenswerte Naturwälder in Österreich. Wien, Institut für Waldbau, Universität für Bodenkultur, ss. 970.
- Niemyska-Lukaszuk J., Zaleski T., Miechówka A. 2004. Charakterystyka pokrywy glebowej Pienińskiego Parku Narodowego. *Studia Naturae*, 49: 33–41.
- Obrębska-Starkłowa B., Bednarz Z., Niedźwiedz T., Trepńska J. 1994. Klimat Karpat w okresie globalnego ocieplenia i prognozowane zmiany gospodarcze. *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*, 37: 13–38.
- Paulenka J., Konopka B., Bucha T. 1996. Poškodenie lesov v oblasti Spiša. Zvolen, Lesnický Vyskumny Ustav, ss. 128.
- Perzanowska J. 2004. Klimat Pienin. *Studia Naturae*, 49: 21–32.
- Pretzsch H. 1996. Growth trends of forests in southern Germany. w: Growth trends in European forests. Red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. *European Forest Institute Research Report*, 5: 107–131.
- Priesol A., Randuška D. 1967. Dobročský prales. Bratislava, SVPL, ss. 121.
- Roether V. 1979. Immissionen – Hauptursache für die Tannen-erkrankung? *Allgemeine Forstzeitschrift*, 34, 21: 582–583.
- Saniga M. 1999a. Štruktúra, produkčné pomery a regeneračné procesy dobročského pralesa. TU Zvolen, *Vedecké Štúdie*, 2/A: 5–64.
- Saniga M. 1999b. Štruktúra, produkčné a regeneračné procesy badinskeho pralesa. *Journal of Forest Science*, 45, 3: 121–130.
- Sawicka E. 1991. Total sulphur content in assimilative organs of some plant species in the Pieniny National Park. *Ochro-na Przyrody*, 49, 1: 101–109.
- Schütt P. 1981. Erste Ausätze zur experimentellen klärung des Tannensterbens. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 132, 6: 443–452.
- Schütz J. Ph. 1999. Neue Waldbehandlungskonzepte in Zeiten der Mittelknappheit: Prinzipien einer biologisch rationellen und kostenbewussten Waldpflege. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 150, 12: 451–459.
- Schütz J. Ph. 2001. Der Plenterwald. Berlin, Parey Buchverlag, ss. 207, ISBN 3-8263-3347-0.
- Schweingruber F.H., Kontic R., Winkler-Seifert A. 1983. Eine jahrringanalytische Studie zum Nadelbaumsterben in der Schweiz. *Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Berichte*, 253: 3–29.
- Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J.P. 1996a. Discussion. w: Growth trends in European forests. Red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. *European Forest Institute Research Report*, 5: 355–367.
- Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J.P. 1996b. Conclusions and summary. w: Growth trends in European forests. Red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. *European Forest Institute Research Report*, 5: 369–372.
- Thomasius H. 1991. Mögliche Auswirkungen einer Klima-veränderung auf die Wälder in Mitteleuropa. *Forstwissen-schaft Centralblatt*, 110: 305–330.
- Unthelm H. 1996. Has site productivity changed? A case study in the Eastern Swabian Alb, Germany. w: Growth trends in European forests. Red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. *European Forest Institute Research Report* 5: 133–147.
- Vyskot M. a kolektiv. 1981. Československé pralesy. Praha, Academia, ss. 221.
- Wilczyński S. 2010. Uwarunkowania przyrostu radialnego wybranych gatunków drzew z Wyżyny Kieleckiej w świetle analiz dendroklimatologicznych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kollątaja w Krakowie, Rozprawy* 341: 1–221.
- Zawada J. 2001. Przyrostowe objawy rewitalizacji jodły w lasach Karpat i Sudetów oraz wynikające z nich konsekwencje hodowlane. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Seria A*, 3, 922: 79–101.
- Zieliński R. 1972. Tablice statystyczne. Warszawa, PWN, ss. 391.
- Zingg A. 1996. Diameter and basal area increment in permanent growth and yield plots in Switzerland. w: Growth trends in European forests. Red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. *European Forest Institute Research Report*, 5: 239–265.