

ANDRZEJ JAWORSKI, DOROTA JAKUBOWSKA

## Ubytek, dorost i przyrost drzewostanów o charakterze pierwotnym na wybranych powierzchniach w Pienińskim Parku Narodowym

Volume loss, recruitment as well as increment in stands of primeval character on selected sites in the Pieniny National Park

### ABSTRACT

Jaworski A., Jakubowska D. 2012. Ubytek, dorost i przyrost drzewostanów o charakterze pierwotnym na wybranych powierzchniach w Pienińskim Parku Narodowym. Sylwan 156 (3): 182-191.

In the study period 1997-2007, the current volume increment in three fir-beech stands in the maturing stage equalled to 6.4-7.3 m<sup>3</sup>/ha/year, and in fir stands in the optimum phase it was 13.8 m<sup>3</sup>/ha/year. The loss of volume was high and showed wide variation among the study sites from 3.1 to 12.6 m<sup>3</sup>/ha/year. A larger number of fir recruits in this period compared to beech recruitment and the increased fir volume increment rate over the previous 10 years on Walusiówka and Ociemne study sites suggests that the decrease in the proportion of fir noted from the beginning of the research in the Pieniny Mountains (1974) was halted, or might even start change into the increase over time.

### KEY WORDS

*Abies alba*, *Fagus sylvatica*, fir decline, development stage, development phase

### ADDRESSES

Andrzej Jaworski – e-mail: a.jaworski@ur.krakow.pl

Dorota Jakubowska – e-mail: dorota.jakubowska1@gmail.com

Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu; Uniwersytet Rolniczy; Al. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków

### Wstęp

Cechą lasów o charakterze pierwotnym jest stała ilość substancji organicznej części nadziemnej w fazie równowagi płynnej (względnej) [Bormann, Likens 1979]. Równowaga ta, wyrażona m.in. nieznacznymi zmianami miąższości (zasobności), wiąże się z trzema naturalnymi i odrębnymi, a częściowo przeciwstawnymi procesami ubytku (obumierania), dorostu i przyrostu [Dziewolski, Rutkowski 1987]. Analiza tych procesów umożliwia pełną charakterystykę zmian miąższości poszczególnych gatunków drzew, co z kolei pozwala wnioskować o przebiegu procesów obumierania i regeneracji, o występowaniu zaburzeń i o płodozmianie zachodzącym w ekosystemie leśnym [Runkle 1990].

Określenie wielkości ubytku, dorostu oraz obliczenie przyrostu jest możliwe po dwukrotnym pomiarze kontrolnym drzewostanu, przeprowadzonym na początku i na końcu okresu badawczego. Pomiar kontrolny musi pozwolić na jednoznaczną identyfikację wszystkich drzew na powierzchniach, co sprawia, że badania stają się bardzo pracochłonne. Między innymi z tego powodu w niewielu tylko opracowaniach dotyczących lasów o charakterze pierwotnym znajdują się dane charakteryzujące wszystkie trzy wyżej wymienione procesy. W Polsce w dolnoregłowych drzewostanach karpaccich o charakterze pierwotnym badania tego typu prowadzono m.in. w Gorcach [Dziewolski, Rutkowski 1991; Przybylska i in. 1995; Jaworski i in. 2007], w Pieninach

[Dziewolski, Rutkowski 1987; Dziewolski 1991; Jaworski, Podlaski 2007], na Babiej Górze [Jaworski, Paluch 2001] i w Bieszczadach [Jaworski, Kołodziej 2002].

Celem pracy było określenie ubytku, dorostu i przyrostu reprezentujących różne stadia i fazy rozwojowe drzewostanów o charakterze pierwotnym z udziałem buka i jodły w Pienińskim Parku Narodowym.

## Materiał i metody

CHARAKTERYSTYKA POWIERZCHNI BADAWCZYCH. Najważniejsze cechy czterech badanych drzewostanów przedstawiono w tabeli 1. Pełną charakterystykę terenu oraz tych drzewostanów zawiera wcześniejsze opracowanie Jaworskiego i Podlaskiego [2007]. Na założonych w reglu dolnym powierzchniach ukształtowały się warunki sprzyjające rozwojowi drzewostanów z udziałem buka i jodły [Jaworski 1979]. W tych warunkach wykształcił się zespół ciepłolubnej buczyny *Carici-Fagetum abietetosum* (powierzchnie Walusiówka i Facimiech) oraz zbiorowiska o charakterze przejściowym między buczyną karpacką *Dentario glandulosae-Fagetum* a buczyną ciepłolubną *Carici-Fagetum* (powierzchnie Przełęcz Sosnów i Ociemne (Gródek)). Jodłowo-bukowe drzewostany na powierzchniach Walusiówka, Przełęcz Sosnów i Ociemne reprezentowały różne fazy w stadium dorastania, zaś jodłowy drzewostan z powierzchni Facimiech – stadium optymalne w fazie starzenia i odnowienia (tab. 1).

PRACE TERENOWE. Pomiarzy wykonano na przełomie lipca i sierpnia 2007 roku. Ich zakres i termin pokrywał się z pomiarami wykonanymi na tych powierzchniach w 1997 roku. Prace terenowe obejmowały pomiar pierśnicy (z dokładnością do 0,5 cm, próg pierśnicowania wynosił 6 cm) i wysokości (pomierzono wszystkie drzewa żywe, w tym złomy, z wyjątkiem silnie pochy-

Tabela 1.

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

Powierzchnia	Walusiówka	Przełęcz Sosnów	Ociemne (Gródek)	Facimiech
Lokalizacja	49° 25' 24" N 20° 25' 39" E	49° 25' 12" N 20° 26' 15" E	49° 25' 47" N 20° 25' 40" E	49° 24' 14" N 20° 25' 47" E
Oddział	12h	10b	7c	25j
Powierzchnia [ha]	0,40	0,33	0,25	0,25
Wystawa	SW	SW	S	SSW
Nachylenie [°]	30	37	30	30
Wysokość [m n.p.m.]	650	650	570	650
Gleba	Rendzic-Humic Leptosols	Calcaric-Humic Leptosols	Rendzic Leptosols	Calcaric-Humic Leptosols
Zespoły leśne	<i>Carici-Fagetum abietetosum</i>	<i>Dentario glandu- losae-Fagetum</i> / <i>Carici-Fagetum</i>	<i>Dentario glandu- losae-Fagetum</i> / <i>Carici-Fagetum</i>	<i>Carici-Fagetum abietetosum</i>
1997 stadium rozwojowe	dorastania	dorastania	dorastania	optymalne
1997 faza rozwojowa	budowy wielopiętrowej	budowy przerębowej	budowy przerębowej z trwającą ciągle fazą odnowienia	starzenia i odnowienia
2007 stadium rozwojowe	dorastania	dorastania	dorastania	optymalne
2007 faza rozwojowa	budowy wielopiętrowej	niezbyt złożona budowa piętrowa	budowy przerębowej z trwającą ciągle fazą odnowienia	starzenia i odnowienia

lonych oraz tych, których pomiar był niemożliwy). Zastosowano trwałą numerację drzew, zaznaczając też miejsce pomiaru piersnicy.

PRACE KAMERALNE. Na podstawie wykonanych na powierzchniach próbnych pomiarów obliczono zasobność drzewostanów oraz miąższość dorostu i ubytku drzew o piersnicy powyżej 8 cm (taka wartość progowa piersnicy przyjęta jest w badaniach lasów pierwotnych [Korpel' 1989]). Drzewa o grubości 6-7,9 cm zaliczono do podrostu wyrosniętego. Obliczenia przeprowadzono za pomocą programu komputerowego „Zasoby” opracowanego przez J. Ptaka i opartego na tabelach zasobności Grundnera i Schwappacha [1952].

Przy obliczaniu miąższości drzewostanów w 1997 i 2007 roku oraz miąższości ubytków i dorostów w tym 10-leciu wykorzystano krzywą wysokości sporządzoną na podstawie pomiarów z 2007 roku. Pomierzone wysokości drzew wyrównano funkcją Michajłowa [Korf i in. 1972]. Przyrost bieżący okresowy miąższości [ $\text{m}^3/\text{ha}/10$  lat] obliczono zgodnie z wzorem:

$$I_v = V_{2007} - V_{1997} + V_L - V_R$$

gdzie:

- $V_{2007}$  – miąższość na końcu okresu,
- $V_{1997}$  – miąższość na początku okresu,
- $V_L$  – miąższość ubytku w okresie 1997-2007,
- $V_R$  – miąższość dorostu w okresie 1997-2007.

Procent przyrostu określono według wzoru:

$$I_v = \frac{I_v}{10 \cdot V_{2007}} \cdot 100$$

## Wyniki

PRZYROST. Badane drzewostany charakteryzowały się w latach 1997-2007 dużym bieżącym przyrostem miąższości. W stadium dorastania wynosił on 6,4-7,3  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{rok}$ , a w stadium optymalnym – 13,8  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{rok}$  (tab. 2). Przyrost ten w okresie 1987-1997 w drzewostanach Ociemne i Facimiech był mniejszy (odpowiednio 5,6 i 9,1  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{rok}$ ), w Walusiówce nieco mniejszy (7,1  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{rok}$ ), a na Przełęczy Sosnów – większy (7,8  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{rok}$ ) (tab. 3).

Największym procentem przyrostu (tab. 2) cechował się buk na powierzchni Facimiech. Jednakże dotyczy to drzew należących do najniższych klas grubości. W tym samym drzewostanie jodła osiągnęła najwyższy procent przyrostu w porównaniu z jodłami i bukami wzrastającymi na pozostałych powierzchniach. W drzewostanie Ociemne procent przyrostu jodły był ponad dwukrotnie większy niż buka, a w drzewostanie Walusiówka wielkości przyrostu obu głównych gatunków okazały się prawie takie same. Największy procent przyrostu wśród trzech drzewostanów wielogatunkowych wykazał buk na powierzchni Przełęcz Sosnów (tab. 2).

UBYTEK. Najwięcej drzew (69 szt./ha) ubyło w okresie kontrolnym na powierzchni Przełęcz Sosnów, a najmniej (16 szt./ha) – w drzewostanie Ociemne (tab. 4). W tych dwóch wielogatunkowych drzewostanach ubytek liczby buków w stosunku do liczby drzew w 2007 roku był większy niż ubytek jodły. Z kolei w drzewostanie Walusiówka ubytek jodeł okazał się nieco większy.

Rozmiar ubytków jest generalnie wysoki, przy czym wykazuje on duże zróżnicowanie między badanymi powierzchniami. Rocznie z każdego hektara ubywało od 3,1 (Ociemne) do 12,6  $\text{m}^3$  (Przełęcz Sosnów) (tab. 2). Stosunek miąższości ubytku jodły do jej aktualnego zapasu w roku 2007 przyjmował na badanych powierzchniach wartość większą niż taki sam stosunek w przypadku buka (tab. 2).

**Tabela 2.**

 Miąższość drzewostanów, ubytku, dorostu oraz przyrost miąższości w latach 1997-2007  
 Volume of stands, loss, recruitment and volume increment in 1997-2007

	1997		2007		Miąższość		Ubytek		Dorost [m <sup>3</sup> /ha]	Przyrost miąższości [m <sup>3</sup> /ha/ 10 lat]	Procent przy- rostu	Udział ubytku w miąższości drze- wostanu w 2007
	[m <sup>3</sup> /ha]	[%]	[m <sup>3</sup> /ha]	[%]	[m <sup>3</sup> /ha]	[%]	[m <sup>3</sup> /ha]	[%]				
Walusiówka												
<i>Fagus sylvatica</i>	447,84	65,4	447,74	65,8	46,27	59,6	0,20	45,97	63,0	1,0	10,3	
<i>Abies alba</i>	221,23	32,3	213,46	31,3	31,26	40,2	0,19	23,30	32,0	1,1	14,6	
Inne	16,01	2,3	19,56	2,9	0,13	0,2	0,07	3,61	5,0	1,8	0,7	
Razem	685,08	100,0	680,76	100,0	77,66	100,0	0,46	72,88	100,0	1,1	11,4	
Przełęcz Sosnów												
<i>Fagus sylvatica</i>	384,09	63,6	366,59	66,8	77,37	61,3	0,15	59,72	84,0	1,6	21,1	
<i>Abies alba</i>	217,09	36,0	182,47	33,2	46,44	36,8	0,46	11,36	16,0	0,6	25,5	
Inne	2,42	0,4	–	–	2,42	1,9	–	–	–	–	0,0	
Razem	603,60	100,0	549,06	100,0	126,23	100,0	0,61	71,08	100,0	1,3	23,0	
Ociemne (Gródek)												
<i>Fagus sylvatica</i>	428,05	74,1	447,74	73,2	17,28	56,3	0,20	36,77	57,5	0,8	3,9	
<i>Abies alba</i>	146,46	25,3	160,44	26,2	13,40	43,7	0,35	27,03	42,2	1,7	8,4	
Inne	3,39	0,6	3,58	0,6	–	–	–	0,19	0,3	0,5	0,0	
Razem	577,90	100,0	611,76	100,0	30,68	100,0	0,55	63,99	100,0	1,0	5,0	
Facimiech												
<i>Fagus sylvatica</i>	1,64	0,2	3,24	0,4	–	–	0,52	1,08	0,8	3,3	0,0	
<i>Abies alba</i>	658,58	99,5	724,18	99,2	70,75	100,0	0,16	136,19	98,8	1,9	9,8	
Inne	1,95	0,3	2,84	0,4	–	–	0,36	0,53	0,4	1,9	0,0	
Razem	662,17	100,0	730,26	100,0	70,75	100,0	1,04	137,80	100,0	1,9	9,7	

DOROST. Dorost liczby drzew w badanym 10-leciu wyniósł od 24 szt./ha (Ociemne) do 39 szt./ha (Przełęcz Sosnów) (tab. 4). Na powierzchniach Walusiówka, Przełęcz Sosnów oraz Ociemne miąższość dorostu była niewielka i wynosiła około 0,5 m<sup>3</sup>/ha, a w jodłowym drzewostanie Facimiech przekroczyła nieznacznie 1 m<sup>3</sup>/ha (tab. 2).

## Dyskusja

Przeprowadzone badania wykazały, że przyrost miąższości badanych drzewostanów jest porównywalny pod względem tej cechy z najlepiej przyrastającymi drzewostanami w stadium dorastania z przewagą buka w Bieszczadach (7,4-8,8 m<sup>3</sup>/ha/rok) [Jaworski, Kołodziej 2002] oraz z udziałem świerka, jodły i buka na Babiej Górze (3,5-8,6 m<sup>3</sup>/ha/rok) [Jaworski, Paluch 2002]. W latach 1972-1974 w kompleksie leśnym pod Trzema Koronami w Pieninach przyrost miąższości kształtował się na poziomie 7,6 m<sup>3</sup>/ha/rok [Dziwowski, Rutkowski 1987]. Był więc nieco większy niż przyrost miąższości badanych drzewostanów w stadium dorastania. W stadium optymalnym (Facimiech) przyrost bieżący miąższości przewyższał przyrost drzewostanów dolnoregionowych w tym samym stadium z Babiej Góry (6,3 m<sup>3</sup>/ha/rok) [Jaworski, Paluch 2002], ze słowackiego rezerwatu Dobrońsky Prales (7,1-12,4 m<sup>3</sup>/ha/rok) [Korpel' 1989], a także z Peručicy w Bośni (8,8 m<sup>3</sup>/ha/rok) [Pintarič 1978].

W trzech badanych pienińskich drzewostanach jodłowo-bukowych przyrost jodły i buka w okresie 10 lat nie był proporcjonalny do ich udziału w zasobności (tab. 2, 3). W latach 1987-

Tabela 3.

Miąższość, przyrost miąższości i procent przyrostu miąższości badanych drzewostanów w latach 1987-1997  
Volume, volume increment and percent of volume increment in the studied stands in 1987-1997

	Miąższość 1997		Przyrost miąższości 1987-1997		Procent przyrostu
	[m <sup>3</sup> /ha]	[%]	[m <sup>3</sup> /ha]	[%]	
Walusiówka					
<i>Fagus sylvatica</i>	447,84	65,4	53,26	74,7	1,2
<i>Abies alba</i>	221,23	32,3	16,52	23,2	0,7
Inne	16,01	2,3	1,52	2,1	0,9
Razem	685,08	100,0	71,30	100,0	1,0
Przełęcz Sosnów					
<i>Fagus sylvatica</i>	384,09	63,6	59,58	76,1	1,5
<i>Abies alba</i>	217,09	36,0	18,70	23,9	0,9
Inne	2,42	0,4	-0,02*	0,0	0,0
Razem	603,60	100,0	78,26	100,0	1,3
Ociemne (Gródek)					
<i>Fagus sylvatica</i>	428,05	74,1	44,53	78,9	1,0
<i>Abies alba</i>	146,46	25,3	11,65	20,7	0,8
Inne	3,39	0,6	0,25	0,4	0,7
Razem	577,90	100,0	56,43	100,0	1,0
Facimiech					
<i>Fagus sylvatica</i>	1,64	0,2	0,72	0,8	4,4
<i>Abies alba</i>	658,58	99,5	90,33	98,9	1,5
Inne	1,95	0,3	0,24	0,3	1,2
Razem	662,17	100,0	91,29	100,0	1,4

\* Z 3 jaworów i 3 brzoźstów połowa uległa złamaniu po 1987 roku, a przyrost ich grubości nie przekraczał 0,5 cm, dlatego suma miąższości złomów oraz całych drzew w 1997 roku była mniejsza niż suma całych drzew w 1987 roku

\* After 1987 half of 3 sycamores and 3 elms broke and their radial increment did not exceed 0,5 cm, hence total volume of broken and whole trees in 1997 was lower than total volume in 1987

-1997 w tych drzewostanach buk wykazał większy udział w przyroście miąższości niż w zasobności (tab. 3). W następnym 10-leciu w drzewostanie Ociemne buk miał mniejszy, a jodła większy udział w przyroście miąższości niż wynosił ich udział w zasobności drzewostanu. Na powierzchni Przełęcz Sosnów było odwrotnie. W drzewostanie Walusiówka jodła charakteryzowała się nieznacznie większym udziałem w przyroście miąższości niż w zasobności drzewostanu, a buk nieco mniejszym (tab. 2).

Większy udział danego gatunku w przyroście miąższości niż w zasobności wskazuje na większą dynamikę jego przyrostu. Przedstawione wyniki (tab. 2, 3) wskazują, że w drzewostanach Ociemne i Walusiówka w latach 1997-2007 w porównaniu do poprzedniego 10-lecia jodła wykazała większą dynamikę przyrostu niż buk. Na poprawę dynamiki przyrostu jodły w stosunku do buka w wymienionych drzewostanach w analizowanych okresach wskazuje także większy procent przyrostu miąższości. Czy tendencja ta jest trwała, wykażą kontrolne pomiary w następnych latach. Na zwiększenie przyrostu jodły w ostatnich 2-3 dekadach minionego wieku nawet w 140-letnich zagospodarowanych drzewostanach w Niemczech wskazują badania Pretzscha [1996]. Podobne tendencje stwierdzono we Francji (Jura) [Bert 1992]. Również w Polsce, po zalamaniu w latach 1960-1980 przyrostu radialnego jodły, w okresie 1980-1990 zwiększył się on

**Tabela 4.**

Liczba drzew, dorost i ubytek w latach 1997-2007  
 Number of trees recruitment and loss in 1997-2007

	Liczba drzew [szt./ha]		Dorost [szt./ha]	Ubytek [szt./ha]	Stosunek liczby drzew ubytku do liczby drzew w 2007 [%]
	1997	2007			
Walusiówka					
<i>Fagus sylvatica</i>	137	133	8	12	9,0
<i>Abies alba</i>	183	180	15	18	10,0
<i>Acer pseudoplatanus</i>	22	20	0	2	10,0
<i>Tilia cordata</i>	10	10	3	2+1brzost	30,0
Razem	352	343	26	35	10,2
Przełęcz Sosnów					
<i>Fagus sylvatica</i>	288	249	6	45	18,1
<i>Abies alba</i>	108	123	33	18	14,6
<i>Acer pseudoplatanus</i>	3	0	0	3	100,0
<i>Ulmus glabra</i>	3	0	0	3	100,0
Razem	402	372	39	69	18,5
Ociemne (Gródek)					
<i>Fagus sylvatica</i>	192	188	8	12	6,4
<i>Abies alba</i>	172	184	16	4	2,2
<i>Acer pseudoplatanus</i>	8	8	0	0	–
<i>Picea abies</i>	4	4	0	0	–
Razem	376	384	24	16	4,2
Facimiech					
<i>Fagus sylvatica</i>	36	52	16	0	–
<i>Abies alba</i>	432	400	8	40	10,0
<i>Carpinus betulus</i>	0	4	4	0	–
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0	4	4	0	–
<i>Picea abies</i>	4	4	0	0	–
<i>Ulmus glabra</i>	4	4	0	0	–
Razem	476	468	32	40	8,5

zarówno w drzewostanach młodszych (do 80 lat), jak i starszych (V i starsze klasy wieku) w całym zasięgu tego gatunku, chociaż nie wszędzie powrócił do wartości sprzed okresu załamania [Jaworski i in. 1995]. Badając przyrost radialny jodły w 45 drzewostanach karpaccich i 8 sudeckich, Zawada [2001] stwierdził, że „stadium rewitalizacji” tego gatunku po 1990 roku występuje w 24 drzewostanach karpaccich i wszystkich sudeckich. Bert [1992], cytując szereg opracowań, wskazuje na wzrost produktywności pierwotnej na półkuli północnej, związany ze wzrostem temperatury na tym obszarze. Zwiększenie przyrostu radialnego w długim okresie może być interpretowane jako rezultat wzrostu temperatury powietrza, który idzie w parze z nieznacznym zwiększeniem opadów, w powiązaniu z efektem szklarniowym spowodowanym wzrostem ilości CO<sub>2</sub>. Na zmiany przyrostu mogą jednak wpływać modyfikująco imisje i niewłaściwe zabiegi hodowlane [Pretzsch 1996; Jaworski 2003a, b].

Dziewolski [1991] stwierdził, że w latach 1936, 1972 i 1987 w rezerwacie ścisłym Pienińskiego Parku Narodowego udział miąższościowy jodły wynosił odpowiednio 43,9, 68,6 i 61,9%, a buka 7, 4, 19 i 26%. Oznacza to, że od 1972 roku następuje zmniejszenie udziału jodły. Badania Dziewolskiego i Rutkowskiego [1987] prowadzone w tym samym kompleksie leśnym w latach 1972-1974 potwierdziły zmianę składu gatunkowego – zmniejszenie udziału głównie świerka, a w niewielkim stopniu również jodły na korzyść buka i innych gatunków liściastych. Cytowani autorzy uważają, że mogła to być dopiero wstępna faza tych przemian. Wyniki naszych badań wskazują na dalsze ubywanie jodły w wielogatunkowych drzewostanach Walusiówka i Przełęcz Sosnów (na korzyść buka) oraz nieznaczne zwiększenie jej udziału, o około 1%, w drzewostanie Ociemne. Proces ustępowania jodły w wielogatunkowych, dolnoreglowych lasach naturalnych i pierwotnych stwierdzono także w innych częściach Karpat [Dziewolski 1991; Jaworski, Skrzyszewski 1995; Jaworski i in. 2001] oraz w Górach Świętokrzyskich [Bernadzki 1983; Jaworski, Podlaski 2006].

Odnotowana w latach 1997-2007 na powierzchniach Walusiówka i Ociemne większa liczba dorostu jodły w porównaniu z bukiem, a także zwiększenie dynamiki przyrostu jej miąższości w stosunku do poprzedniego 10-letnia, pozwalają przypuszczać, że obserwowany od początku badań w 1974 roku proces zmniejszania się udziału jodły na tych powierzchniach zostanie zahamowany, a z czasem udział ten może nawet wzrastać [Jaworski, Podlaski 2007].

Obliczona miąższość ubytku, dorostu i przyrostu przynosi ważne informacje, które mogą być interpretowane pod kątem ekologicznym i gospodarczym. W sensie ogólnym, w odniesieniu do lasów pierwotnych i naturalnych, wnoszą one wkład w dokładniejsze poznanie stadiów i faz rozwojowych lasu pierwotnego opisanego przez Leibundguta [1959] i Korpel'a [1989], natomiast w przypadku konkretnego obiektu badań mówią o tendencjach i ewentualnych przyczynach zmian jego składu gatunkowego. Przyrost miąższości jest także jednym z ważniejszych elementów dynamiki lasu [Botkin 1993].

Na powierzchni Walusiówka utrzymało się stadium dorastania i faza budowy wielopiętrowej, a więc budowa i struktura tego drzewostanu jest zrównoważona. Dobrze wyrażają to zbliżone wielkości przyrostu i ubytku. Trwałą budowę i strukturę wykazały drzewostany także Ociemne i Facimiech, w których przyrost jest około dwukrotnie większy od miąższości ubytku. W drzewostanie Przełęcz Sosnów nastąpiło zmniejszenie zasobności, co było skutkiem małopowierzchniowego rozpadu w latach 1974-2007, spowodowanego obumieraniem jodeł i szkodami poczynionymi przez wiatr. Stopień zaburzeń dobrze wyraża miąższość ubytku, która w latach 1987-1997 kształtowała się na poziomie około 137 m<sup>3</sup>/ha, a w latach 1997-2007 ponad 126 m<sup>3</sup>/ha, przy przyroście wynoszącym odpowiednio 78 i 71 m<sup>3</sup>/ha/10 lat. Na pozostałych powierzchniach w okresie 1987-1997 miąższość ubytku osiągała poziom od 39 do 87 m<sup>3</sup>/ha (dane

niepublikowane), a w latach 1997-2007 od 31 do 78 m<sup>3</sup>/ha i była wynikiem naturalnego procesu wydzielania się drzew.

## Wnioski

- ✦ Analiza udziału jodły i buka w zasobności drzewostanu oraz w bieżącym przyroście miąższości wykazała, że w drzewostanach Ociemne i Walusiówka w okresie 1997-2007 w porównaniu z poprzednim 10-leciem jodła odznaczała się wyższą dynamiką przyrostu niż buk. W związku z tym, uwzględniając ponadto większą liczbę dorostu tego gatunku, można przypuszczać, że trwający obecnie proces zmniejszenia jej udziału zostanie zahamowany na wymienionych powierzchniach, a z czasem może nawet zacząć wzrastać.
- ✦ Wielkość rozmiaru ubytku i wielkości przyrostu wydają się być ważnymi cechami stadiów i faz rozwojowych. Na badanych powierzchniach znaczna przewaga przyrostu nad ubytkiem charakteryzowała stadium dorastania, fazę przerębową (Ociemne) oraz stadium optymalne, fazę starzenia (Facimiech). Równowaga obu tych cech drzewostanu była charakterystyczna dla stadium dorastania i fazy wielopiętrowej (Walusiówka). Znaczna przewaga rozmiaru ubytku nad przyrostem (Przełęcz Sosnów) może być wskaźnikiem stadium rozpadu lub zaburzeń egzogennych (np. wiatrołomy).
- ✦ Wielkości przyrostu bieżącego miąższości są wskaźnikami naturalnej możliwości produkcyjnej siedliska. Przyrost ten da się porównać z przyrostem drzewostanów zagospodarowanych przerębowo o takim samym składzie gatunkowym i takich samych warunkach siedliskowych.
- ✦ Poznanie wielkości ubytku, dorostu i przyrostu, wyrażonych liczbą drzew i jednostkami miąższości, na dużej liczbie powierzchni doświadczalnych, może mieć znaczenie pomocnicze przy ustalaniu rozmiaru cięć w drzewostanach ochronnych o złożonej budowie pionowej i strukturze wieku zgodnie z koncepcją hodowli lasu bliską naturze.

## Literatura

- Bernadzki E. 1983. Zamieranie jodły w granicach naturalnego zasięgu. W: Białobok S. [red.]. Jodła pospolita. PWN, Warszawa.
- Bert D. 1992. Silver fir (*Abies alba* Mill.) shows an increasing long term trend in the JURA mountains. W: Tree rings and environment. Proceedings of the Int. Dendrochronological Symposium, Ystad, South Sweden, 3-9 September 1990. Lund. Univ., Lundaua Raport 34: 27-29.
- Bormann F., Likens G. 1979. Pattern and process in a forested ecosystem. Springer, New York.
- Botkin B. 1993. Forest dynamics: an ecological model. Oxford University Press, Oxford – New York.
- Dziewolski J. 1991. Naturalny rozwój drzewostanów Pienińskiego Parku Narodowego w czasie 51 lat (1936-1987). Ochrona Przyrody 49 (1): 111-128.
- Dziewolski J., Rutkowski B. 1987. Ubytek, dorost i przyrost w rezerwacie leśnym pod Trzema Koronami w Pieninach. Sylwan 132 (7): 25-33.
- Dziewolski J., Rutkowski B. 1991. Tree mortality, recruitment and increment during the period 1969-1986 in a Reserve at Turbacz in the Gorce Mountains. Folia Forestalia Polonica, ser. A 31: 37-48.
- Grundner F., Schwappach A. 1952. Massentaffeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Paul Parey, Berlin.
- Jaworski A. 1979. Charakterystyka hodowlana wybranych drzewostanów z udziałem jodły (*Abies alba* Mill.) w Karpatach i Sudetach. Acta Agraria et Silvestria, ser. Silvestris 18: 19-60.
- Jaworski A. 2003a. Zmiany tendencji wzrostowych głównych lasotwórczych gatunków drzew w Europie i obszarach górskich Polski oraz ich przyczyny. Cz. I. Zmiany tendencji wzrostowych. Sylwan 147 (6): 99-106.
- Jaworski A. 2003b. Zmiany tendencji wzrostowych głównych lasotwórczych gatunków drzew w Europie i obszarach górskich Polski oraz ich przyczyny. Cz. II. Przypuszczalne przyczyny zmian tendencji wzrostowych. Sylwan 147 (7): 69-74.
- Jaworski A., Karczmarzski J., Pach M., Skrzyszewski J., Szar J. 1995. Ocena żywotności drzewostanów jodlowych w oparciu o cechy biomorfologiczne koron i przyrost promienia pierśnicy. Acta Agraria et Silvestria, ser. Silvestris 33: 115-131.



- Jaworski A., Kołodziej Z. 2002. Natural loss of trees, recruitment and increment in stands of primeval character in selected areas of the Bieszczady Mountains National Park (South-Eastern Poland). *Journal of Forest Science* 48 (4):141-149.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Łapka M. 2007. Mortality, recruitment, and increment of trees in the *Fagus-Abies-Picea* stands of a primeval character in the lower mountain zone. *Dendrobiology* 57: 15-26.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Pach M. 2001. Skład gatunkowy, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie Śrubita. *Sylvan* 145 (6): 21-47.
- Jaworski A., Paluch J. 2001. Structure and dynamics of the lower mountain zone forests of primeval character in the Babia Góra Mt. National Park. *Journal of Forest Science* 47 (2): 60-74.
- Jaworski A., Paluch J. 2002. Factors Affecting the Basal Area Increment of the Primeval Forests in the Babia Góra National Park, Southern Poland. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 121: 97-108.
- Jaworski A., Podlaski R. 2006. Budowa, struktura i dynamika drzewostanów naturalnych w rezerwacie Święty Krzyż (Świętokrzyski Park Narodowy). *Acta Agraria et Silvestria*, ser. *Silvestris* 44: 3-31.
- Jaworski A., Podlaski R. 2007. Structure and dynamics of selected stands of primeval character in the Pieniny National Park. *Dendrobiology* 58: 25-42.
- Jaworski A., Skrzyszewski J. 1995. Budowa, struktura i dynamika drzewostanów dolnoregłowych o charakterze pierwotnym w rezerwacie Łopuszna. *Acta Agraria et Silvestria*, ser. *Silvestris* 33: 3-37.
- Korf V., Hubač K., Šmelko Š., Wolf J. 1972. *Dendrometrie*. SZN, Praha.
- Korpel Š. 1989. *Pralesy Slovenska*. Veda, Bratislava.
- Leibundgut H. 1959. Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 110 (3): 111-124.
- Pintarič K. 1978. Urwald Peručica als natürliches Forschungslaboratorium. *Allgemeine Forstzeitschrift* 33 (24): 702-707.
- Pretzsch H. 1996. Growth trends of forests in southern Germany. W: Spiecker H., Mielikinen K., Köhl M., Skovsgaard J. [red.]. *Growth trends in European forests*. European Forest Institute Research Report 5: 107-131.
- Przybylska K., Fajak J., Myčka P. 1995. Dynamika zmian zasobów leśnych w rezerwacie Dolina Łopusznej Gorczańskiego Parku Narodowego w okresie kontrolnym 1981-1992. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody* 14 (3): 23-31.
- Runkle J. R. 1990. Gap dynamics in an Ohio *Acer-Fagus* forest and speculations on the geography of disturbance. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 632-641.
- Zawada J. 2001. Przyrostowe objawy rewitalizacji jodły w lasach Karpat i Sudetów oraz wynikające z nich konsekwencje hodowlane. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, ser. A 922: 79-101.

## SUMMARY

### Volume loss, recruitment as well as increment in stands of primeval character on selected sites in the Pieniny National Parks

The presented studies were conducted between 1997 and 2007 in four natural old-growth forest stands situated in the lower montane zone, representing the association *Carici-Fagetum abietetosum* (study sites Walusiówka and Facimiech) and plant communities of a transitional character between *Dentario glanudolsae-Fagetum* and *Carici-Fagetum* (Przełęcz Sosnów and Ociemne) (tab. 1). The largest volume increment was noted in the Facimiech pure fir stand in the optimum phase (13.8 m<sup>3</sup>/ha/year) and the lowest – in the Ociemne stand (6.4 m<sup>3</sup>/ha/year) in the maturing phase, selection phase.

The highest tree mortality (volume loss) rate (12.6 m<sup>3</sup>/ha/year) was found to occur in the Przełęcz Sosnów forest stand where a rapid death of fir trees and damage from wind caused a breakdown of the stand in a transitional stage from the maturing to the optimum phase, as well as the establishment of the maturing phase with a poorly diversified layer structure. For the other three sites, the volume loss in the years 1997-2007 ranged from 31 to 78 m<sup>3</sup>/ha as a result of the self-thinning of trees.

A larger number of fir recruits in the mixed stands (Walusiówka and Ociemne) compared to beech recruitment in the study period 1997-2007, as well as the increased fir volume increment

rate over the previous 10 years (tab. 2-4) suggests that the decrease in the proportion of fir observed from the beginning of the research in the Pieniny Mountains in 1974 was halted, or might even start to increase over time.

Volume loss and increment are important characteristics of developmental stages and phases. A significant prevalence of increment over loss on the experimental sites was a characteristic feature of the maturing phase, selection phase (Ociemne) and the optimum phase, aging phase (Facimiech). The balance between both stand characteristics was noted for the maturing and multi-layer phases (Walusiówka). A significant prevalence of volume loss over volume increment (Przełęcz Sosnów) can be an indicator of the disintegration phase or exogenous disturbances (e.g. windfalls).

The current increment is an indicator of the production capacity of the natural habitat and can be compared to the increment of selection stands with the same species composition and habitat conditions.

The knowledge of volume loss, ingrowth and increment expressed as a number of trees and volume units, on a large number of experimental sites may be important in determining the amount of cuts in protection forest stands with a complex vertical and age structure in accordance with the concept of near-natural forest management.