

Damian Sugiero

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Urządzania Lasu
ul. Wojska Polskiego 71 c, 60–625 Poznań
sugier@up.poznan.pl

Received: 31.03.2008

Reviewed: 16.04.2008

STRUKTURA I DYNAMIKA LITEJ BUCZYNY BIESZCZADZKIEJ W STREFIE REGŁA DOLNEGO NA TŁE CYKLU ROZWOJOWEGO LASU PIERWOTNEGO

Structure and dynamics of pure beech stands in lower-mountain zone of the Bieszczady Mountains on the background of primeval forest's development cycle

Abstract: The study presents results of the structure and dynamics analysis of pure beech stands growing in lower-mountain zone in Bieszczady National Park. Results from 400 sq. m circle sample plots in 10-years control period (1993–2003) were subjected to analyses from a point of view of similarity to the structure and dynamics of the primeval forest as a pattern for forestry based on ecological principals.

Key words: Bieszczady National Park, beech stands, primeval forest, stand structure, stand dynamics.

Wstęp

Od pewnego czasu w praktyce krajowego gospodarstwa leśnego obserwuje się dążenie do doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych. Wiąże się to z kształtowaniem wielofunkcyjnego modelu gospodarki leśnej, który jest obecnie ogólnie akceptowany (Bernadzki 1994). W Europie już w 1837 roku profesor hodowli lasu, Parade ze Szkoły Leśnej w Nancy, apelował do leśników i badaczy: *„Naśladujcie przyrodę, przyspieszajcie jej działania, taka jest podstawowa zasada hodowli lasu”* (Schütz 1986). W pierwszej połowie ubiegłego stulecia do rozwoju naturalnego kierunku hodowli lasu zgodnego z prawami ekologicznymi przyczynił się wybitny rosyjski leśnik Georgiy F. Morozov (Teplyakov i in. 1999), a w innych regionach kontynentu także Mayer, Cajander i Schädelin (Polansky

1971; Jaworski 1997). W okresie powojennym głównym propagatorem tego kierunku był Leibundgut (1977), który nadał mu formę dostosowaną do współczesnych postulatów kształtowania wielofunkcyjnego modelu lasu.

W Polsce cele i zasady prowadzenia hodowli lasu na podstawach naturalnych zdefiniował prof. Edward Chodzicki (1960, 1976), który za podstawę doskonalenia naturalnego kierunku hodowlanego uznawał dogłębne poznanie ekosystemów leśnych o charakterze pierwotnym, a zwłaszcza zachodzące w nich mechanizmy samoregulacji, jako źródło wiedzy do wykorzystania w lasach zagospodarowanych. Podobnego zdania jest Jaworski (Jaworski i in. 2000 a), który wzorów takiego postępowania szuka w budowie, strukturze i dynamice lasów o charakterze pierwotnym. Podejście to szczególnego znaczenia nabiera zaś w warunkach górskich, ponieważ na ogół tylko w górach zachowały się jeszcze kompleksy leśne w stanie zbliżonym do naturalnego i właśnie w nich należy szukać tych wzorców.

Należy jednak podkreślić za Leibundgutem (1982), że lasy o charakterze pierwotnym nie mogą być bezkrytycznym modelem dla gospodarki leśnej ponieważ – jak wykazują wieloletnie badania Jaworskiego – nie każdy drzewostan (jego stadium, bądź faza rozwojowa) spełnia postulat lasu wielofunkcyjnego (Jaworski 2003). Dostarcza on jednak niezwykle cennych informacji o prawach rządzących rozwojem każdego ekosystemu leśnego, a procesy w nim zachodzące decydują o jego zdolności do autoreprodukcji (samotrzymania) oraz autoregulacji i w konsekwencji do trwałości istnienia w stanie równowagi (homeostazy). To zaś powinno być celem każdego leśnika.

Jak zauważył Skrzydłowski (1998), w literaturze niemieckiej tamtejsi badacze opisujący zjawiska dotyczące struktury i dynamiki również odwołują się do badań w tego typu lasach, przy czym określają je pojęciem „*Urwald von morgen*” (Dietrich i in. 1970), co oznacza „*lasy pierwotne jutra*”. W ten sposób akcentują ich gospodarcze wykorzystanie przez człowieka w przeszłości, wskazując tym samym na brak istnienia w warunkach europejskich lasów pierwotnych *sensu stricto*, którymi rządzą tylko prawa przyrody. W pojęcie to doskonale wpisują się lasy karpackie, a w szczególności drzewostany utworzonego w 1973 roku Bieszczadzkiego Parku Narodowego.

Badania lasów o charakterze pierwotnym opierają się na poznaniu budowy, dynamiki i struktury drzewostanów oraz ich stadiów i faz rozwojowych. W Europie dynamiką i strukturą górskich lasów pierwotnych zajmowali się przede wszystkim Magin (1959), Mayer (1971) oraz Leibundgut (1959, 1978, 1982), a także Prusa (1985). W wielu krajach poligonem do badań dynamiki lasu stały się rezerваты leśne (Nather 1986; Koop 1989). Również polscy badacze wpisali się w nurt badań drzewostanów o charakterze naturalnym – na niżej głównie w Puszczy Białowieskiej (Paczoski 1930; Włoczewski 1972; Kowalski 1982), a w górach zagadnieniem tym zajmowali się przede wszystkim pracownicy Katedry Szcze-gółowej Hodowli Lasu Akademii Rolniczej w Krakowie (Jaworski, Kopeć 1988;

Jaworski 1990; 1997; Jaworski, Karczmarski 1990 a, 1990 b, 1991, 1995; Jaworski i in. 1991, 1992, 1994a,b, 1995, 2000a,b, Karczmarski, Loryś 1993, Jaworski, Skrzyszewski 1995; Jaworski, Kołodziej 2002; Jaworski, Paluch 2002). Najcenniejszym jednak opracowaniem dla lasów karpackich z uwzględnieniem ich podziału na stadia i fazy rozwojowe okazały się wieloletnie badania Korpela (1982, 1989, 1995), który wykazał, że wszystkie drzewostany złożone z buka, jodły i świerka – jako gatunków klimaksowych – przechodzą w czasie pełnego cyklu rozwojowego, w którym następuje wymiana całej generacji drzew, trzy podstawowe stadia: dorastania, optymalne i rozpadu (Korpel 1982).

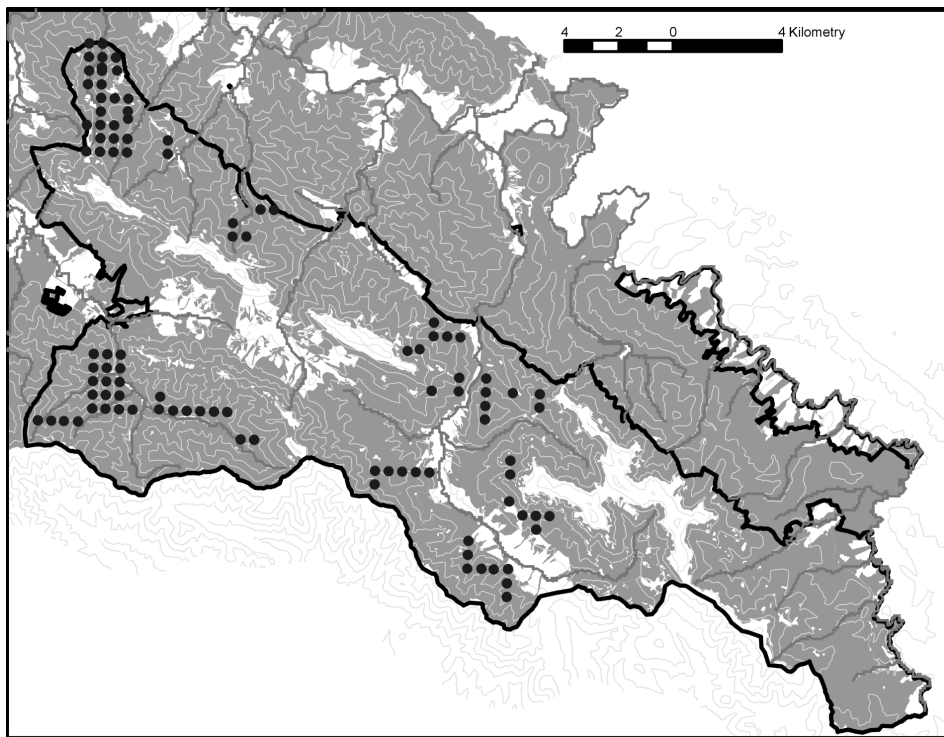
Celem niniejszej pracy jest próba określenia stopnia naturalności badanych drzewostanów na podstawie zgodności budowy, struktury oraz dynamiki zachodzących w nich procesów biologicznych, z charakterystyką stadiów rozwoju w cyklu rozwojowym lasu klimaksowego w strefie regla dolnego, opracowanego przez Korpela (1982, 1989).

Metodyka badań

Punkt wyjścia do szczegółowych analiz stanowiły wyniki pomiarów wykonanych w 1993 roku przez pracowników Biura Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej (Oddział w Przemyśle) na powierzchniach monitoringu drzewostanów Bieszczadzkiego Parku Narodowego w ramach statystyczno-matematycznego systemu inwentaryzacji i kontroli zasobów leśnych (BULiGL O/Przemyśl 1996). Dane te zostały udostępnione przez Dyрекcję Parku. Po upływie 10 lat autor niniejszej pracy uzupełnił je o wyniki powtórnych pomiarów wykonanych łącznie na 100 4-arowych powierzchniach badawczych wspomnianego systemu. Zostały one losowo wybrane z sieci 362 stałych, kołowych powierzchni próbnych rozmieszczonych w regularnej siatce kwadratów o więźbie podstawowej 500 x 500 m, w strefie regla dolnego w litych drzewostanach bukowych podzespołu typowego żyznej buczyny karpackiej *Dentario glandulosae-Fagetum typicum*, rosnących na siedlisku lasu górskiego (Ryc. 1). Zlokalizowane były one na terenie pięciu leśnictw: Suche Rzeki (34 powierzchnie), Caryńskie (9), Ustrzyki Górne (13), Moczarne (29) i Wołosate (15).

Wybrane powierzchnie reprezentowały cztery fazy rozwojowe lasu zgodnie z przyjętą nomenklaturą w systemie klasyfikacyjnym drzewostanów Bieszczadzkiego Parku Narodowego, zatwierdzonym w Planie Ochrony (BULiGL O/Przemyśl 1996):

- fazę optymalną dojrzewającą (O1) – 22 powierzchnie badawcze – drzewostany w wieku do 70 lat, charakteryzujące się dużą liczbą drzew na jednostce powierzchni, stosunkowo niską zasobnością oraz wysoką dynamiką procesów wzrostowych,



Ryc. 1. Rozmieszczenie powierzchni badawczych na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego.
Fig. 1. Location of test plots in the Bieszczadzki National Park.

- fazę optymalną dojrzałą (O2) – 27 powierzchni – drzewostany w wieku 70–140 lat, charakteryzujące się nieco mniejszą liczbą drzew, wyższą zasobnością oraz obniżeniem dynamiki procesów wzrostowych na skutek wkroczenia w wiek dojrzałości do obradzania,
- fazę terminalną z mniej zaawansowanym odnowieniem podokapowym (T1) – 26 powierzchni – drzewostany w wieku około 140 lat i więcej, charakteryzujące się wysoką zasobnością oraz niskim przyrostem, w których rozpoczyna się proces obumierania i odnawiania drzew, przy czym odnowienie naturalne pokrywa mniej niż 50% powierzchni,
- fazę terminalną z intensywnym odnowieniem naturalnym (T2) – 25 powierzchni – drzewostany w wieku powyżej 140 lat, charakteryzujące się wysoką, lecz obniżającą się zasobnością oraz niskim przyrostem, w których intensywne odnowienie naturalne pokrywa ponad 50% powierzchni.

Pomiar w terenie został wykonany zgodnie z ogólnie przyjętą metodyką statystyczno-matematycznego systemu inwentaryzacji i kontroli lasu (Rutkowski 1989; Przybylska 1993, 1995).

Opracowanie danych terenowych z uwzględnieniem podziału lasu na fazy rozwojowe obejmowało:

- Obliczenie charakterystycznych parametrów rozkładu wszystkich cech pomierzonych lub oszacowanych w poszczególnych warstwach drzewostanu;
- Zestawienie danych w 4-centymetrowe stopnie grubości o średnich wartościach: 9, 13, 17 cm itd., w celu pełniejszej analizy rozkładów pierśnic, wysokości i miąższości drzew;
- Ocenę złożoności budowy i struktury drzewostanów w oparciu o trzy kryteria:
 1. Występowanie drzew w trzech piętrach drzewostanu dojrzałego. Piętro wydzielano wówczas, gdy można było zaliczyć do niego przynajmniej 15% ogólnej liczby drzew w drzewostanie (Jaworski i in. 2000 a). Podstawę przydzielania drzew do poszczególnych pięter stanowiła klasyfikacja IUFRO Leibundguta (Szymański 2000);
 2. Zgodność rozkładu pierśnic z rozkładem teoretycznym. Za wzorzec postaci lasu najbardziej zróżnicowanego przyjęto rozkład pierśnic według jednoramiennej krzywej Liocourt'a-Meyera (de Liocourt 1898; Meyer 1933).
Obliczony dla badanych drzewostanów teoretyczny wzorzec rozkładu pierśnic w stopniach grubości porównano z rozkładem rzeczywistym za pomocą testu zgodności χ^2 na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ (Zielińska i Zieliński 1990);
 3. Zgodność z kryterium Assmanna (1968), który zakłada, że *las ma strukturę przerębową tylko wtedy, gdy wiek drzew będzie dostatecznie zróżnicowany, a drzewa różnego wieku będą ze sobą mieszane, np. by na obszarze koła o średnicy odpowiadającej wysokości starodrzewu wystąpiły drzewa trzech różnych klas wieku i o odpowiadających im średnicach.*
- Analizę dynamiki wzrostu i rozwoju lasu, na podstawie różnic w wielkościach i strukturze warstwy drzewostanu dojrzałego, stwierdzonych w poszczególnych fazach rozwojowych oraz pomiędzy początkiem (rok 1993), a końcem (rok 2003) okresu kontrolnego.

Wyniki

Ogólna liczba drzew buczyn bieszczadzkich w strefie regla dolnego wynosiła blisko 700 sztuk/ha i na przestrzeni 10 lat uległa stosunkowo niewielkiej zmianie (rok 1993 – 696 szt./ha, rok 2003 – 684 szt./ha). Zmiana ta wynikała przy tym głównie z naturalnego procesu różnicowania się liczby drzew w drzewostanach

fazy optymalnej dojrzewającej (O1), gdzie zagęszczenie było największe (ponad 900 sztuk/ha – Tab. 1). Udział ubytków (6,0% w ogólnej liczbie drzew i 2,5% w zasobności drzewostanów – Ryc. 2, Tab. 1 i 2) wskazuje, że poza buczynami najmłodszymi proces wydzielania się drzew w badanym okresie kontrolnym zachodził ze stosunkowo niską intensywnością. Udział posuszu w ogólnej liczebności badanych buczyn również nie był duży, lecz w okresie kontrolnym nieco się zwiększył – z 3,8% (26 sztuk/ha) do 5,2% (35 sztuk/ha) – Ryc. 2. Wzrost ten znów należy wiązać przede wszystkim z intensywnie zachodzącym procesem konkurencji drzew o przestrzeń życiową w drzewostanach fazy O1. Masa posuszu (Ryc. 2, Tab. 2) stanowiła natomiast 2,7% (13,51 m³/ha) ogólnej zasobności badanych lasów na początku i 5,2% (30,53 m³/ha) na końcu okresu kontrolnego, i w przeważającej części związana była z zamieraniem starych jodeł.

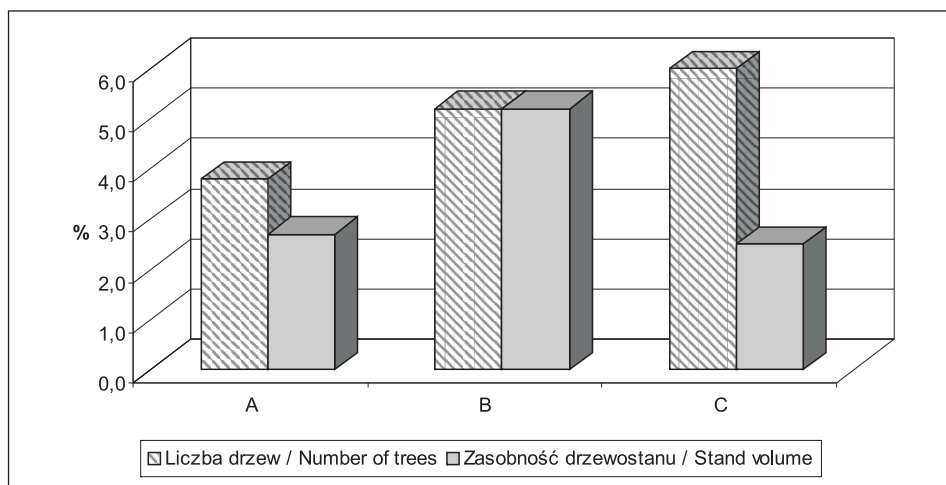
Tabela 1. Liczba drzew (szt./ha) w poszczególnych fazach rozwojowych lasu z podziałem na warstwy drzewostanu.

Table 1. Number of trees (trees per 1 ha) in particular phases of forest development distributed on stand layers.

Warstwa <i>Stand layer</i>	Faza O1 <i>Phase O1</i>		Faza O2 <i>Phase O2</i>		Faza T1 <i>Phase T1</i>		Faza T2 <i>Phase T2</i>		Razem <i>Sum</i>	
	1993	2003	1993	2003	1993	2003	1993	2003	1993	2003
Drzewostan dojrzały <i>Mature stand</i>	971	915	601	603	663	667	589	584	696	684
Posusz <i>Dry trees</i>	43	71	10	25	33	31	17	19	26	37
Ubytek <i>Loss trees</i>	-81		-20		-45		-31		-42	
Dorost <i>Ingrowth trees</i>	25		22		49		26		30	
Podrost <i>Undergrowth</i>	832	1192	1563	4285	1154	1696	2680	4220	1575	2915
Nalot <i>Natural seedlings</i>	b.d. <i>l.d.</i>	52953	b.d. <i>l.d.</i>	72222	b.d. <i>l.d.</i>	57789	b.d. <i>l.d.</i>	94800	b.d. <i>l.d.</i>	69441

b.d. – brak danych / *l.d.* – *lack of data*

Jednocześnie należy zauważyć, że maksimum liczby drzew przypadało na pierwszy stopień grubości i wraz ze zwiększaniem się wymiarów pierśnicy liczba ta w kolejnych stopniach zmniejszała się w postępie geometrycznym. Rozkład taki odpowiadał strukturze lasu opisanej według jednoramiennej krzywej Liocourt'a-Meyera (Ryc. 3), charakteryzującej wielogeneracyjne drzewostany o szerokim przedziale pierśnic od drzew najcieńszych do najgrubszych. W badanych



Ryc. 2. Udział posuszu (A – rok 1993, B – rok 2003) oraz ubytków (C – okres 1993–2003) w ogólnej liczbie drzew oraz zasobności drzewostanu.

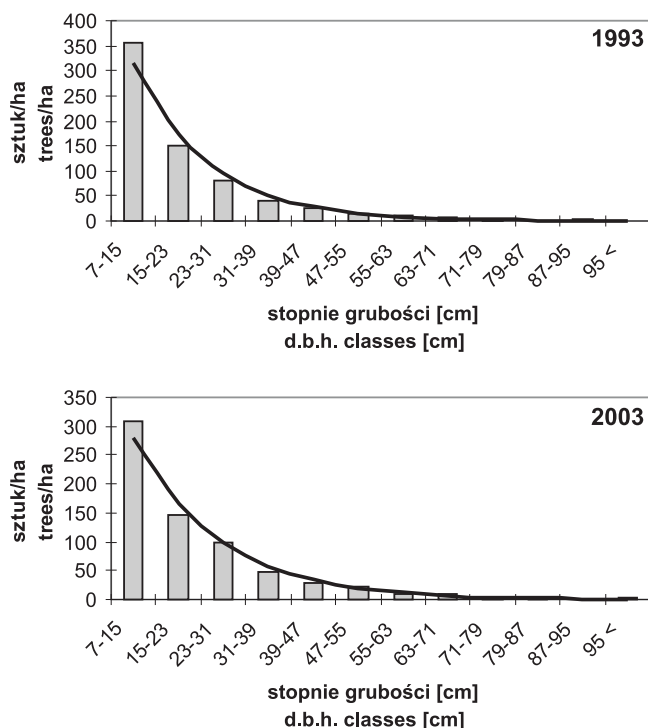
Fig. 2. Share of dry trees (A – in 1993, B – in 2003) and loss trees (C – period 1993–2003) in general number of trees and in general stand volume.

Tabela 2. Miąższość drzew (m^3/ha) w poszczególnych fazach rozwojowych lasu z uwzględnieniem masy posuszu, ubytków i dorostów oraz okresowego bieżącego przyrostu miąższości ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{rok}$).

Table 2. Volume of trees (m^3 per ha) in particular phases of forest development with taking into consideration volume of dry trees, loss trees, ingrowth trees and periodical increment of volume (m^3 per ha per year).

Warstwa Stand layer	Faza O1 Phase O1		Faza O2 Phase O2		Faza T1 Phase T1		Faza T2 Phase T2		Razem Sum	
	1993	2003	1993	2003	1993	2003	1993	2003	1993	2003
Drzewostan dojrzały Mature stand	480,51	571,50	380,63	476,13	659,52	744,04	504,11	577,13	506,57	588,20
Posusz Dry trees	3,28	11,25	15,84	23,93	29,89	43,46	3,09	40,91	13,51	30,53
Ubytek Loss trees	-11,21		-4,21		-24,85		-10,83		-12,57	
Dorost Ingrowth trees	0,98		0,72		1,63		1,01		1,04	
Przyrost Increment of volume	10,12		9,89		10,77		8,28		9,31	

buczynach przedział ten zawierał się w granicach 7–160 cm i był opisany wysokim współczynnikiem zmienności, który wynosił ponad 80%.



Ryc. 3. Rozkład drzew w stopniach grubości.

Fig. 3. Distribution of trees in d.b.h classes.

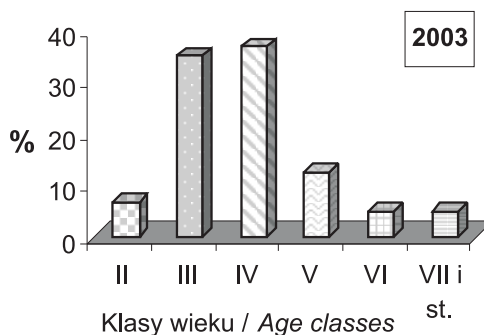
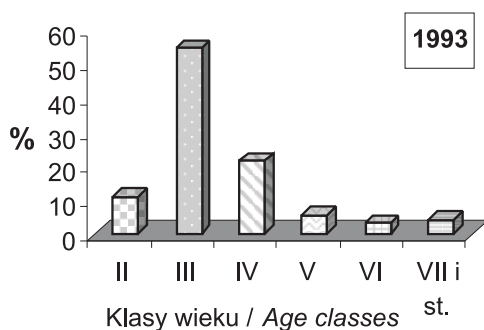
Przeprowadzone porównanie rzeczywistego rozkładu drzew w stopniach grubości z rozkładem teoretycznym Liocourt'a-Meyera za pomocą testu χ^2 (Tab. 3) dowodzi istotnych zmian, jakie w strukturze litej buczyny bieszczadzkiej zaszły w ciągu 10-letniego okresu kontrolnego. Przy braku zgodności rozkładu empirycznego pierśnic z przebiegiem krzywej Liocourt'a-Meyera na początku tego okresu (rok 1993), po 10 latach (rok 2003) stwierdzono jego dopasowanie do wzorcowej struktury lasu przerębowego. Wiązało się to przede wszystkim ze spadkiem frekwencji drzew w najniższym stopniu grubości, który spowodował wyrównanie rozkładu (polegające na większej proporcjonalności stopnia pierwszego w stosunku do kolejnych w ciągu geometrycznym) i w konsekwencji zgodność z krzywą Liocourt'a-Meyera.

Rozkład pierśnic według jednoramiennnej krzywej frekwencji Liocourt'a-Meyera na ogół odpowiada rozkładowi wieku poszczególnych drzew, toteż ocena struktury badanych lasów według *kryterium Assmanna* wykazała wysoki stopień złożoności dolnoreglowych buczyn bieszczadzkich. Na większości powierzchni badawczych stwierdzono bowiem obecność drzew z trzech, a często nawet z czterech lub pięciu, różnych klas wieku, przy czym najwięcej występowało osobników zaliczonych do III bądź IV klasy (Ryc. 4).

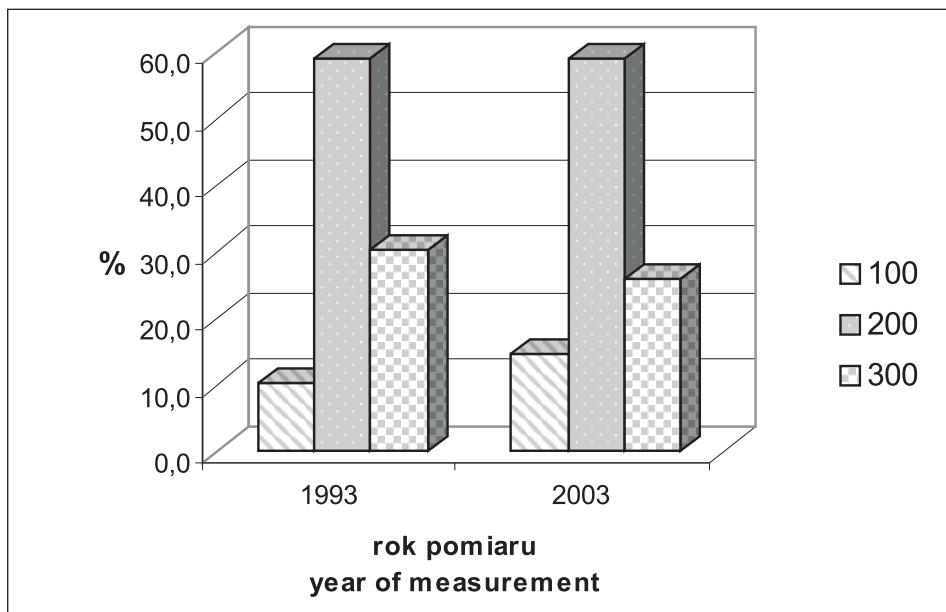
Tabela 3. Zgodność rozkładu pierśnic z rozkładem teoretycznym wg Liocourt'a-Meyera (test χ^2).**Table 3.** Concordance of d.b.h. distribution with theoretical distribution by Liocourt-Meyer (chi-squared test).

Test χ^2 <i>Chi-squared test</i>	Rok pomiaru <i>Year of measurement</i>	
	1993	2003
df	22	23
α	0,05	0,05
$\chi^2_{\text{tabl.}}$	33,924	35,172
$\chi^2_{\text{obl.}}$	43,074	24,522
$P_{\text{obl.}}$	0,01	0,38
$\chi^2_{\text{obl.}} > \chi^2_{\text{tabl.}}$	–	+

Objaśnienia / *Explanations*: df – stopnie swobody / *degrees of freedom*; α – poziom ufności / *confidence level*; χ^2 – statystyka testu χ^2 / *statistic of chi-squared test*; p – prawdopodobieństwo / *probability*; „+” – zgodność z rozkładem Liocourt'a-Meyera / *concordance with Liocourt-Meyer distribution*.

**Ryc. 4.** Struktura klas wieku.**Fig. 4.** Age class structure.

Wysokość drzew w badanych buczynach była znacznie mniej zróżnicowaną cechą aniżeli grubość. Opisywał ją niemal dwukrotnie niższy współczynnik zmienności wahający się w granicach 40%, przy czym w warstwie drzewostanu dojrzałego można było wyodrębnić trzy wyraźnie zaznaczone piętra (Ryc. 5).



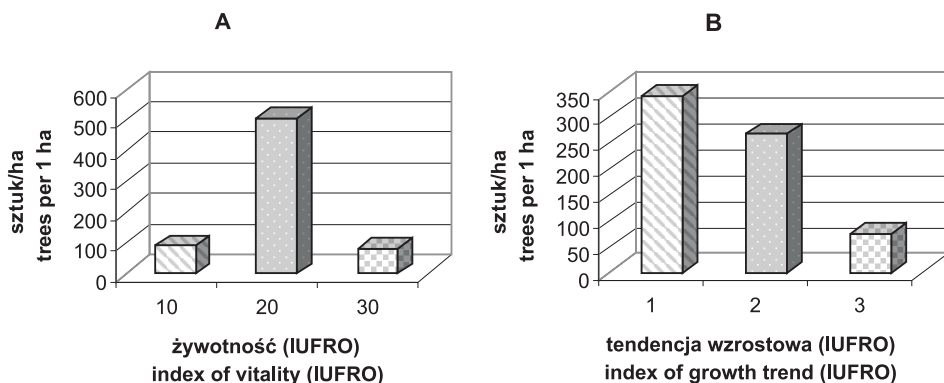
Ryc. 5. Budowa pionowa drzewostanu dojrzałego (wg klasyfikacji IUFRO: 100 – piętro górne, 200 – piętro środkowe, 300 – piętro dolne).

Fig. 5. Vertical structure of mature stand (by IUFRO classification: 100 – upper storey, 200 – middle storey, 300 – lower storey).

Zgodnie z założeniem Jaworskiego i in. (2000 a) oraz klasyfikacją IUFRO wyróżniono: piętro górne (warstwa 100 w klasyfikacji IUFRO – 15% wszystkich drzew w roku 2003), które obejmowało drzewa o wysokościach z przedziału 27,5–40,0 m i pierśnicach z zakresu 22–101 cm; piętro środkowe (warstwa 200 – 59%): drzewa powyżej 13,5 m wysokości, zakres pierśnic: 7–97 cm; piętro dolne (warstwa 300 – 26%): drzewa do 13 m wysokości, przedział pierśnic: 7–19 cm. Należy przy tym zauważyć, że zgodnie z przyjętymi kryteriami piętro najwyższe w roku 1993 nie było jeszcze dostatecznie wykształcone – udział w nim drzew wynosił tylko 10,5%. Stąd zasadne wydaje się przypuszczenie, że zmiana, jaka zaszła w ciągu 10-letniego okresu kontrolnego, może świadczyć o dużej dynamice procesu przemieszczania się drzew z niższych warstw drzewostanu do wyższych, w tym także z podrostu do dolnego piętra drzewostanu.

Ilustracją tego procesu mogą być wyniki klasyfikacji IUFRO, którą przeprowadzono na wszystkich powierzchniach badawczych dla każdego drzewa powy-

żej 7-centymetrowego progu pomiaru pierśnicy (Ryc. 6). Zdecydowana większość drzew (74,4%) odznaczała się wysoką żywotnością, charakterystyczną dla osobników normalnie rozwiniętych, 13,6% drzew było silnie rozwiniętych, a 12,0% – słabo. Jednocześnie 50,3% drzew wykazywało tendencję rozwojową typową dla osobników awansujących do wyższej warstwy drzewostanu, 38,9% liczebności przypadło na „drzewa stagnujące”, a tylko 10,8% było „drzew spadających”.



Ryc. 6. Klasyfikacja IUFRO dla drzew powyżej 7-centymetrowego progu pomiaru pierśnicy (10 – drzewo silnie rozwinięte, 20 – drzewo normalnie rozwinięte, 30 – drzewo słabo rozwinięte; 1 – drzewo awansujące, 2 – drzewo stagnujące, 3 – drzewo spadające).

Fig. 6. IUFRO classification for trees that d.b.h. is 7 cm and more (10 – strong developed tree, 20 – average developed tree, 30 – weak developed tree, 1 – tree shifting into higher stand layer, 2 – tree remaining in the same stand layer, 3 – tree shifting into lower stand layer).

Przy stosunkowo mało istotnych zmianach liczebnościowych, badane buczyny charakteryzowały się znacznym przyrostem bieżącym miąższości. Przyrost ten, między 1993 a 2003 rokiem, wyniósł 9,31 m³/ha/rok zapewniając dodatnią zmianę zasobności i akumulację zapasu drzewostanów, który na końcu okresu kontrolnego wynosił 588,20 m³/ha (Tab. 2).

Pod względem odnowienia naturalnego badane buczyny uznać należy za bardzo dobrze odnawiające się (Tab. 1). Łączną liczebność młodego pokolenia tych lasów oszacowano w 2003 roku na 72 366 sztuk/ha, przy czym aż 96% stanowił nalot (69 441 sztuk/ha). W porównaniu ze stanem odnowienia na początku okresu kontrolnego (1993 rok) oznaczało to zdecydowany jego przyrost. Liczba drzew w warstwie podrośtu zwiększyła się prawie dwukrotnie (z 1575 do 2925 sztuk/ha), natomiast średnie szacunkowe pokrycie powierzchni przez nalot wzrosło z kilkunastu do ponad 20%.

Liczebność młodego pokolenia była przy tym wyraźnie uzależniona od zagęszczenia warstwy górnej drzewostanu, a ściślej mówiąc od jego przerzedzenia (luk). Najdogodniejsza pod tym względem sytuacja panowała zatem w drzewosta-

nach fazy terminalnej starszej (T2) – przy frekwencji drzew dojrziałych, wynoszącej w 2003 roku 584 sztuk/ha (Tab. 1), liczebność w warstwie nalotu oszacowano na 94 800 sztuk/ha, a w warstwie podrostu na 4220 sztuk/ha. Dane te pokazują, jak dynamicznie w buczynach karpackich przebiega proces ich odnawiania. Już niewielka zmiana liczby drzew w górnej warstwie drzewostanu, związana ze zmianą warunków świetlnych w jego wnętrzu, skutkuje niemal natychmiastowym pojawieniem się młodego pokolenia drzew. Pogląd ten zdają się potwierdzać także obserwacje dotyczące zwarcia koron. Na podstawie szacunku wzrokowego stwierdzono co prawda (Tab. 4), że najczęstszym typem zwarcia w badanych buczynach było zwarcie umiarkowane (0,8–0,7), jednak w drzewostanach najstarszych, w których odnowienie naturalne było liczniejsze (faza T2), obserwowano również fragmenty lasu o zwarcu przerywanym (0,6–0,5). Świadczyły o tym umiarkowane przyrosty roczne pędów głównych w podroście (od 4 cm w fazach optymalnych do 8 cm w fazach terminalnych – Tab. 4).

Tabela 4. Przyrosty pędu głównego w warstwie podrostu w zależności od średniego współczynnika zwarcia drzewostanu.

Table 4. Increments of tree main stem in undergrowth layer depending on average index of stand density in trees crown canopy.

Faza rozwojowa lasu <i>Development phase of forest</i>	Średni współczynnik zwarcia drzewostanu* <i>Average index of stand density in trees crown canopy*</i>	Przyrost pędu głównego w podroście (cm) <i>Increment of main trees stem in undergrowth layer (cm)</i>		
		2000	2001	2002
Faza O1 <i>Phase O1</i>	1,68	3,67	3,65	3,47
Faza O2 <i>Phase O2</i>	1,89	3,05	3,02	3,43
Faza T1 <i>Phase T1</i>	1,96	7,77	7,24	8,24
Faza T2 <i>Phase T2</i>	2,12	7,72	7,03	7,19
Razem <i>Total</i>	1,92	5,35	5,03	5,42

*Objaśnienia / *Explanations*: 1 – zwarcie pełne / *full density* (0,9–1,0); 2 – zwarcie umiarkowane / *temperate density* (0,7–0,8); 3 – zwarcie przerywane / *broken density* (0,5–0,6); 4 – brak zwarcia / *lack density* (<0,5).

Podsumowanie

Na podstawie własnych badań oraz w odniesieniu do wyników licznych opracowań Jaworskiego i współpracowników, dotyczących polskich lasów karpackich o charakterze pierwotnym, większość drzewostanów litej buczyny Bieszczadzkiego Parku Narodowego w strefie regla dolnego można zaklasyfikować do stadium dorastania w cyklu rozwojowym lasu klimaksowego. Wydaje się bowiem, że obraz badanych buczyn odpowiada ogólnemu opisowi tego stadium, jaki podaje Jaworski (1990, 2000). Pisze on, że: *w drzewostanie charakterystycznym dla stadium dorastania przeważają drzewa młodej generacji, które cechuje dynamiczny rozwój (przyrost miąższości i zasobność na jednostce powierzchni wzrasta). Przerwy w zwarciu, powstałe w wyniku obumierania drzew starej generacji albo związane z przedwczesnym wydzielaniem się pojedynczych drzew nowego cyklu rozwojowego szybko wypełniają się. Stadium to odznacza się dużym udziałem drzew w środkowej lub dolnej warstwie, wysokim stopniem zwarcia, dużą żywotnością drzew (w tym drzew o większych rozmiarach), nieznaczną śmiertelnością okazów z górnej warstwy, przeciętną liczbą żywych drzew oraz średnią zasobnością drzewostanu, która w warunkach regla dolnego Karpat osiąga 510–700 m³/ha.*

W świetle powyższego opisu budowę i strukturę badanych buczyn bieszczadzkich można podsumować następująco:

- O przewadze drzew młodej generacji świadczy wysoka liczba drzew na jednostce powierzchni (ok. 700 sztuk/ha) oraz największy udział drzew III i IV klasy wieku (po kilkadziesiąt procent);
- W okresie kontrolnym nastąpił wyraźny wzrost zasobności drzewostanów o ponad 80 m³/ha, czemu towarzyszył wysoki roczny przyrost bieżący miąższości przekraczający 9 m³/ha/rok;
- Proces wypełniania powstałych w drzewostanie luk przez młode pokolenie drzew zachodził z dużą dynamiką, o czym świadczył wysoki stan odnowień naturalnych (ponad 70 000 sztuk/ha w roku 2003);
- W budowie pionowej drzewostanu można było wyróżnić 2 lub 3 piętra drzewostanu dojrzałego, z których najwyraźniej zarysowane było piętro środkowe, a następnie piętro dolne.
- Na większości powierzchni badawczych drzewostany charakteryzowały się wysokim stopniem zwarcia odpowiadającym zwarciu umiarkowanemu (0,7–0,8), przy którym przyrosty roczne drzew w warstwie podrostu osiągały niewielkie przyrosty roczne pędów głównych (od 4 do 8 cm);
- Zdecydowana większość drzew w warstwie drzewostanu dojrzałego (ponad 70%) odznaczała się wysoką żywotnością, charakterystyczną dla osobników normalnie rozwiniętych, wykazując przy tym tendencję rozwojową typową dla osobników awansujących do wyższej warstwy drzewostanu (ok. 50% drzew);

- Śmiertelność drzew stanowiła niewielki procent ogólnej liczebności oraz łącznej zasobności drzewostanów w odniesieniu do stanu początkowego (rok 1993) i nie wpłynęła na drastyczny spadek frekwencji w okresie kontrolnym (kilkanaście sztuk/ha). Ponadto, wraz ze stosunkowo niewielką ilością wydzielającego się posuszu i przy wysokim przyroście mądrości drzew żywych, nie stwarzała również zagrożenia dla trwałości istnienia lasu.

Pod względem zróżnicowania struktury wysokości i grubości drzew, największy stopień złożoności drzewostan osiąga, zdaniem Jaworskiego (1990, 2000), właśnie w stadium dorastania. Jednocześnie autor ten podaje, że w pewnych warunkach, w młodszych fragmentach lasu i średnich klasach wieku, może wykształcić się także postać jednowiekowa i jednogatunkowa. Związana jest ona jednak najczęściej z nagłym rozpadem lasu pod wpływem czynników abiotycznych lub biotycznych i powstaje na skutek wielkopowierzchniowego odnowienia.

O wysokim stopniu złożoności buczyn bieszczadzkich w strefie regla dolnego świadczą:

- Duże zróżnicowanie struktury grubościowej (współczynnik zmienności ok. 80%), odpowiadające szerokiemu przedziałowi pierśnic, który zawierał się w granicach od 7 do 160 cm;
- Zgodność rozkładu pierśnic z „idealnym” wzorcem teoretycznym Liocourta-Meyera dla lasu wielogeneracyjnego, którą stwierdzono w roku 2003;
- Zróżnicowanie struktury wysokościowej (współczynnik zmienności ok. 40%) odpowiadające wielopiętrowej budowie pionowej drzewostanu, która wykazywała cechy lasu przerębowego;
- Zgodność z kryterium Assmanna, którą stwierdzono na większości powierzchni badawczych. Struktura wiekowa badanych buczyn obejmowała drzewa od najmłodszych do najstarszych klas wieku, przy czym najliczniej reprezentowane były osobniki zaliczone do klasy III i IV.

Wnioski

1. Większość litych buczyn w strefie regla dolnego Bieszczadzkiego Parku Narodowego wykazuje podobieństwo do struktury i dynamiki lasu pierwotnego w stadium dorastania.
2. Podobieństwo drzewostanów wykorzystywanych gospodarczo w przeszłości do formy lasu pierwotnego może świadczyć o tendencji naturalnych zbiorowisk roślinnych do powrotu do form najlepiej dostosowanych do aktualnych warunków siedliskowych.
3. Wielopiętrowa i wielogeneracyjna struktura drzewostanów litych buczyny karpackiej pozwala na realizację modelu lasu wielofunkcyjnego i może

stanowić wzór do naśladowania dla zagospodarowanych górskich lasów bukowych. W dobie globalnych zmian klimatycznych odnalezienie takiego wzorca, podlegającego okresowym obserwacjom na stałych powierzchniach badawczych, jest niezwykle cenne z punktu widzenia gospodarki leśnej prowadzonej na podstawach ekologicznych.

Literatura

- Assmann E. 1968. Nauka o produktywności. PWRiL Warszawa, ss. 628.
- Bernadzki E. 1994. Półnaturalna hodowla lasu jest nadal aktualna. *Las Polski* 4: 7–10.
- BULiGL O/Przemysł 1996. Wdrożenie statystyczno-matematycznej metody inwentaryzacji i kontroli zasobów leśnych. W: Plan Ochrony Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Operat ochrony ekosystemów leśnych. BULiGL O/Przemysł, Przemysł, mps.
- Chodzicki E. 1960. Udoskonalone rębnie jako środek do zwiększania produkcji drewna w leśnictwie, zgodny z postulatami sił wytwórczych przyrody. *Sylvan* 9: 1–27.
- Chodzicki E. 1976. Zagadnienie współdziałania hodowli lasu z postulatami kształtowania środowiska przyrodniczego w Polsce. *Folia For. Pol., Ser. A*, 22: 15–27.
- Dietrich H., Müller S., Schlenker G. 1970. *Urwald von morgen. Bannwaldgebiete der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg*. Ulmer Verlag, Stuttgart, ss. 174.
- de Liocourt F. 1898. De l'aménagement des sapinières. *Bull de la Société Forestière de France-Compté et Belfort. Besançon, France*: 396–409.
- Jaworski A. 1990. Struktura i dynamika rozwoju drzewostanów oraz powstawanie obnowień w lasach górskich o charakterze pierwotnym. *Post. Tech. Leś.* 49: 5–20.
- Jaworski A. 1997. Karpackie lasy o charakterze pierwotnym i ich znaczenie w kształtowaniu proekologicznego modelu gospodarki leśnej w górach. *Sylvan* 4: 33–49.
- Jaworski A. 2000. Zasady hodowli lasów górskich na podstawach ekologicznych. W: Nowoczesne metody gospodarowania w lasach górskich. Poznański R., Jaworski A. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych. Warszawa, ss. 228.
- Jaworski A. 2003. Główne zadania hodowli lasu w terenach górskich i zasady ich realizacji. *Sylvan* 2: 3–19.
- Jaworski A., Karczmarski J. 1990 a. Struktura i dynamika dolnoreglowych drzewostanów o charakterze pierwotnym w Babiogórskim Parku Narodowym (na przykładzie trzech powierzchni doświadczalnych). *Acta Agr. et Silv., Ser. Silv.*, vol. 29: 31–48.
- Jaworski A., Karczmarski J. 1990 b. Budowa i struktura dolnoreglowych drzewostanów o charakterze pierwotnym w Babiogórskim Parku Narodowym. *Acta Agr. et Silv., Ser. Silv.*, vol. 29: 49–63.
- 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. 1995. Budowa, struktura, dynamika i możliwości produkcyjne górnoreglowych borów świerkowych w Babiogórskim Parku Narodowym. *Acta Agr. et Silv., Ser. Silv.*, vol. 33: 75–113.
- 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). *J. For. Sci.* 48, 2: 141–149.
- Jaworski A., Kopeć L. 1988. Budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie „Łabowiec”. *Acta Agr. et Silv., Ser. Silv.*, vol. 27: 43–62.

- Jaworski A., Paluch J. 2002. Factors affecting the basal area increment of the primeval forests in the Babia Góra National Park, Southern Poland. *Forstw. Cbl.* 121: 97–108.
- Jaworski A., Skrzyszewski J. 1995. Budowa, struktura i dynamika drzewostanów dolnoregłowych o charakterze pierwotnym w Rezerwacie Łopuszna. *Acta Agr. et Silv., ser. Silv.*, vol. 33: 3–37.
- Jaworski A., Karczmarski J., Skrzyszewski J. 1994 a. Dynamika, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie „Łabowiec”. *Acta Agr. et Silv., Ser. Silv.*, vol. 32: 3–26.
- Jaworski A., Karczmarski J., Skrzyszewski J., Świątkowski W. 1992. Struktura i dynamika dolnoregłowych drzewostanów karpackich o pierwotnym charakterze. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Sesja Naukowa*, z. 36 275. 95–111.
- Jaworski A., Karczmarski J., Skrzyszewski J., Świątkowski W. 1994 b. Structure and dynamics of lower subalpine timber stands of Carpathian Mts of primeval character. W: *Research and Management of the Carpathian Natural and Primeval Forest. Reports from the Conference of Association of Carpathian Natural Parks and Protected Areas. Bieszczady National Park, Ustrzyki Górne, Poland, 11–12 October 1994*, s. 23–39.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Opyd Z. 2000 a. Bukowe lasy o charakterze pierwotnym jako model lasów przerębowych. *Acta Agr. et Silv., Ser. Silv.*, vol. 38: 3–31.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Skoczeń W. 2000 b. Budowa i struktura górnoregłowych borów świerkowych na Pilsku. *Sylvan* 7: 35–53.
- Jaworski A., Pach M., Skrzyszewski J. 1995. Budowa i struktura drzewostanów z udziałem buka i jaworu w kompleksie leśnym Moczarnie oraz pod Rabią Skalą (Bieszczady). *Acta Agr. et Silv., Ser. Silv.*, vol. 33: 39–73.
- Jaworski A., Skrzyszewski J., Świątkowski W., Kaczmarek J. 1991. Budowa i struktura dolnoregłowych drzewostanów o charakterze pierwotnym na wybranych powierzchniach w Bieszczadach Zachodnich. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Leśnictwo* 20: 17–43.
- Karczmarski J., Loryś S. 1993. Charakterystyka budowy i struktury oraz wybranych cech hodowlanych dolnoregłowego jodłowego drzewostanu przerębowego w Karpackim Państwowym Parku Przyrodniczym na Ukrainie. *Acta Agr. et Silv., ser. Silv.*, vol. 31: 81–95.
- Koop H. 1989. *Forest dynamics. SILVI-STAR: A comprehensive monitoring system*. Springer Verlag. Berlin-Heidelberg-New York, pp.230
- Korpel S. 1982. Degree of equilibrium and dynamical changes of the forest on example of natural forests of Slovakia. *Acta Fac. For. Zvolen* 24: 9–31.
- Korpel S. 1989. *Prálesy Slovenska*. Bratislava, Veda, ss. 329.
- Korpel S. 1995. *Die Urwälder der Westkarpaten*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart-Jena-New York, ss. 310.
- Kowalski M. 1982. Rozwój drzewostanów naturalnych na powierzchni badawczej w Białowieckim Parku Narodowym. *Rozprawy Naukowe i Monografie SGGW-AR Warszawa*, ss. 87.
- Leibundgut H. 1959. Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwalderen. *Schweiz. Zeit. f. Forstw.* 110, 3: 111–124.
- Leibundgut H. 1977. Über die Notwendigkeit naturnahen Waldbaues. *Schweiz. Zeit. f. Forstw.* 128, 7: 490–502.
- Leibundgut H. 1978. Über die Dynamik europäischer Urwälder. *Allg. Forstzeitschr.* 24: 686–690.
- Leibundgut H. 1982. *Europäische Urwälder der Bergstufe*. Verlag Paul Haupt. Bern und Stuttgart, ss. 306.
- Magin R. 1959. Struktur und Leistung mehrschichtiger Mischwälder in den Alpen. *Mitt. a.d. Staaraforstverwaltung Bayerns*, H. 30, ss. 161.
- Mayer H. 1971. Das Buchen – Naturwaldreservat Dobra/Kamplaiten im niederösterreichischen Waldviertel. *Schweiz. Zeit. f. Forstw.* 122, 2: 45–66.
- Meyer H. A. 1933. Eine mathematisch-statistische Untersuchung über den Aufbau des Plenterwaldes. *Schweiz. Zeitschr. Forstwes.*, 84, 1: 33–46; 3: 88–103; 4: 124–130.
- Nather J. 1986. Ein Grund mehr: Naturverfugung zur Erhaltung der genetischen Vielfalt. *Allg. Forstztg*, Jg 97, 12.

- Paczoski J. 1930. Lasy Białowieży. W: Monografie naukowe. Państwowa Rada Ochrony Przyrody. Poznań-Warszawa, ss. 575.
- Polansky B. 1971. Hodowla lasu (tłum. z czeskiego). PWRiL, Warszawa, ss. 420.
- Prusa E. 1985. Die bohmischen und mährischen Urwälder – ihre Struktur und Ökologie. Academia, Praha, ss. 578.
- Przybylska K. 1993. Badanie dynamiki procesów lasotwórczych na podstawie stałych powierzchni próbnych statystyczno-matematycznego systemu inwentaryzacji i kontroli lasu. *Roczniki Bieszczadzkie* 2: 95–108.
- Przybylska K. 1995. Monitorowanie procesów zachodzących w drzewostanach Bieszczadzkiego Parku Narodowego. *Roczniki Bieszczadzkie* 4: 254–255.
- Rutkowski B. 1989. Urządzanie lasu. Cz. I. Skrypt dla Szkół Wyższych. AR Kraków, ss. 148.
- Schütz J. Ph. 1986. Charakterisierung des naturnahen Waldbaus und Bedarf an wissenschaftlichen Grundlagen. Schweiz. Zeit. Forstw. 137, 9: 747–760.
- Skrzydłowski T. 1998. Odnowienia lasu w naturalnych drzewostanach dolnoregłowych w Karpatach. *Sylwan* 11: 43–54.
- Szymański S. 2000. Ekologiczne podstawy hodowli lasu. PWRiL, Warszawa, ss. 479.
- Tepljakov V. K., Kuzmichev Ye. P., Baumgartner D. M., Everett R. L. 1999. A history of Russian forestry and its leaders. Washington State University, ss. 80.
- Włoczewski T. 1972. Dynamika rozwoju drzewostanów w oddziale 319 Białowieskiego Parku Narodowego. *Fol. For. Pol., Ser. A*, nr 20: 5–37.
- Zieliński R., Zieliński W. 1990. Tablice statystyczne. PWN, Warszawa, ss. 453.

Summary

The study presents results of the structure and dynamics analysis of pure beech stands growing in lower-mountain zone in the Bieszczady National Park. Results from 400 sq. m circle sample plots in 10-years control period (1993–2003) were subjected to analyses from a point of view of similarity to the structure and dynamics of the primeval forest as a pattern for forestry based on ecological principles.

With references to description of development stages and phases of climax forest by Korpel (1982, 1989), it was found that pure beech stands show significant similarity to the structure and dynamics of primeval forest in growing-up stage. Multiple-generations and multiple-storeys stands structure (from 2 to 3 storeys) and high diversity of d.b.h. structure (range of d.b.h. amounted from 7 to 160 cm) are described in the stands. Many young generation trees (the most often from III or IV age classes) represent good vitality (more than 70% trees) and dynamic development (ca. 50% trees). The stands represent also high volume increment (more than 9 m³/ha/year) and positive accumulation of stand volume (more than 80 m³/ha in control period). Simultaneously, with low mortality of mature trees (few % in general number of trees and stands volume) an intensive process of natural trees regeneration occurs in stand gaps. This process is expressed very clearly by high number of trees in undergrowth and natural seedlings layers (more than 70 000 trees/ha in 2003).

The similarity between pure beech stands which had been used commercially in the past and the primeval forms of forest shows a tendency of returning natural forest communities to the natural stage. For that reason they could be treated as the archer for managed beech mountain forests especially in order to fulfill multifunctional model of forestry based on ecological principals.