

Zmiany składu gatunkowego i struktury drzewostanów Gorczańskiego Parku Narodowego w latach 1992–2007

Changes of the species composition and structure of stands of the Gorce National Park during the period 1992–2007

Kazimierz Chwistek

Abstract: The work presents the course of dynamics of tree stands in the Gorce National Park from 1992 to 2007. Special attention was given to tree mortality, recruitment and forest regeneration processes. In majority of tree stands, the tree number, stand volume and basal area have increased in this period and moreover intensive forest regeneration was observed. During 15 years number of Norway spruces has decreased by 20% on average and by 13% in the species composition. At the same time density of silver fir has increased by 88% and of European beech by 17%, amounting to 10% and 1% increase in the species composition respectively.

Key words: stand volume, tree recruitment, tree mortality, volume increment, forest dynamics, nature protection, Gorce National Park, Carpathians,

*Pracownia Naukowo-Edukacyjna Gorczańskiego Parku Narodowego, Poręba Wielka 590,
34-735 Niedźwiedź, e-mail: kazimierz.chwistek@gorcepn.pl*

WSTĘP

Specyficzne cechy ekosystemów leśnych związane z ich długowiecznością i na ogół wielkoobszarnością sprawiają, że w badaniach dynamiki lasu pełnym pomiarem drzew można objąć najwyżej niewielkie fragmenty drzewostanów i to z reguły bez możliwości identyfikacji poszczególnych osobników, co uniemożliwia dokładniejszą analizę mechanizmów przemian. Dlatego najlepszym sposobem na stwierdzenie zmian w składzie gatunkowym i strukturze drzewostanów jest okresowe powtarzanie pomiarów na stałych powierzchniach badawczych. Jedną z najstarszych serii pomiarowych, na 5 stałych powierzchniach badawczych w Puszczy Białowieskiej, zapoczątkował w 1936 roku profesor Tadeusz Włoczewski (Włoczewski 1954; Bernadzki i in. 1997; Brzeziecki 2008). Również w 1936 roku, w rezerwacie ścisłym w masywie

Trzech Koron w Pieninach (269,72 ha) wykonano pełny pomiar drzewostanu, który stał się podstawą do badań dynamiki lasu, ale już w oparciu o statystyczno-matematyczny system inwentaryzacji i kontroli lasu na stałych kołowych powierzchniach próbnych (Dziewolski 1980a, 1980b, 1991b). W tej metodzie wyboru powierzchni próbnych dokonuje się w sposób losowy (systematyczny). Reprezentację badanego obszaru stanowi seria stałych kołowych powierzchni próbnych, wielkości 400 lub 500 m², odpowiadających niewielkim płatom roślinności leśnej. Zgodnie z teorią procesów stochastycznych możliwe jest w takim przypadku wnioskowanie z określonym prawdopodobieństwem o składzie gatunkowym i strukturze lasu całego obszaru, z którego te powierzchnie pochodzą, a przy kolejnych pomiarach o dynamice zachodzących zmian.

Od 1969 roku, kiedy statystyczno-matematyczna metoda inwentaryzacji została po raz pierwszy za-

stosowana w Polsce (Rutkowski i in. 1972), zyskuje coraz większą popularność, szczególnie w obszarach chronionych (Dziewolski 1991b; Dziewolski, Rutkowski 1991; Przybylska i in. 1995; Kucharzyk i Przybylska 1997; Jędryszczak, Miścicki 2001; Raj, Zientarski 2004; Chwistek 2007). Obecnie siedem z dziewięciu górskich parków narodowych posiada jednolite systemy powierzchni kołowych. Łącznie na obszarze ok. 30 tys. ha lasów zlokalizowanych jest 3578 powierzchni kołowych, tworzących tzw. sieci podstawowe (Przybylska, Kucharzyk 2007). W Gorczańskim Parku Narodowym jednolita sieć powierzchni próbnych na całym obszarze (7030 ha) powstała w 1992 roku. Od tego momentu w równych, 5-letnich odstępach czasowych wykonuje się na nich pomiary drzew i odnowień.

Zasadniczym celem niniejszej pracy jest przedstawienie dynamiki drzewostanów Gorczańskiego Parku Narodowego w latach 1992–2007, ze szczególnym uwzględnieniem intensywności i wzajemnych relacji pomiędzy procesami ubytku drzew, dorostu oraz odnawiania lasu, a także wskazanie najbardziej prawdopodobnych przyczyn zachodzących zmian.

METODYKA

W badaniach wykorzystano statystyczno-matematyczny system inwentaryzacji i kontroli lasu na stałych kołowych powierzchniach próbnych (Rutkowski 1989). Materiał badawczy stanowiły wyniki czterech pomiarów przeprowadzonych w latach: 1992, 1997, 2002 i 2007 roku na 402 powierzchniach, rozmieszczonych w regularnej siatce kwadratów o boku 400 m. Na każdej powierzchni (500 m²) mierzono pierśnice (średnica na wysokości 1,3 m) drzew żywych, od 7 cm wzwyż. W trakcie kolejnych pomiarów drzewa martwe i wycięte rejestrowano jako ubytki, a te które w okresie od ostatniego pomiaru przekroczyły próg pomiaru pierśnic (7 cm) – jako dorost. Na współśrodkowym kole o powierzchni 100 m² liczono i mierzono podrost (osobniki o wysokości powyżej 50 cm i pierśnicy poniżej 7 cm). Od 1997 roku podrosty, które przekroczyły wysokość 1,3 m mały również mierzoną pierśnicę.

Pierwsze pomiary nalotów świerka, jodły i buka (pozostałe gatunki nie były inwentaryzowane) wykonano w 1993 roku na 350 powierzchniach i opublikowano w pracy Niemtura i innych (1994).

Za nalot przyjmowano osobniki o wysokości do 50 cm, bez siewek jednorocznych. Od 1997 roku nalot inwentaryzowano na 4 gronowych powierzchniach o wielkości 1,25 m² każda, z podziałem na dwie kategorie: o wysokości do 25 cm i powyżej 25 cm.

Metodyka pomiarów na powierzchniach i przetwarzania danych została szczegółowo opisana w pracach Chwistka (1995, 2001).

WYNIKI

SKŁAD GATUNKOWY I ZAGĘSZCZENIE WARSTWY DRZEW

W trakcie pierwszego pomiaru na powierzchniach badawczych w 1992 roku, w warstwie drzew stwierdzono 13 gatunków (świerk pospolity, buk zwyczajny, jodła pospolita, klon jawor, wierzba iwa, jarzab pospolity, modrzew europejski, olsza szara, jesion wyniosły, topola osika, wiąz górski, brzoza brodawkowata, czereśnia dzika). Głównymi gatunkami lasotwórczymi był świerk, buk i jodła, na które przypadało 97,7% ogólnej liczby drzew i 99,0% zapasu. W ciągu 15 lat przekroczyły próg pomiaru pierśnic dwa nowe gatunki: leszczyna pospolita i olsza czarna, a ogólny udział gatunków domieszkowych zwiększył się z 2,3% do 3,8%. Z tej grupy gatunków tylko liczebność i udział procentowy olszy szarej zmniejszył się blisko o połowę.

Średnie zagęszczenie drzew w drzewostanach Parku stopniowo się zwiększało: od 499 szt./ha w 1992 do 564 szt./ha w 2007 roku (Tab. 1). Podobna tendencja utrzymywała się w drzewostanach buczyny karpackiej i dolnoglezowego boru jodłowo-świerkowego, jedynie w świerczynie górnoglezowej zagęszczenie drzew zmniejszało się (Tab. 2). Za wzrost zagęszczenia drzew w drzewostanach odpowiada głównie jodła, której zagęszczenie w skali całego Parku, w ciągu 15 lat, wzrosło o 68 drzew/1 ha, tj. o 88% w stosunku do stanu z 1992 roku. Liczebność buka zwiększyła się w tym samym czasie o 33 szt./ha, a gatunków domieszkowych, z wyjątkiem olszy szarej, o 10 szt./ha. Świerk z kolei systematycznie zmniejszał swoją liczebność. W ciągu 15 lat jego zagęszczenie spadło o 45 drzew/ha (20%); największe nasilenie tego procesu miało miejsce w latach 2002–2007 (Ryc. 1). Jedynym zbiorowiskiem, w którym liczebność świerka nie zmniejszała się przez pierwsze 10 lat obserwacji był dolnoglezowy bór jodłowo-świerkowy. W ostatnim okresie po-

Tabela 1. Zmiany wybranych cech drzewostanów Gorczańskiego Parku Narodowego w latach 1992–2007.

Table 1. Changes of selected stand features in forests of the Gorce National Park in the period 1992–2007.

Cecha drzewostanu / Tree stand property	Jednostki / Denominations	Rok / Year	Wartość / Value
Liczba drzew / Number of trees	szt./ha ind./ha	1992	499,2
		1997	516,5
		2002	554,0
		2007	564,5
Zasobność / Stand volume	m ³ /ha	1992	352,6
		1997	379,5
		2002	404,8
		2007	402,3
Powierzchnia przekroju / Basal area	m ² /ha	1992	29,88
		1997	31,81
		2002	33,68
		2007	33,26
Dorost drzew / Tree recruitment	szt./ha/rok ind./ha/year	1992–1997	9,0
		1997–2002	13,8
		2002–2007	11,4
		1992–2007	11,4
Ubytek drzew / Tree mortality	szt./ha/rok ind./ha/year	1992–1997	5,6
		1997–2002	6,3
		2002–2007	9,3
		1992–2007	7,1
	m ³ /ha/rok m ³ /ha/year	1992–1997	2,7
		1997–2002	4,1
Przyrost miąższności / Volume increment	m ³ /ha/rok m ³ /ha/year	1992–1997	7,9
		1997–2002	8,9
		2002–2007	7,5
		1992–2007	8,1
Podrost ogółem / Total saplings	szt./ha ind./ha	1992	2752
		1997	2820
		2002	2905
		2007	3549
Podrost wyrośnięty (d _{1,3} =4–6 cm) / Grown-up saplings (D.B.H.=4–6 cm)	szt./ha ind./ha	1992	b.d.
		1997	180
		2002	218
		2007	240
Nalot ogółem (h ≤ 0,5 m) / Total seedlings (h ≤ 0,5 m)	szt./ha ind./ha	1993	8044
		1997	27157
		2002	14105
		2007	15357
Nalot (0,25 m < h ≤ 0,5 m) / Seedlings (0,25 m < h ≤ 0,5 m)	szt./ha ind./ha	1993	b.d.
		1997	1606
		2002	2454
		2007	2838

miarowym, po 2002 roku nastąpił jednak spadek zagęszczenia świerka o 48 drzew/ha (Ryc. 2).

W ślad za zmianami zagęszczenia drzew, zmienił się udział poszczególnych gatunków w składzie drzewostanu. Ogólnie w ciągu 15 lat udział świerka zmniejszył się o 13% (z 43,7% do 30,7%) z tego tylko w latach 2002–2007 o blisko 6%. Udział jodły zwiększył się o 10,2%, z 15,6% w 1992 roku do 25,8% w 2007 roku, buka wzrósł o 1,3%, a gatunków domieszkowych o 1,5% (Ryc. 1).

W żyznej buczynie karpackiej, liczebność buka zwiększała się, jednak wolniej niż innych gatunków, głównie jodły, co spowodowało niewielki spadek jego udziału do 54% w 2007 roku (Ryc. 1). Udział świerka zmniejszył się o 8,8% (z 23,2% w 1992 r. do 14,4% w 2007 r.) i o taką samą wartość wzrósł udział jodły (z 18,8% do 27,6%).

Największe zmiany składu gatunkowego miały miejsce w dolnoregłowym borze jodłowo-świerkowym. W 1992 roku w drzewostanie wyraźnie dominował świerk (59,5%), udział jodły wynosił 26,8%, a buka 11,8%. W ciągu 15 lat udział świerka zmniejszył się prawie o 20% do 39,6%, a jodły wzrósł do 42%. Jodła w tym krótkim czasie podwoiła liczebność: ze 154 szt./ha w 1992 roku do 319 szt./ha w 2007 roku.

W górnoregłowym borze świerkowym udział świerka zmniejszył się z 87,1% w 1992 roku do 79,6% w 2007 roku, wzrósł natomiast udział gatunków domieszkowych: buka, jodły, jarzębu pospolitego, modrzewia, brzozy brodawkowatej i jaworu (Ryc. 2).

ZASOBNOŚĆ I POWIERZCHNIA PIERŚNICOWEGO PRZEKROJU DRZEW

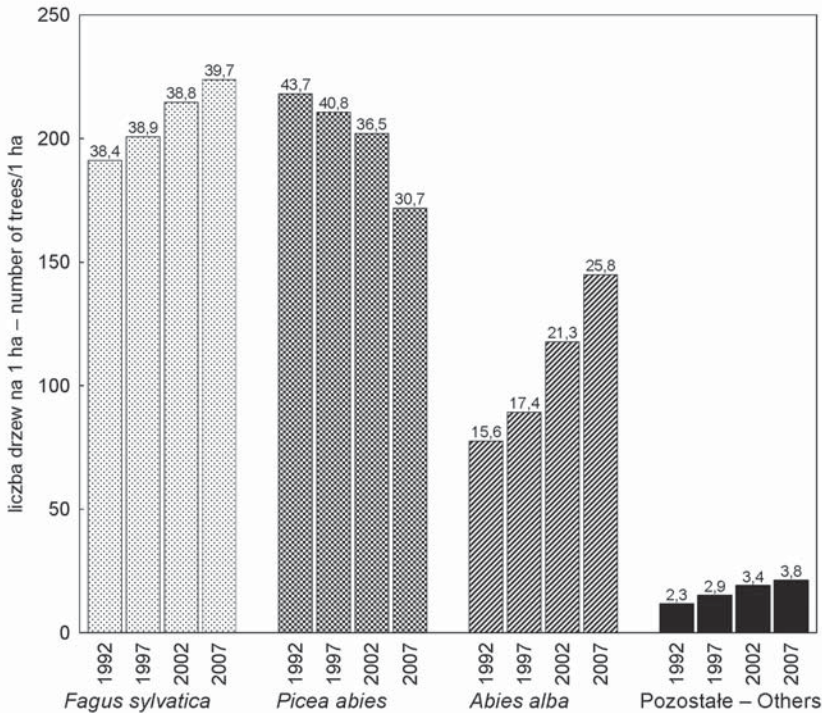
Średnia zasobność drzewostanów całego Parku, wynosząca w 1992 roku 353 m³/ha, przez pierwsze 10 lat zwiększała się osiągając kulminację w 2002 roku (405 m³/ha), po czym nieznacznie spadła do 402 m³/ha w 2007 roku (Tab. 1). Podobny przebieg zmian średniej zasobności z kulminacją w 2002 roku, zachodził w świerczynie górnoregłowej (Tab. 2). Świerki obumierały tu cały czas, ale ich miąższność w pierwszym

okresie była mniejsza od odkładającego się na drzewach żywych przyrostu miąższości. Sytuacja uległa zmianie po 2002 roku, kiedy tempo wydzielania się świerka zwiększyło się dwukrotnie. W żyznej buczynie karpackiej i dolnoreglowym borze jodłowo-świerkowym spadku zasobności jak dotąd nie odnotowano, gdyż ubytek miąższości świerka był rekompensowany przyrostem buka i jodły (Tab. 2). Podobnie powierzchnia przekroju pierśnicowego drzew w tych zbiorowiskach systematycznie rosła osiągając w 2007 roku wartość 34,0 m²/ha w buczynie karpackiej i 31,8 m²/ha w borze jodłowo-świerkowym. W borze górnoreglowym po kulminacji w 2002 roku (35,2 m²/ha) nastąpił spadek powierzchni pierśnicowego przekroju drzew (Tab. 2).

Tabela 2. Zmiany zagęszczenia drzew, zasobności i powierzchni przekroju pierśnicowego drzew w głównych zbiorowiskach leśnych Gorceńskiego Parku Narodowego w latach 1992–2007.

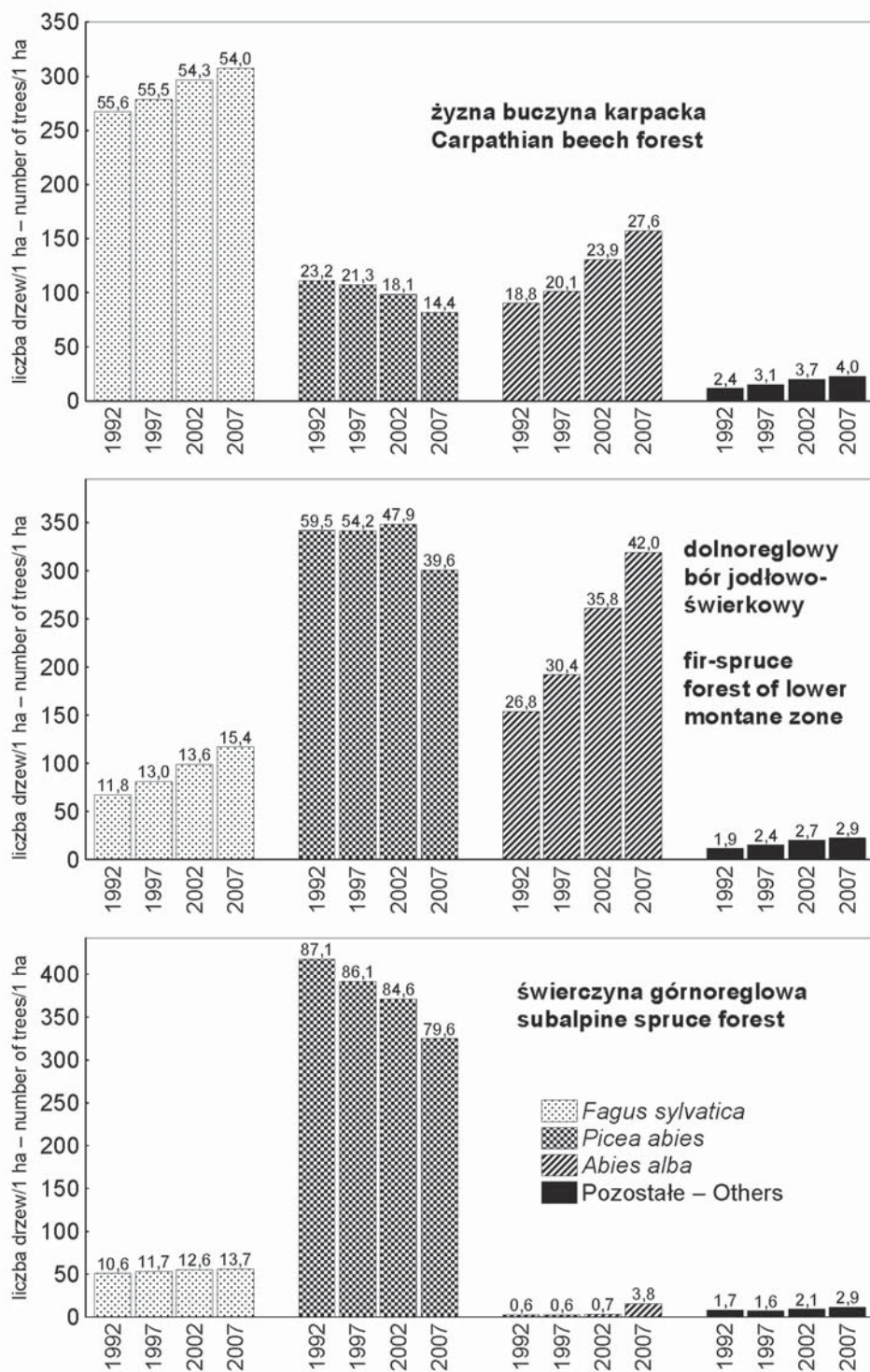
Table 2. Changes of tree density, stand volume and basal area in the main forest communities of the Gorce National Park in the period 1992–2007.

Cecha drzewostanu / Tree stand property	Jednostki / Denominations	Rok / Year	Zbiorowisko leśne / Forest community		
			<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	<i>Abieti-Piceetum</i>	<i>Plagiothecio-Piceetum</i>
Liczba drzew / Number of trees	szt./ha ind./ha	1992	480,2	574,5	479,4
		1997	502,4	630,7	454,8
		2002	546,3	728,3	438,6
		2007	569,3	759,7	408,0
Zasobność / Stand volume	m ³ /ha	1992	360,5	276,2	357,2
		1997	388,4	306,1	380,3
		2002	413,2	345,2	403,3
		2007	425,4	355,2	365,4
Powierzchnia przekroju / Basal area	m ² /ha	1992	29,43	25,16	32,39
		1997	31,42	27,70	33,78
		2002	33,25	31,11	35,16
		2007	34,05	31,80	31,65



Ryc. 1. Zmiany składu gatunkowego i zagęszczenia drzew w drzewostanach Gorceńskiego Parku Narodowego w latach 1992–2007. Liczby nad słupkami informują o procentowym udziale gatunku w drzewostanie.

Fig. 1. Changes in the species composition and density of trees in tree stands of the Gorce National Park in the period 1992–2007. Numbers above the bars indicate the percentage proportions of species in the stand composition.



Ryc. 2. Zmiany składu gatunkowego i zagęszczenia drzew w głównych zbiorowiskach leśnych Gorceńskiego Parku Narodowego w latach 1992–2007. Liczby nad słupkami informują o procentowym udziale gatunku w drzewostanie.

Fig. 2. Changes in the species composition and density of trees in the main forest communities of the Gorce National Park in the period 1992–2007. Numbers above the bars indicate the percentage proportions of species in the stand composition.

**DOROST, UBYTEK I PRZYROST
MIĄŻSZOŚCI DRZEW**

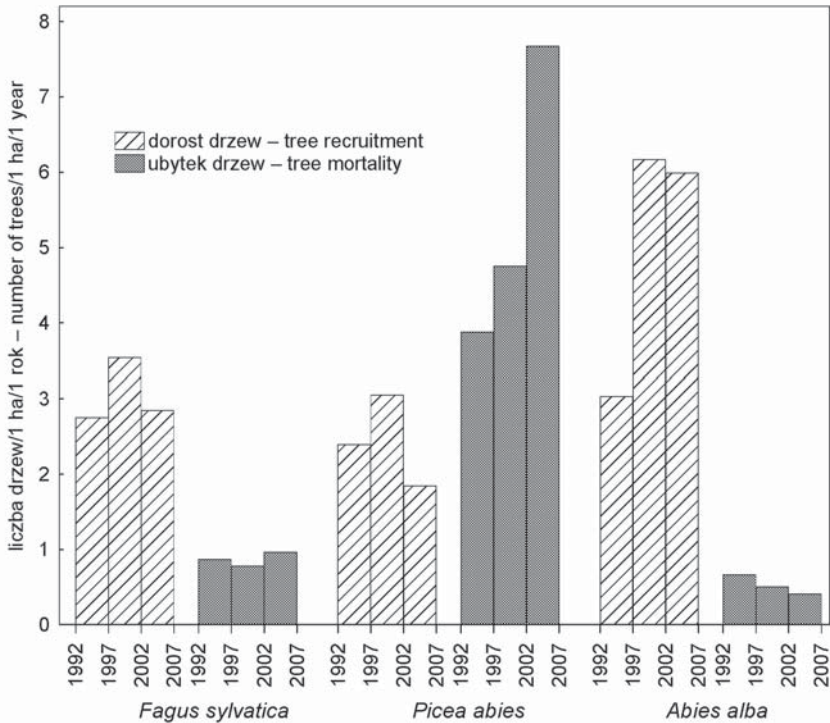
Opisane powyżej zmiany składu gatunkowego, zagęszczenia i powierzchni pierścnicowego przekroju drzew i zasobności drzewostanu są następstwem procesów: dorastania podrostu do piętra drzew, obumierania drzew i przyrostu miąższości. W latach 1992–2007 próg pomiaru pierśnic przekroczyło 171 drzew na 1 hektarze lasu, co daje średnią roczną intensywność 11,4 szt./ha/rok. W dorocie wystąpiły wszystkie gatunki budujące warstwę drzew z wyjątkiem czereśni; najczęściej było jodły (44%) następnie buka (27%) i świerka (21%). Jak dotąd najczęściej podrostu przechodziło do piętra drzew w latach 1997–2002, prawie 14 szt./ha/rok (Tab. 1).

Proces przeciwny – wydziałania się drzew zachodził z przeciętną intensywnością 7 drzew/ha/rok o miąższości 5 m³. Obserwowany jest jednak systematyczny wzrost liczby i miąższości wydziałających się drzew. Przykładowo w latach 2002–2007 roczna miąższość ubytków drzew 8,2 m³/ha/rok

była dwa razy większa niż w poprzedzającym pięcioletnim okresie.

Na rycinie 3 zestawiono ze sobą liczbę dorastających i wydziałających się drzew trzech głównych gatunków lasotwórczych w Parku, w pięcioletnich okresach pomiarowych. W populacji jodły i buka dorost drzew zdecydowanie przeważa nad ubytkami, co skutkuje wzrostem ich liczebności w drzewostanach. Natomiast wzmoczone wydziałanie się świerka (77% wszystkich ubytków) nie jest równoważone dorostem, dysproporcja ta zwiększyła się najbardziej w latach 2002–2007. W najkorzystniejszej sytuacji demograficznej znajduje się jodła, stosunek liczby dorastających drzew do ubytków zwiększył się z 1:5 w latach 1992–1997 do 1:15 w latach 2002–2007, w przypadku buka wynosił przeciętnie 1:4.

Najwyższy bieżący przyrost miąższości drzewostanu odnotowano w latach 1992–2002 (8,9 m³/ha/rok), najniższy — 7,5 m³/ha/rok w latach 2002–2007, przeciętnie w całym okresie 8,1 m³/ha/rok.



Ryc. 3. Porównanie procesu ubytku i dorostu drzew trzech głównych gatunków lasotwórczych Gorceńskiego Parku Narodowego w pięcioletnich okresach, w latach 1992–2007.

Fig. 3. Comparison between tree mortality and tree recruitment of three main stand-forming species in the Gorce National Park within five-year periods, from 1992 to 2007.

ODNOWIENIE

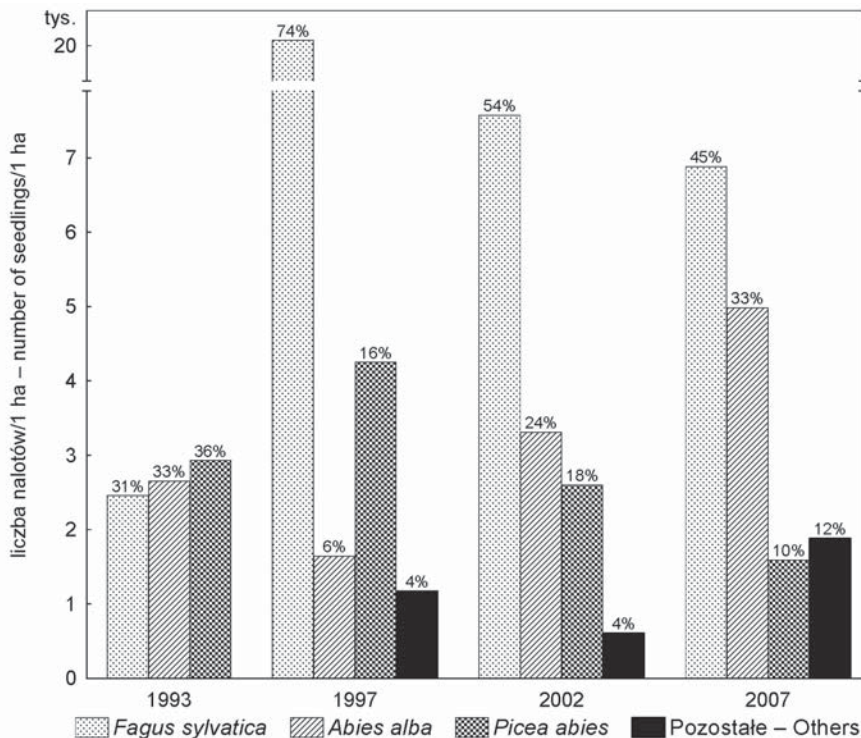
W młodym pokoleniu drzew największe zmiany zagęszczenia i składu gatunkowego miały miejsce w jego najniższej warstwie zaliczonej do nalotu. W 1993 roku udziały 3 głównych gatunków lasotwórczych: buka, świerka i jodły (tylko te gatunki były inwentaryzowane) były zbliżone, a ich średnie zagęszczenie wynosiło ponad 8 tys. osobników/ha (Tab. 1). Do 1997 roku średnia liczebność nalotów wzrosła do ponad 27 tys. osobników/ha, a jego skład gatunkowy został zdominowany przez buka (74%). Stało się tak głównie na skutek pojawienia się dużych ilości odnowień buka, po obfitym urodzaju nasion w 1995 (większość zinwentaryzowanych buków stanowiły osobniki dwuletnie). Ogółem w 1997 roku ponad 94% osobników wszystkich gatunków w nalocie nie przekroczyło 25 cm wysokości.

Jak wykazały dwie kolejne inwentaryzacje, średnie zagęszczenie nalotu osiągnęło poziom 14 tys. szt./ha w 2002 roku i 15 tys. szt./ha

w 2007 roku. W składzie gatunkowym nadal dominował buk, ale jego zagęszczenie i udział systematycznie się zmniejszały; podobnie przebiegały zmiany liczebności świerka (Ryc. 4). Najwięcej nalotów świerka stwierdzono w 1997 roku – ponad 4 tys. szt./ha, w kolejnych latach było ich coraz mniej, aż w 2007 roku osiągnął poziom 1,6 tys. szt./ha (10,4%). Podobną liczebność w 2007 roku miał jawor – ok. 1,5 tys. szt./ha (9,6%). Gatunkiem, który najbardziej zwiększył swój udział w warstwie nalotu: z 1,6 tys. szt./ha (6%) w 1997 roku do 5 tys. szt./ha (33%) w 2007 roku była jodła.

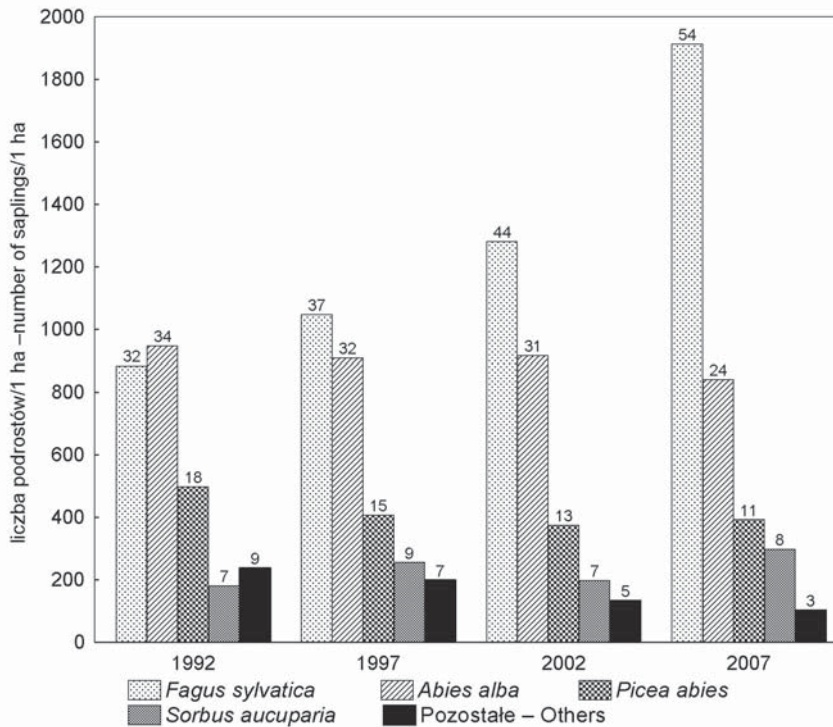
Stopniowy wzrost liczebności osobników o wysokości od 25 do 50 cm: z 1,6 tys. szt./ha w 1997 roku do 2,8 tys. szt./ha w 2007 roku (Tab. 2) wskazuje na korzystne warunki wzrostu nalotu.

Średnie zagęszczenie podrostu w skali całego Parku zwiększyło się z 2750 szt./ha w 1992 roku do 3550 szt./ha w 2007 roku. Początkowo wzrost liczebności był nieznaczny, o ok. 70 szt./ha/5 lat, natomiast



Ryc. 4. Zmiany składu gatunkowego i zagęszczenia nalotu w drzewostanach Gorczańskiego Parku Narodowego w latach 1992–2007. Liczby nad słupkami informują o procentowym udziale gatunku w drzewostanie.

Fig. 4. Changes in the species composition and density of seedlings in tree stands of the Gorce National Park in the period 1992–2007. Numbers above the bars indicate the percentage proportions of species in the stand composition.



Ryc. 5. Zmiany składu gatunkowego i zagęszczenia porostu w drzewostanach Gorczańskiego Parku Narodowego w latach 1992–2007. Liczby nad słupkami informują o procentowym udziale gatunku w drzewostanie.

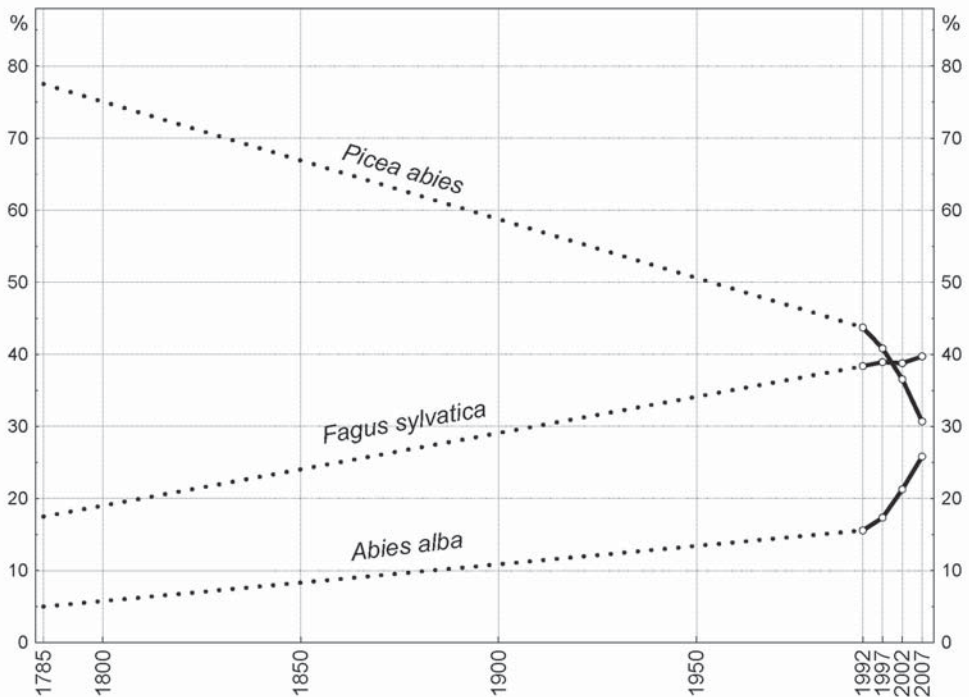
Fig. 5. Changes in the species composition and density of saplings in tree stands of the Gorce National Park in the period 1992–2007. Numbers above the bars indicate the percentage proportions of species in the stand composition.

w końcowym pięcioleciu wyniósł już 640 szt./ha (Tab. 1). Podrost występował przeważnie pod okapem drzewostanu lub w lukach, stąd też w jego składzie wyraźnie dominowały gatunki cieniowytrzymałe: buk i jodła (66–78%) potrafiące egzystować przez dłuższy czas przy ograniczonym dopływie światła. W ciągu 15 lat najbardziej zwiększyło się zagęszczenie i udział buka z 32% w 1992 roku do 54% w 2007 roku. Liczebność pozostałych gatunków zmieniała się w dużo mniejszym zakresie (Ryc. 5). Średnie zagęszczenie jodły wyniosło 904 szt./ha, świerka 419 szt./ha, a jarzęba pospolitego 234 szt./ha.

Liczebność wyrosniętego podrostu o pierśnicy 4–6 cm, który ma największe szanse na przejście do warstwy drzew, systematycznie się powiększała, ze 180 szt./ha w 1997 roku do 240 szt./ha w 2007 roku. W jego składzie w 2007 roku najwięcej było jodły (44%), następnie buka (32%) i świerka (14%). Można się więc spodziewać dalszego wzrostu udziału jodły w drzewostanach Parku.

DYSKUSJA

Większość drzewostanów Parku, zwłaszcza w reglu dolnym przechodziła w latach 1992–2007 okres intensywnego rozwoju o czym świadczy wzrost liczby drzew, zasobności, powierzchni przekroju pierśnicowego drzew, wysoki bieżący przyrost miąższości, duża ilość odnowień podokapowych (Tab. 1–2). W świerczynie górnoreglowej na skutek przeredzania i powierzchniowego rozpadu drzewostanów zagęszczenie drzew systematycznie się zmniejszało, przez pierwsze 10 lat nie pociągało jednak za sobą spadku średniej zasobności i powierzchni przekroju pierśnicowego drzew, wręcz przeciwnie wartości te rosły osiągając kulminację w 2002 roku. Sytuacja uległa radykalnej zmianie w pięcioleciu 2002–2007, kiedy to głównie na skutek huraganowych wiatrów, zasobność i pole powierzchni pierśnicowego przekroju drzew zmniejszyły się do poziomu z początku badań. Szczególnie niszczycielski charakter miał dla lasów



Ryc. 6. Przypuszczalny kierunek zmian składu gatunkowego lasów Gorców w ciągu ostatnich 200 lat oraz ich natężenie w drzewostanach Gorczańskiego Parku Narodowego w latach 1992–2007.

Fig. 6. Presumable direction of species composition changes in forests of Gorce Mts in the last 200 years and their intensity in tree stands of the Gorce National Park in 1992–2007.

Parku huragan z 19 listopada 2004 roku, szacuje się że spowodował złamanie lub wyrwocenie ok. 16 000 świerków, głównie w reglu górnym.

Zaobserwowane zmiany, dynamika poszczególnych gatunków mają charakter globalny, zachodzą we wszystkich drzewostanach Parku, niezależnie od typu zespołu leśnego, warunków siedliskowych czy glebowych. Regres świerka zaznacza się zarówno w buczynie karpackiej, gdzie był gatunkiem stosunkowo nielicznym z ok. 20% udziałem, jak i świerczynie górnoreglowej, gdzie tworzy lite drzewostany. Największa przemiana składu gatunkowego dokonała się jednak w drzewostanach dolnoreglowego boru jodłowo-świerkowego, gdzie udział świerka zmniejszył się w ciągu 15 lat o 20%, wzrósł natomiast udział buka (ok. 4%) i jodły o 15%, która tym samym stała się gatunkiem współpanującym (Ryc. 2). O ekspansji jodły może świadczyć nie tylko dynamiczny wzrost liczebności i udziału w typowych dla niej zbiorowiskach dolnoreglowych, ale również coraz liczniejsze wkra-

czanie do świerczyn górnoreglowych. Buk również zwiększa liczebność we wszystkich zbiorowiskach, chociaż dynamika zmian jest znacznie mniejsza niż jodły, a w głównym centrum swego występowania – żywej buczynie karpackiej, obserwowany był nawet niewielki spadek jego udziału.

W całym analizowanym okresie gatunkiem dominującym w warstwie odnowień był buk. Można by się spodziewać, że będzie też gatunkiem najliczniej przechodzącym z warstwy podrostu do piętra drzew, tymczasem dorostów buka było o ponad 60% mniej niż jodły (Ryc. 3). Wynika to najprawdopodobniej z większej cieniozności jodły, która może przez dłuższy czas egzystować nawet pod zwartym okapem drzewostanu w oczekiwaniu na pojawienie się luki w drzewostanie. Po jej powstaniu jest w stanie szybciej zareagować zwiększonym przyrostem na wysokość i grubość. Buk, w przeciwieństwie do jodły, tworzy często bardzo gęste skupienia, w których dochodzi do wzmożonej konkurencji między osobnikami tego samego

gatunku. Po 1997 roku dwukrotnie wzrosła liczba dorosłych jodły, co może być związane ze zwiększonym wydzielaniem się świerka i korzystnym układem warunków meteorologicznych, dzięki którym podrosty jodłowe szybciej przyrastały.

Procesy ustępowania świerka i stopniowej ekspansji buka były obserwowane w Gorcach już od kilkudziesięciu lat (Dziewolski 1985; Dziewolski, Rutkowski 1991; Przybylska i in. 1995). Również w innych obszarach Polski świerk jest zastępowany przez mezo- i eutroficzne gatunki liściaste, głównie, buka, jawora, jesionu i lipę drobnolistną (Dziewolski 1991a; Sokołowski 1991; Kowalski 1994; Bernadzki i in. 1997; Chwistek 2007; Brzeziecki 2008). W Pieninach, gdzie zmiany składu gatunkowego są rejestrowane od 1936 roku, w grupie gatunków zwiększających swój udział znalazła się również jodła (Dziewolski 1980, 1991b, 1992). Badania prowadzone poza Pieninami w latach 60. i 70. ubiegłego wieku wskazywały raczej na osłabienie i zamieranie jodły, co powszechnie wiązano ze wzrostem zanieczyszczeń powietrza (Bernadzki 1983; Ząbecki 1984; Grodzińska, Olaczek 1985; Dziewolski 1987; Jaworski i in. 1995). Również badania z Gorców, z tego okresu wskazywały na ustępowanie jodły ze składu gatunkowego drzewostanów (Dziewolski, Rutkowski 1991; Jaworski, Skrzyszewski 1995; Przybylska i in. 1995). Prowadzono je w stosunkowo niewielkich obiektach (rezerwat „Turbacz”, „Dolina Łopusznej” w strefie powyżej 900 m n.p.m., gdzie zagęszczenie jodły było istotnie mniejsze niż w niższych położeniach regla dolnego (Chwistek i in. 1997). Trudno więc jednoznacznie stwierdzić czy ówczesny regres jodły dotyczył całego jej obszaru występowania w Gorcach, czy miał tylko charakter lokalny, na granicy pionowego zasięgu. Według najnowszych badań również w tych obiektach od przełomu lat 80. i 90. XX wieku obserwowany jest wzrost udziału jodły (Kwinta 2000; Jaworski i in. 2006, Bujoczek 2010).

Zachodzące zmiany składu gatunkowego drzewostanów, próbuje się najczęściej interpretować jako regenerację zbiorowisk, w przeszłości silnie przekształconych w wyniku różnorodnych przejawów antropopresji. Jednym z nich była rabunkowa gospodarka leśna prowadzona w lasach prywatnych Galicji w drugiej połowie XIX wieku (Strzelecki 1900; Szczerbowski 1907; Bujak 1910). Jej przykłady możemy znaleźć również w Gorcach. W największych posiadłościach, do których nale-

żały lasy wielkoporębskie Wodzickich, stanowiące obecnie ok. 60% powierzchni Parku, prowadzono jednak racjonalną gospodarkę leśną, opartą głównie na przerębowym sposobie użytkowania lasu z wykorzystaniem naturalnego odnowienia (Broda 1965; Chwistek 2002). W innych częściach Gorców, jak np. w dolinie Ochotnicy, w dobrym stanie zachowały się lasy w górnych, trudno dostępnych partiach stoków.

W literaturze leśnej poświęconej Gorcom utrzymała się jednak opinia Świerza-Zaleskiego (1930) i Jarosza (1935), że do połowy XIX wieku w Gorcach panował buk i jodła, a świerk został sztucznie wprowadzony na ich siedliska w drugiej połowie XIX wieku. Zdaniem Świerza-Zaleskiego dopiero powyżej 1200 m n.p.m. rosły rodzime drzewostany świerkowe. Wcześniejsze poglądy Potkańskiego (1897), który uważał, że już w okresie późnośredniowiecznego osadnictwa w lasach beskidzkich dominował świerk, zostały przez Jarosza (1935) zakwestionowane. Tymczasem dokumenty źródłowe, jak np. opis lasów wielkoporębskich z 1785 roku wyraźnie wskazują na dominację świerka (80%), który w niższych położeniach występował wyłącznie w postaci litych świerczyn. W tym okresie wpływ człowieka na skład gatunkowy lasów, znajdujących się poza pierwotnymi nadziałami gruntowymi był nieznaczny. Z późniejszych dokumentów, z drugiej połowy XIX wieku, można wywnioskować, że powierzchnia górnoreglowych świerczyn była trzykrotnie większa niż obecnie, a dolna granica regla górnego przebiegała znacznie niżej niż współcześnie (Chwistek 2002).

Na rycinie nr 6 przedstawiono przypuszczalny kierunek zmian składu gatunkowego lasów gorczańskich na przestrzeni ostatnich 200 lat, jaki się wyłania z zestawienia najstarszych opisów historycznych ze współczesnymi inwentaryzacjami. Z tej perspektywy czasowej można lepiej dostrzec jak duże i dynamiczne są zmiany udziału, zwłaszcza świerka i jodły, zachodzące w okresie zaledwie 15 lat.

Kierunek i naturalny charakter stwierdzanych w przeszłości przemian składu gatunkowego lasów, nasuwa przypuszczenie, że mogą być one efektem długofalowych zmian klimatycznych (Brubaker 1986; Kowalski 1994; Kullman 1995). Trwające od połowy XIV do XIX wieku ochłodzenie klimatu Europy, nazywane małą epoką lodową lub małym glacjałem (Trepiańska 1994), charakteryzowało się surowymi, długimi zimami z dużą ilością opadów

i krótkimi okresami wegetacyjnymi. Ocenia się, że średnia roczna temperatura powietrza była wówczas o 0,4°C do 0,5°C niższa niż obecnie (Obrębska-Starkłowa 1997), a chłodny i wilgotny klimat wyraźnie sprzyjał rozwojowi i rozprzestrzenianiu się świerka. Zbieżność czasowa ostatniej fazy małego glaciału przypadającej na drugą połowę XIX wieku (Maruszczak 1988) z okresem masowego wprowadzania świerka w odnowieniach sztucznych nasuwa przypuszczenie, że jednym z czynników, który zdecydował o dużej popularności uprawy świerka były panujące wówczas warunki klimatyczne.

Z końcem XIX wieku rozpoczął się kolejny zwrot klimatyczny określany mianem współczesnego ocieplenia (Trepińska 1994), w trakcie którego następuje wzrost średniej rocznej temperatury powietrza i zmniejsza się roczna amplituda temperatury, przy niemal niezmiennych sumach opadów (Obrębska-Starkłowa i in. 1994). Na skutek wydłużenia okresu wegetacyjnego i wzrostu sumy temperatury efektywnej, powstały sprzyjające warunki wzrostu, obradzania, odnawiania i rozprzestrzeniania się mezo- i eutroficznych gatunków drzew, wzrosła również ich konkurencyjność w stosunku do gatunków o mniejszych wymaganiach ekologicznych (Kowalski 1994). Stwierdzono na przykład, że ciepłe okresy wegetacyjne wpływają dodatnio na zwiększenie szerokości pierścieni rocznych jodły i buka, a ujemnie na przyrost świerka (Feliksik 1993).

Ocieplaniu się klimatu należy też w pierwszej kolejności przypisywać współczesną ekspansję jodły. Zbieżność czasowa pomiędzy zmniejszeniem poziomu zanieczyszczeń powietrza w latach 80. i poprawą żywotności jodły od lat 90. XX wieku mogła nasuwać przypuszczenie, że jest to przejaw regeneracji po ograniczeniu emisji przemysłowych. Na spadek poziomu zanieczyszczeń powietrza pozytywnie zareagowała jednak tylko jodła, świerk nadal przeżywa głęboki regres. Od lat 90. XX wieku, jodła rozprzestrzenia się i zwiększa swój udział również w lasach Ojcowskiego Parku Narodowego, które z racji sąsiedztwa dużych aglomeracji przemysłowych Śląska i Krakowa są nadal narażone na toksyczne oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza (Chwistek 2007). Depresja przyrostowa i obumieranie jodły w latach 60. i 70. XX wieku mogły być efektem nałożenia się toksycznego oddziaływania zanieczyszczeń powietrza z niesprzy-

jającym układem warunków meteorologicznych, objawiających się okresowym spadkiem sumy temperatury efektywnej w okresie wegetacyjnym (Kowalski 1991).

Szeroko dyskutowanym problemem jest oddziaływanie populacji dużych roślinożerców na młode pokolenie lasu. Panuje dosyć powszechny pogląd, że wysokie zagęszczenie jeleniowatych i związana z tym presja na odnowienia i najcieńsze drzewa może zagrażać egzystencji jodły (Szukiel 1994; Jaworski, Skrzyszewski 1995; Miścicki 2000). Ocena uszkodzeń odnowień przeprowadzona w 1993 i 1996 roku (na tych samych powierzchniach co niniejsza praca) wykazała, że 25–30% inwentaryzowanych osobników jodły nosiło ślady żerowania i uszkodzenia przez jeleniowate, tj. zgryzania, spałowania, osmykiwania lub złamania pnia (Miścicki, Żurek 1995; Miścicki 2000). Zdaniem autorów taki stan oznacza kilkakrotne przekroczenie dopuszczalnego poziomu uszkodzeń (według norm przyjętych dla lasów gospodarczych), a wzrost zagęszczenia i presji jeleniowatych w ostatnich 60 latach uważają za czynnik nienaturalny, zagrażający ciągłości odnowienia lasu. Tymczasem jodła okazała się gatunkiem niezwykle dynamicznym, w ciągu 15 lat jej średnie zagęszczenie w drzewostanach Parku wzrosło o 76 szt./ha (88%), a udział w składzie gatunkowym o 10%. W drzewostanach dolnoregłowego boru jodłowo-świerkowego było to analogicznie: 165 szt./ha i 15%. W całym okresie średnie zagęszczenie podrostu utrzymywało się na poziomie ok. 900 szt./ha. Gdyby presja jeleniowatych była rzeczywiście tak silna, masowe przechodzenie podrostu do piętra drzew byłoby niemożliwe. Brak zauważalnego wpływu uszkodzeń na dynamikę jodły wynika głównie z dużej liczebności odnowień jodłowych oraz dużych zdolności regeneracyjnych jodły. Przy ocenie wpływu jeleniowatych na młode pokolenie jodły należy również brać pod uwagę fakt, że wzrasta ono najczęściej w lukach lub pod okapem drzewostanów, o znacznym zagęszczeniu drzew i zasobności (Tab. 1, 2). W takich warunkach tylko nieliczne osobniki, mają szansę na przejście do warstwy drzew, jak wynika z dotychczasowych badań jest to ok. 0,6% podrostu jodły rocznie.

W tym kontekście należałoby zastanowić się również nad zasadnością stosowania na dużą skalę zabiegów chroniących jodłę przed zgryzaniem i spałowaniem w obszarach ochrony czynnej.

Zastosowanie współrzędnych biegunowych do identyfikacji osobników w metodzie oceny uszkodzeń, umożliwiłoby porównanie rozwoju, np. przyrostu wysokości i grubości odnowień uszkodzanych i nieuszkodzanych przez jeleniowate.

PODZIĘKOWANIA

Składam serdeczne podziękowania licznej grupie osób, głównie pracownikom Gorczańskiego Parku Narodowego, które brały udział w pracach terenowych. Dzięki ich zaangażowaniu i wsparciu Dyrekcji Parku pomiary na powierzchniach badawczych są prowadzone nieprzerwanie od 1992 roku, co umożliwiło napisanie niniejszej pracy.

PIŚMIENNICTWO

- Bernadzki E. 1983. Zamieranie jodły w granicach naturalnego zasięgu. [W:] S. Białobok (red.) Jodła pospolita *Abies alba* Mill.: 483–502. PWN, Warszawa – Poznań.
- Bernadzki E., Bolibok L., Brzeziecki B., Zajączkowski J., Żybura H. 1997. Zmiany składu gatunkowego drzewostanów naturalnych w Białowieżskim Parku Narodowym (1936–1993). *Parki Nar. Rez. Przyr.* 16,2: 3–25.
- Broda J. 1965. Początki gospodarstwa leśnego. [W] Dzieje lasów leśnictwa i drzewnictwa w Polsce. Część II. Okres powstawania towarowej gospodarki leśnej: 117–122. PWRiL, Warszawa.
- Brubaker L.B. 1986. Responses of tree populations to climatic change. *Vegetatio* 67: 119–130.
- Brzeziecki B. 2008. Wieloletnia dynamika drzewostanów naturalnych na przykładzie dwóch zbiorowisk leśnych Białowieżskiego Parku Narodowego: *Pino-Quercetum* i *Tilio-Carpinetum*. *Studia Naturae* 54,2: 9–22.
- Bujak F. 1910. Galicja. Leśnictwo. Górnictwo. Przemysł 2,5: 1–22. Wiedza i Życie 4/7, Lwów.
- Bujoczek L. 2010. Wielkość, struktura i stopień rozkładu martwego drewna na tle zmian zasobów leśnych w rezerwach Turbacz i Dolina Łopusznej. Manuskrypt pracy doktorskiej, Katedra Urządzania Lasu, Wydział Leśny Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.
- Chwistek K. 1995. Charakterystyka zasobów leśnych Gorczańskiego Parku Narodowego. *Parki Nar. Rez. Przyr.* 14,3: 33–46.
- Chwistek K. 2001. Dynamic of tree stands in the Gorce National Park (Southern Poland) during the period 1992–1997. *Nature Conservation* 58: 17–32.
- Chwistek K. 2002. Historia lasów i leśnictwa w Gorcach. *Wierchy* 68: 135–160.
- Chwistek K. 2007. Kierunki i dynamika zmian składu gatunkowego i struktury drzewostanów Ojcowskiego Parku Narodowego w latach 1990–2003. *Prądnik. Prace Muz. Szafera* 17: 95–111.
- Chwistek K., Czarnota P., Loch J. 1997. Distribution, structure and dynamics of the european silver fir *Abies alba* Mill. in the Gorce National Park. *Ochr. Przyr.* 54: 15–25.
- Dziewolski J. 1980a. Zmiana struktury i wielkości zasobów lasu w rezerwacie ścisłym w Masywie Trzech Koron w Pieninach w okresie 1936–1972. *Ochr. Przyr.* 43: 129–156.
- Dziewolski J. 1980b. Statystyczno-matematyczna metoda inwentaryzacji drzewostanów na przykładzie rezerwatu ścisłego w masywie Trzech Koron w Pieninach w latach 1972 i 1974. *Ochr. Przyr.* 43: 157–187.
- Dziewolski J. 1985. Charakterystyka i ocena zmian wybranych cech lasu w górnej części zlewni Poniczanki. *Studia Naturae, ser. A*, 29: 157–176.
- Dziewolski J. 1987. Sukcesja wybranych drzewostanów Babiogórskiego Parku Narodowego. *Ochr. Przyr.* 45: 131–156.
- Dziewolski J. 1991a. Kierunki przemian drzewostanów w parkach narodowych Polskich Karpat w warunkach ochrony ścisłej i częściowej. *Prądnik. Prace Muz. Szafera* 4: 9–26.
- Dziewolski J. 1991b. Naturalny rozwój drzewostanów Pienińskiego Parku Narodowego w czasie 51 lat (1936–1987). *Ochr. Przyr.* 49: 111–128.
- Dziewolski J. 1992. Rozwój drzewostanów na zachodnim obszarze Pienińskiego Parku Narodowego w okresie 20 lat (1968–1988). *Ochr. Przyr.* 50: 109–127.
- 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 Forest. Pol., ser. A* 31: 37–48.
- Feliksik E. 1993. Wpływ klimatu na wielkość przyrostów radialnych lasotwórczych gatunków,

- występujących na terenie leśnictwa. Acta Agrar. Silv. ser. Silv. 31: 39–46.
- Grodzińska K., Olaczek R. 1985. Zagrożenia Parków Narodowych w Polsce. PWN, Warszawa.
- Jarosz S. 1935. Badania geograficzno-leśne w Gorcach. Prace Rolniczo-Leśne 16. Kraków.
- Jaworski A., Kaczmarski J., Pach M., Skrzyszewski J., Szar J. 1995. Ocena żywotności drzewostanów jodłowych w oparciu o cechy biomorfologiczne koron i przyrost promienia pierśnicy. Acta Agrar. Silv., ser. Silv. 33: 115–131.
- Jaworski A., Kołodziej Z., 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., Skrzyszewski J. 1995. Budowa, struktura i dynamika drzewostanów dolnoregłowych o charakterze pierwotnym w rezerwacie Łopuszna. Acta Agrar. Silv., ser. Silv. 33: 3–37.
- Jędryszczak E., Miścicki S. 2001. Lasy Parku Narodowego Gór Stołowych. Szczeliniec 5: 79–103.
- Kowalski M. 1991. Climate – a changing component of forest site. Folia Forest. Pol., ser. A 33: 25–34.
- Kowalski M. 1994. Zmiany składu gatunkowego lasów na tle zmian klimatu w ostatnich dwóch stuleciach. Sylwan 138, 9: 33–44.
- Kucharzyk S., Przybylska K. 1997. Skład gatunkowy i struktura drzewostanów w Bieszczadzkim Parku Narodowym oraz monitoring tendencji dynamicznych. Roczniki Bieszczadzkie 6: 147–175.
- Kullman L. 1995. Holocene tree-limit and climate history from the Scandes mountains, Sweden. Ecology 76,8: 2490–2502.
- Kwinta M. 2000. Dynamika przyrostowa świerka, buka i jodły w rezerwacie „Dolina Łopusznej” w Gorczańskim Parku Narodowym w latach 1992–1997. Manuskrypt pracy magisterskiej, Katedra Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody AR w Krakowie.
- Maruszczak H. 1988. Zmiany środowiska przyrodniczego kraju w czasach historycznych. [W] L. Starkel (red.) Przemiany środowiska geograficznego Polski. Wszechnica PAN, Warszawa.
- Miścicki S. 2000. Monitoring oddziaływania jeleniowatych na odnowienie lasu – część planu ochrony Gorczańskiego Parku Narodowego. Szczeliniec 4: 99–112.
- Miścicki S., Żurek Z. 1995. Inwentaryzacja odnowienia lasu i jego uszkodzeń przez jeleniowate w Gorczańskim Parku Narodowym. Sylwan 10: 53–69.
- Niemtur S., Loch J., Chwistek K., Czarnota P. 1994. Charakterystyka ilościowa odnowień naturalnych *Picea abies* (L.) Karst., *Abies alba* Mill. i *Fagus sylvatica* L. w Gorczańskim Parku Narodowym. Parki Nar. Rez. Przyr. 13,2: 67–78.
- Orbębska-Starkłowa B. 1997. Współczesne poglądy na zmiany klimatyczne w Europie w okresie schyłku małego glacjału. [W:] J. Trepńska. Wahania klimatu w Krakowie (1792–1995): 163–190. Instytut Geografii UJ, Kraków.
- Orbębska-Starkłowa B., Bednarz Z., Niedźwiedź T., Trepńska J. 1994. Klimat Karpat w okresie globalnego ocieplenia i prognozowane zmiany gospodarcze. Probl. Zagosp. Ziem Górskich 37: 13–38.
- Potkański K. 1897. Pierwsi mieszkańcy Podhala. Streszczenie pracy pt. „Studia nad pierwotnym osadnictwem Polski”. Pamiętnik Tow. Tatrzańskiego: 82–93.
- Przybylska K., Fujak J., Myćka P. 1995. Dynamika zmian zasobów leśnych w rezerwacie „Dolina Łopusznej” Gorczańskiego Parku Narodowego w okresie kontrolnym 1982–1992. Parki Nar. Rez. Przyr. 14,3: 23–31.
- Przybylska K., Kucharzyk S. 2007. Lasy górskich parków narodowych jako przedmiot ochrony i obiekt badań naturalnych procesów lasotwórczych. Roczniki Bieszczadzkie 15: 15–33.
- Rutkowski B. 1989. Urządzanie lasu. Część I. Skrypty dla Szkół Wyższych, AR im. H. Kołłątaja, Kraków.
- Raj A., Zientarski J. 2004. Charakterystyka drzewostanów i odnowień w Karkonoskim Parku Narodowym. Opera Corcontica 41: 349–366.
- Rutkowski B., Poznański R., Przybylska K. 1972. Wstępne wyniki zastosowania statystycznomatematycznego kontrolnego sposobu inwentaryzacji w rezerwacie Turbacz im. Wł. Orkana w Gorcach. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Leśnictwo 7: 45–69.
- Sokołowski A. W. 1991. Changes in species composition of mixed Scots Pine-Norway Spruce Forest at the Augustów Forest during the period 1964–1987. Folia Forest. Pol., ser. A 33: 5–23.
- Strzelecki H. 1900. Lasy i leśnictwo w Galicji w wieku XIX. Lwów.

- Szczerbowski I. 1907. Pogląd na rozwój polskiego leśnictwa w Galicyi w XIX wieku. Lwów.
- Szukiel E. 1994. Szkody łowieckie w lasach oraz problemy ochrony odnowień. Prace IBL, ser. B 19: 73–80.
- Świercz-Zaleski T. 1930. Rezerwat leśny w Gorcach imienia Wł. Orkana. Ochr. Przyr. 10: 54–58.
- Trepińska J. 1994. Wahania termiczne w Polsce i w Europie – od małego glaciału do współczesnego ocieplenia. Sylwan 138,9: 23–32.
- Włoczewski T. 1954. Materiały do poznania zależności między drzewostanem i glebą w przetrzeniu i czasie. Prace IBL 123: 161–249.
- Ząbecki W. 1984. Rozmiar osłabienia i zamierania jodłowych drzewostanów w Ojcowskim Parku Narodowym znajdującym się pod wpływem przemysłowych emisji. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 15: 329–361.

SUMMARY

The work presents the course of dynamics of tree stands in the Gorce National Park in the period 1992–2007, focusing particularly on the intensity processes of tree mortality and tree recruitment and natural regeneration. Four consecutive inventories were conducted in years 1992, 1997, 2002 and 2007; each of them was carried out on 402 permanent sample plots, distributed in a regular spacing of 400 x 400 m.

Majority of the Park tree stands, particularly in the montane zone, has undergone period of intense

development from 1992 to 2007, which may be proved by increase in tree number, in timber volume, in basal area, by high volume increment and by high number of sub-canopy tree regeneration (Tables 1–2). During 15 years the global occurrence of Norway spruce in the Park tree stands has decreased by 13% (from 43,7% in 1992 to 30,7% in 2007). The share of silver fir has increased by 10,2% (from 15,6% to 25,6%), while occurrence of European beech by 1,3% (Fig. 1). A substantial decline in Norway spruce evidenced by decrease of tree density and of its occurrence can be found in all forest communities comprising this species (Fig. 2). Distinct dynamic increase in silver fir in the Park tree stands arose from very intensive process of moving from sapling stage to canopy trees, 5 trees/ha/year on average, alongside with the low rate of mortality (Fig. 3). Continuous, intensive forest regeneration has occurred in tree stands. Mean density of seedlings and saplings amounted to about 16000 individuals/ha and 3000 individuals/ha respectively. In both layers shadow resistant species, European beech and silver fir were dominants (Fig. 4–5).

It is known from historical documents that the former species composition of the Gorce forest was very different from the present one. Especially the participation of Norway spruce was much higher, even in the period when the anthropopressure was insignificant (Fig. 6).

It seems that the climate warming during the last century favours the renewal and spreading of mesotrophic and eutrophic tree species like silver fir and beech.