

Prądnik. Prace Muz. Szafera	17	95–111	2007
-----------------------------	----	--------	------

KAZIMIERZ CHWISTEK

Pracownia Naukowa Gorczańskiego Parku Narodowego
Poręba Wielka 590, 34–735 Niedzwiedź
e-mail: kazimierz.chwistek@gpn.pl

**KIERUNKI I DYNAMIKA ZMIAN SKŁADU GATUNKOWEGO
I STRUKTURY DRZEWOSTANÓW
OJCOWSKIEGO PARKU NARODOWEGO W LATACH 1990–2003**

**Directions and dynamics of changes in Ojców National Park
composition and structure of stand species in the years 1990–2003**

ABSTRACT. The study presents the course of the Ojców National Park forest dynamics based on dendrological measurements carried out within 258 circular stable test areas in the years 1990–2003. The findings showed the growth of tree breast height thickness and an increase in the average stand volume accompanied by a slight decline in tree stocking. It was also revealed that some light-loving species are gradually disappearing from the species composition, while the number and contribution of species with greater habitat requirements are growing.

KEY WORDS: forest dynamics, species composition, stand volume, breast height diameter and structure

WSTĘP

Badania dynamiki zbiorowisk leśnych objętych ochroną rezerwatową dostarczają z reguły informacji o znaczących, a niekiedy radykalnych zmianach składu gatunkowego i struktury lasu (Szwagrzyk 1988; Korpel 1989, 1994; Dziewolski 1991; Sokołowski 1991, Kowalski 1994; Jaworski i Skrzyszewski 1995; Bernadzki i in. 1997), które próbuje się interpretować jako spontaniczne procesy regeneracyjne fitocenozy po ograniczeniu lub ustąpieniu antropogenicznych czynników zaburzających lub też jako wynik długofalowych zmian klimatycznych (Brubaker 1986; Kowalski 1991; Kullman 1995). Są to jednak ciągle dane niewystarczające do jednoznacznego określenia współczesnych kierunków przemian zbiorowisk leśnych, tym bardziej, że większość badań prowadzona jest na stosunkowo niewielkich obszarach w oparciu o niewielką liczbę subiektywnie wybranych powierzchni próbnych.

Tradycyjne metody wyboru pojedynczych powierzchni badawczych są coraz częściej zastępowane losowym lub systematycznym wyborem większej liczby powierzchni próbnych, często na rozległych obszarach (Nyssönen 1981; Poso, Waite 1995; Przybylska i in. 1996; Chwistek 2001). Reprezentację badanego obszaru leśnego stanowi seria stałych ko-

łowych powierzchni próbnych 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. Powtarzane co pewien okres pomiary wybranych cech wszystkich warstw lasu stanowią podstawę tworzenia szeregów czasowych do oceny kierunków i tempa zmian składu gatunkowego i struktury zbiorowisk leśnych.

Głównym celem przeprowadzonych badań było:

1. Przedstawienie przebiegu i natężenia zmian składu gatunkowego, zagęszczenia drzew i odnowień oraz miąższości drzewostanu w zbiorowiskach leśnych Ojcowskiego Parku Narodowego.

2. Analiza intensywności procesów: obumierania drzew (ubytku), przechodzenia podrostu do warstwy drzew (dorostu), przyrostu miąższości oraz relacji pomiędzy tymi procesami.

3. Poznanie i porównanie tendencji dynamicznych populacji głównych gatunków lasotwórczych Parku.

METODYKA

W badaniach wykorzystano statystyczno-matematyczny system inwentaryzacji i kontroli lasu na stałych kołowych powierzchniach próbnych (Rutkowski 1989).

Materiał badawczy stanowiły wyniki dwóch pomiarów przeprowadzonych w 1990 i 2003 r. na 258 czteroarowych powierzchniach, rozmieszczonych w regularnej siatce kwadratów o boku 200 m. Powierzchnie zostały założone w drzewostanach, w wieku powyżej 40 lat, które zajmowały w 1990 r. 1015 ha, tj. 90,9 % powierzchni leśnej Parku. Pierwszą inwentaryzację drzew i odnowień na powierzchniach w 1990 r. wykonało Biuro Urządzenia Lasu w Krakowie. Zakres prac pomiarowych obejmował:

- określenie gatunku drzewa (w przypadku rodzimych dębów i lip tylko do rodzaju),
- pomiar pierśnicy od 7 cm oraz współrzędnych biegunowych (odległość od środka powierzchni i azymut) wszystkich drzew na powierzchni 400 m²,
- pomiar wysokości drzew oraz zliczenie podrostu (drzewka o wysokości powyżej 50 cm i pierśnicy poniżej 7 cm) na współśrodkowym kole o powierzchni 100 m²,
- szacunkowe określenie składu gatunkowego i pokrycia powierzchni przez nalot (osobniki do 50 cm wysokości) i podszyt.

W trakcie drugiego pomiaru w 2003 r., na podstawie współrzędnych biegunowych z pierwszego pomiaru, odszukano i ponownie pomierzono pierśnice wszystkich drzew żywych. Drzewa martwe i wycięte zarejestrowano jako ubytki a te, które w okresie od ostatniego pomiaru przekroczyły 7 cm próg pomiaru pierśnic jako dorost. Ponadto uściślono i uzupełniono metodykę pomiarów o następujące elementy:

- każde drzewo i krzew określano do gatunku,
- mierzono wszystkie krzewy o pierśnicy większej lub równej 7 cm (w 1990 r. nie mierzono leszczyny pospolitej),
- na kole o powierzchni 100 m² pomierzono pierśnice podrostu, dla drzew i krzewów o grubości 4–6 cm również współrzędne biegunowe oraz policzono wszystkie krzewy o wysokości powyżej 0,5 m,
- nalot z podziałem na dwie kategorie: młodszy (bez siewek jednorocznych) o wysokości do 25 cm i starszy od 25 do 50 cm, pomierzono na 4 stałych, kołowych powierzchniach o wielkości 1,25 m² każda, oddalonych od punktu centralnego powierzchni o 3 m (na czterech głównych kierunkach świata).

Wykorzystując pomiary wysokości drzew wykonane w 1990 i 2003 r. oraz tablice miąższości drzew stojących Czuraja (1991) obliczono wyrównane krzywe miąższości poszczególnych gatunków, tj. funkcje opisujące zależność miąższości pojedynczego drzewa v od jego pierśnicy d . Do aproksymacji danych empirycznych użyto funkcji potęgowej: $v = ad^b$ (Przybylska, Przybylski 1994). Wyrównane krzywe miąższości posłużyły do obliczenia zasobności na początku V_1 i końcu badań V_2 , miąższości dorostu $D_{1,2}$ i ubytku drzew $U_{1,2}$ oraz bieżącego przyrostu miąższości Z_v , który obliczono wg wzoru:

$Z_v = (V_2 - V_1 + U_{1,2} - D_{1,2}) \cdot t^{-1}$; gdzie t oznacza długość okresu pomiędzy pomiarami (13 lat). Obliczono również zagęszczenie (w przeliczeniu na 1ha) drzew i odnowień, średnią roczną intensywność dorostu i ubytku drzew. Dla głównych gatunków lasotwórczych wykonano rozkłady liczby drzew na 4 cm stopnie grubości w 1990 i 2003 r. oraz obliczono procentowe wskaźniki dynamiki dorostu W_{DN} , przyrostu miąższości W_{ZV} i ubytku: W_{UN} – w oparciu o liczbę drzew i W_{UV} – na podstawie miąższości (Przybylska 1993) wg wzorów:

$$\begin{aligned} W_{DN} &= D_{1,2} \cdot N_1^{-1} \cdot 100\%; & W_{UN} &= U_{1,2} \cdot N_1^{-1} \cdot 100\%; \\ W_{UV} &= U_{1,2} \cdot V_1^{-1} \cdot 100\%; & W_{ZV} &= Z_v \cdot V_1^{-1} \cdot 100\%, \end{aligned}$$

N_1 – liczba drzew danego gatunku w 1990 r.

WYNIKI

Skład gatunkowy warstwy drzew

W warstwie drzew, w 1990 r. stwierdzono występowanie 27 gatunków drzew i krzewów. Najliczniejszym gatunkiem był buk, następnie sosna zwyczajna, jodła, grab, jawor, świerk, brzoza brodawkowata, dąb szypułkowy i bezszypułkowy, jesion, jarzębina, modrzew, dąb czerwony (ryc. 1A). Rzadziej, z udziałem poniżej 1% występowały: klon zwyczajny, lipa szerokolistna i drobnolistna, osika, wiąz szypułkowy i górski, olsza czarna, wierzba iwa, czereśnia, czerechca zwyczajna, robinia akacjowa, kasztanowiec zwyczajny, sosna Banksa i głóg jednoszyjkowy. W 2003 r. lista gatunków wzbogaciła się o głóg dwuszyjkowy, którego kilka osobników osiągnęło pierśnicę 7 cm. W obu terminach występowała również leszczyna, lecz nie była mierzona w 1990 r. i stąd nie została uwzględniona w porównaniach.

Średnie zagęszczenie drzewostanów Parku zmniejszyło się z 575 drzew/ha w 1990 r. do 557 drzew/ha w 2003 r., równocześnie wzrosła ich zasobność z 352 do 432 m³/ha (tab. 1). Spadek liczebności dotknął większość gatunków, w największym stopniu sosnę zwyczajną, świerka i brzozę brodawkowatą (ryc. 1A). Zwiększyła się natomiast liczebność gatunków cienioznośnych, najbardziej jodły, następnie buka i jawora, a także lip, wiązów, klona zwyczajnego, czereśni i głogów. Buka, jodłę i jawora cechowała szeroka zmienność pierśnic i asymetryczny kształt rozkładu z kulminacją liczby drzew w najniższych stopniach grubości (ryc. 2).

Odpowiednio do zmian zagęszczenia drzew zmienił się udział poszczególnych gatunków w składzie drzewostanu: najbardziej wzrósł udział jodły (o 2,9%) i buka (2,2%), a zmniejszył świerka (o 1,8%) i sosny (1,7%). W przypadku pozostałych gatunków zmiany udziału nie przekroczyły 1% (ryc. 1A).

Niezależnie od kierunku zmian liczebności gatunków, w większości przypadków zwiększyła się ich miąższość, wyjątek stanowiła tylko osika, wierzba iwa i sosna Banksa. Oznacza to, że odkładający się corocznie przyrost miąższości powiększony o miąższość dorostu był

←
Tabela 1. Zmiany składu gatunkowego warstwy drzew i odnowień oraz intensywność procesów: dorostu drzew, ubytku i przyrostu miąższości w Ojcowskim Parku Narodowym w okresie 1990–2003. Objasnienia: Ah – *Aesculus hippocastanum*, Cm – *Crataegus monogyna*, Co – *Crataegus oxyacantha*, Pb – *Pinus banksiana*, Pp – *Prunus padus*, Rp – *Robinia pseudoacacia*, Sc – *Salix caprea*, Z_v – przyrost miąższości

Table 1. Changes in the layer of the tree and restocking species composition and the intensity of the processes of tree recruitment and volume decrement and increment in Ojców National Park in the period from 1990 to 2003. Explanations: Ah – *Aesculus hippocastanum*, Cm – *Crataegus monogyna*, Co – *Crataegus oxyacantha*, Pb – *Pinus banksiana*, Pp – *Prunus padus*, Rp – *Robinia pseudoacacia*, Sc – *Salix caprea*, Z_v – volume increment

w analizowanym okresie większy niż miąższość obumarłych i wyciętych drzew. W ciągu 13 lat najbardziej wzrosła zasobność buka o 40 m³/ha (32%), następnie jodły i jawora (ryc. 1B). Największe zmiany w składzie miąższościowym drzewostanów dokonały się w obrębie dwóch dominujących gatunków: buka – wzrost udziału o 2,9% i sosny – spadek o 3,5%.

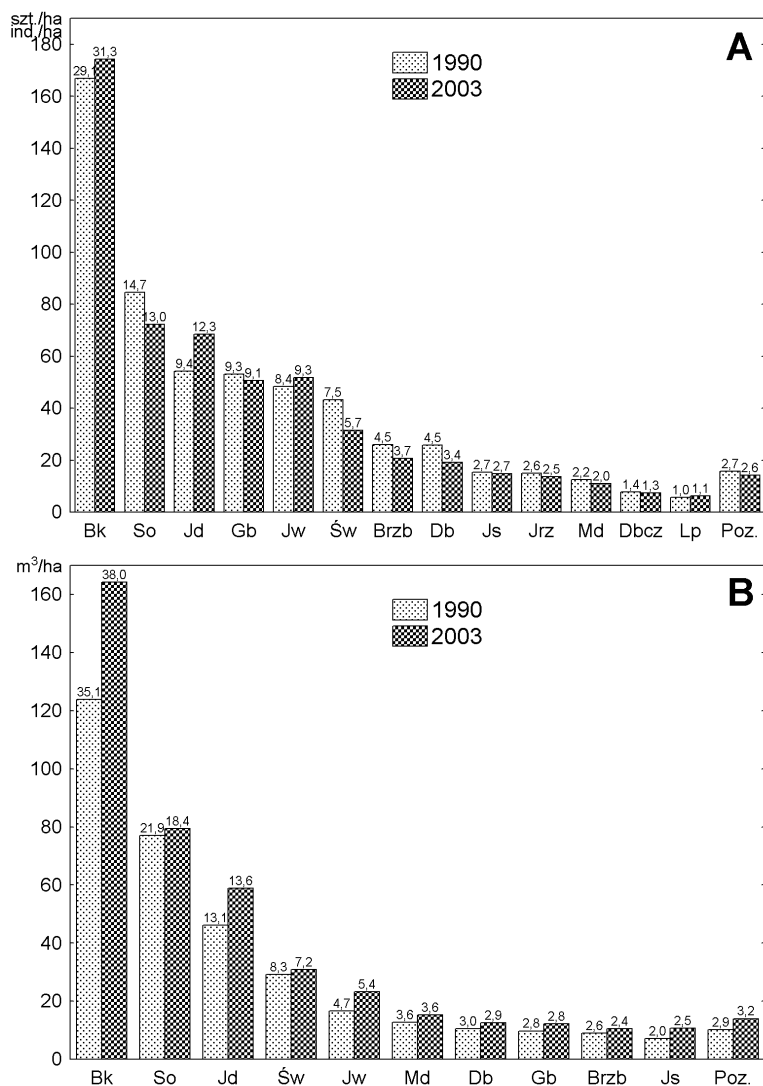
Porównanie zmian składu gatunkowego drzewostanów w obszarach ochrony ścisłej i czynnej (częściowej) przedstawiono na rycinie 3. Największy wpływ na skład gatunkowy drzewostanu miał dobór drzewostanów do poszczególnych kategorii ochrony. W ochronie ścisłej znalazły się przede wszystkim naturalne starodrzewia, w większości buczyny karpacskiej, a ochroną czynną objęto drzewostany młodsze, często o składzie gatunkowym nie dostosowanym do siedliska. Niezależnie jednak od stosowanej formy ochrony, kierunek, a często również natężenie zachodzących zmian było zbieżne. Na przykład zagęszczenie jodły wzrosło średnio o 14 szt./ha zarówno w obszarze ochrony ścisłej jak i czynnej, gdzie gatunek ten jest popierany w ramach prowadzonych zabiegów hodowlanych. Podobnie przebiegało ustępowanie sosny i świerka, nieco inaczej buka i jawora, których liczebność wzrosła tylko w obszarze ochrony czynnej (ryc. 3).

Dorost i ubytek drzew

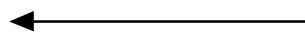
Opisane powyżej zmiany składu gatunkowego, zagęszczenia i zasobności drzewostanu są następstwem procesów: dorastania podrostu do piętra drzew, obumierania drzew i przyrostu miąższości. W latach 1990–2003 próg pomiaru pierśnic przekroczyło 749 drzew z 23 gatunków, co daje średnią roczną intensywność 5,6 szt./ha/rok. Proces przeciwny – wydzielania się drzew zachodził z przeciętną intensywnością 7 drzew/ha/rok. Miąższość wydzielonych drzew wynosiła średnio 2,4 m³/ha/rok, a bieżący przyrost miąższości 8,3 m³/ha/rok. Na rycinie 4A zestawiono ze sobą liczbę dorastających i wydzielających się drzew, poszczególnych gatunków, a na ryc. 4B miąższość ubytków z przyrostem miąższości.

W populacji jodły, buka i jawora dorost drzew był najliczniejszy i wyraźnie wyższy od ubytków (ryc. 4A). Pod względem liczby wydzielonych drzew na pierwszym miejscu znalazł się buk (15,5%), a tuż za nim sosna i świerk – gatunki o niewielkim dorocie i w efekcie najszybciej ustępujące ze składu gatunkowego (ryc. 1). W podobnej sytuacji są gatunki o dużych wymaganiach świetlnych: modrzew, brzoza brodawkowata, osika (ryc. 4A). W latach 1990–2003 najwięcej obumarło drzew cienkich, z najniższych stopni grubości, w przypadku świerka, brzozy brodawkowatej i dębów była to ponad połowa drzew o pierśnicy 7–10 cm (ryc. 2). O rozmiarze miąższości ubytków (ryc. 4B) decydowały drzewa grubsze, a tych było najwięcej w populacji sosny, buka, jodły i świerka (ryc. 2).

Dynamikę procesów kształtujących zagęszczenie drzew, zasobność i skład gatunkowy drzewostanu przedstawiono w formie procentowych wskaźników określających stosunek wielkości dorostu, ubytku i przyrostu miąższości z lat 1990–2003 do liczby drzew lub



miąższości na początku badań (ryc. 5). Przykładowo całkowity dorost jodły (22,4 szt./ha) stanowił 41,3% liczby drzew tego gatunku w 1990 r., przy średniej dla całego drzewostanu 12,6%, a ubytek 15,0%, przy średniej 15,8% (ryc. 5A). W wymiarze miąższościowym ubytki stanowiły 11,0%, a przyrost miąższości 36,2%, miąższości jodły na początku badań (ryc. 5B). Oprócz jodły, wyższą od średniej, dynamiką dorostu drzew charakteryzowała się populacja jawora, jarzębiny, kłona zwyczajnego, czereśni, lip i wiązów. Z kolei o przyspieszonym, ponad przeciętnym wydzielaniu się drzew (również w wymiarze miąższościowym) możemy mówić w przypadku dębów, świerka i brzozy brodawkowatej (ryc. 5). Dynamika ubytku świerka (28,6% rocznie) była dwukrotnie wyższa niż sosny, mimo że w ciągu 13 lat wydzielilo się tyle samo drzew tych gatunków (ryc. 4A). Najwyższą dynamiką przyrostu miąższości (wskaźnik powyżej 50%) charakteryzował się, jesion, dąb czerwony i klon zwyczajny, a następnie jawor, buk i jodła (ryc. 5B).



Ryc. 1. Zmiany zagęszczenia (A) i miąższości drzew (B) w drzewostanach Ojcowskiego Parku Narodowego w latach 1990–2003. Liczby nad słupkami oznaczają procentowy udział danego gatunku w składzie drzewostanu. Oznaczenia gatunków, łącznie z pozostałymi (Poz.): Ak – *Robinia pseudoacacia*, Bk – *Fagus sylvatica*, Brzb – *Betula pendula*, Czmz – *Prunus padus*, Czir – *Prunus avium*, Db – *Quercus petraea et robur*, Dbb – *Quercus petraea*, Dbcz – *Quercus rubra*, Dbs – *Quercus robur*, Gb – *Carpinus betulus*, Gł.j. – *Crataegus monogyna*, Iwa – *Salix caprea*, Jd – *Abies alba*, Jrz – *Sorbus aucuparia*, Js – *Fraxinus excelsior*, Jw – *Acer pseudoplatanus*, Klz – *Acer platanoides*, Ksz – *Aesculus hippocastanum*, Lp – *Tilia*, Lpd – *Tilia cordata*, Lps – *Tilia platyphyllos*, Md – *Larix decidua*, Olcz – *Alnus glutinosa*, Os – *Populus tremula*, So – *Pinus sylvestris*, Sob – *Pinus banksiana*, Św – *Picea abies*, Wz – *Ulmus glabra et laevis*, Wzg – *Ulmus glabra*, Wzs – *Ulmus laevis*

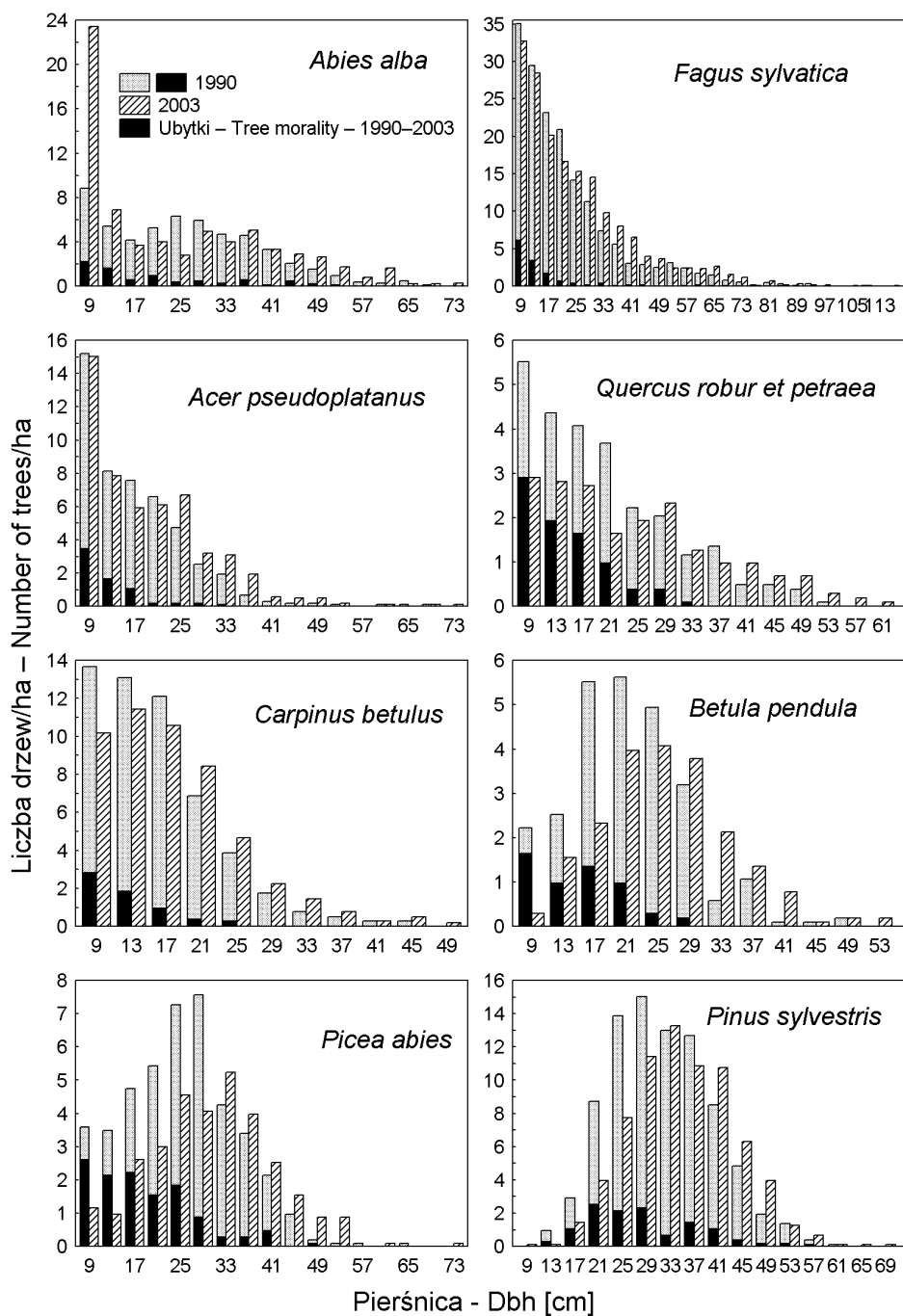
Fig. 1. Changes of tree stocking (A) and stand volume (B) in Ojców National Park forests in the years 1990–2003. Numbers above columns indicate the percentage contribution of a given species to the stand composition. Species symbols, including the others (Poz.): Ak – false acacia *Robinia pseudoacacia*, Bk – European beech *Fagus sylvatica*, Brzb – common birch *Betula pendula*, Czmz – bird cherry *Prunus padus*, Czir – wild cherry *Prunus avium*, Db – English oak and sessile oak, Dbb – sessile oak *Quercus petraea*, Dbcz – red oak *Quercus rubra*, Dbs – English oak *Quercus robur*, Gb – European hombeam *Carpinus betulus*, Gł.j. – whitethorn *Crataegus monogyna*, Iwa – goat willow *Salix caprea*, Jd – European silver fir *Abies alba*, Jrz – mountain ash *Sorbus aucuparia*, Js – European ash *Fraxinus excelsior*, Jw – sycamore *Acer pseudoplatanus*, Klz – Norway maple *Acer platanoides*, Ksz – common horse-chestnut *Aesculus hippocastanum*, Lp – linden *Tilia*, Lpd – small-leaved linden *Tilia cordata*, Lps – broad-leaved linden *Tilia platyphyllos*, Md – European larch *Larix decidua*, Olcz – black alder *Alnus glutinosa*, Os – aspen *Populus tremula*, So – Scotch pine *Pinus sylvestris*, Sob – Bank's pine *Pinus banksiana*, Św – Norway spruce *Picea abies*, Wz – elm *Ulmus*, Wzg – wych elm *Ulmus glabra*, Wzs – European white elm *Ulmus laevis*

Odnowienie

Według niepełnych danych (liczono tylko osobniki mające szansę na wejście do drzewostanu) średnie zagęszczenie podrostu w 1990 r. wynosiło 912 szt./ha. W skład podrostu wchodziła jodła (56%), jawor (18%), buk (16%), jesion (4%), świerk (2%), dąb czerwony (2%) oraz sporadycznie grab, dąb, lipa, klon zwyczajny, wiąz i brzoza brodawkowata. Występowanie nalotu oraz części podrostu traktowanego jako podszyt było określane wyłącznie szacunkowo.

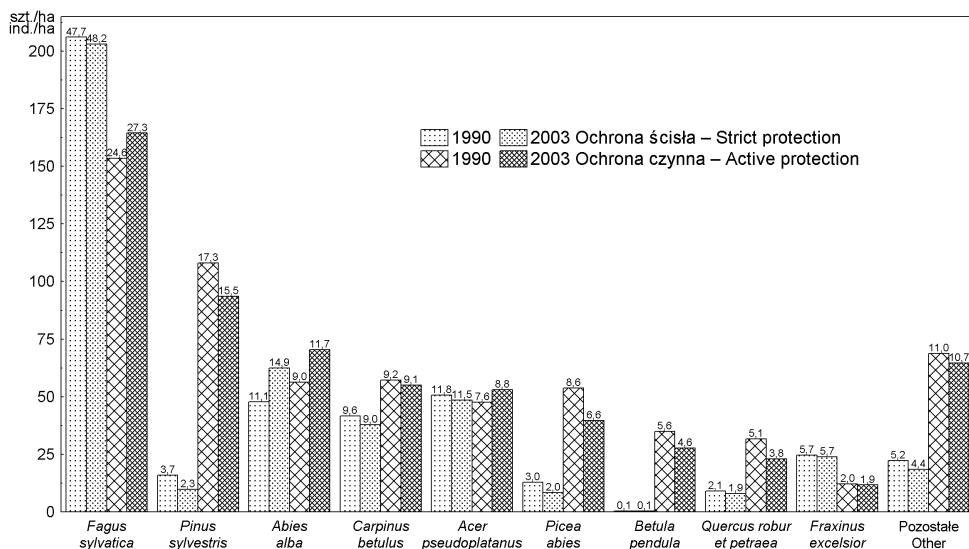
Skład gatunkowy odnowień w 2003 r. oraz ich strukturę przedstawiono na rycinie 6. W warstwie podrostu o średnim zagęszczeniu 1716 szt./ha, stwierdzono występowanie 21 gatunków drzew, z czego ponad 80% przypadało na buka, jawora i jodłę (ryc. 6A). Nie stwierdzono natomiast żadnych odnowień (również w warstwie nalotu) sosny i modrzewia. Na uwagę zasługuje stosunkowo wysoka liczebność podrostu dęba czerwonego, występującego co prawda na niewielkiej powierzchni w kilku drzewostanach, ale wyższa niż rodzimych dębów – szypułkowego i bezszypułkowego. W stosunku do danych z pierwszej inwentaryzacji zmniejszyła się tylko liczebność jodły o 47% i świerka o 64%. Należy jednak pamiętać, że znaczna część podrostu jodłowego przeszła w tym okresie do warstwy drzew, średnio 22,4 szt./ha.

Warstwa wyrosniętego podrostu o pierśnicach 4–6 cm, liczyła w 2003 r. 136 szt./ha, tj. 8% wszystkich podrostów. Zdecydowanie dominowały w niej gatunki cienioznośne: jodła i buk oraz jawor i jarzębina (ryc. 6B). Spośród tych gatunków rekrutowało się najwięcej dorostu w latach 1990–2003, można więc przypuszczać, że w dalszym ciągu będą one przechodziły do piętra drzew.



Ryc. 2. Zmiany struktury grubości pierśnic głównych gatunków lasotwórczych Ojcowskiego Parku Narodowego w latach 1990–2003

Fig. 2. Changes of the breast height thickness structure in the main forest making species of Ojców National Park in the years 1990–2003



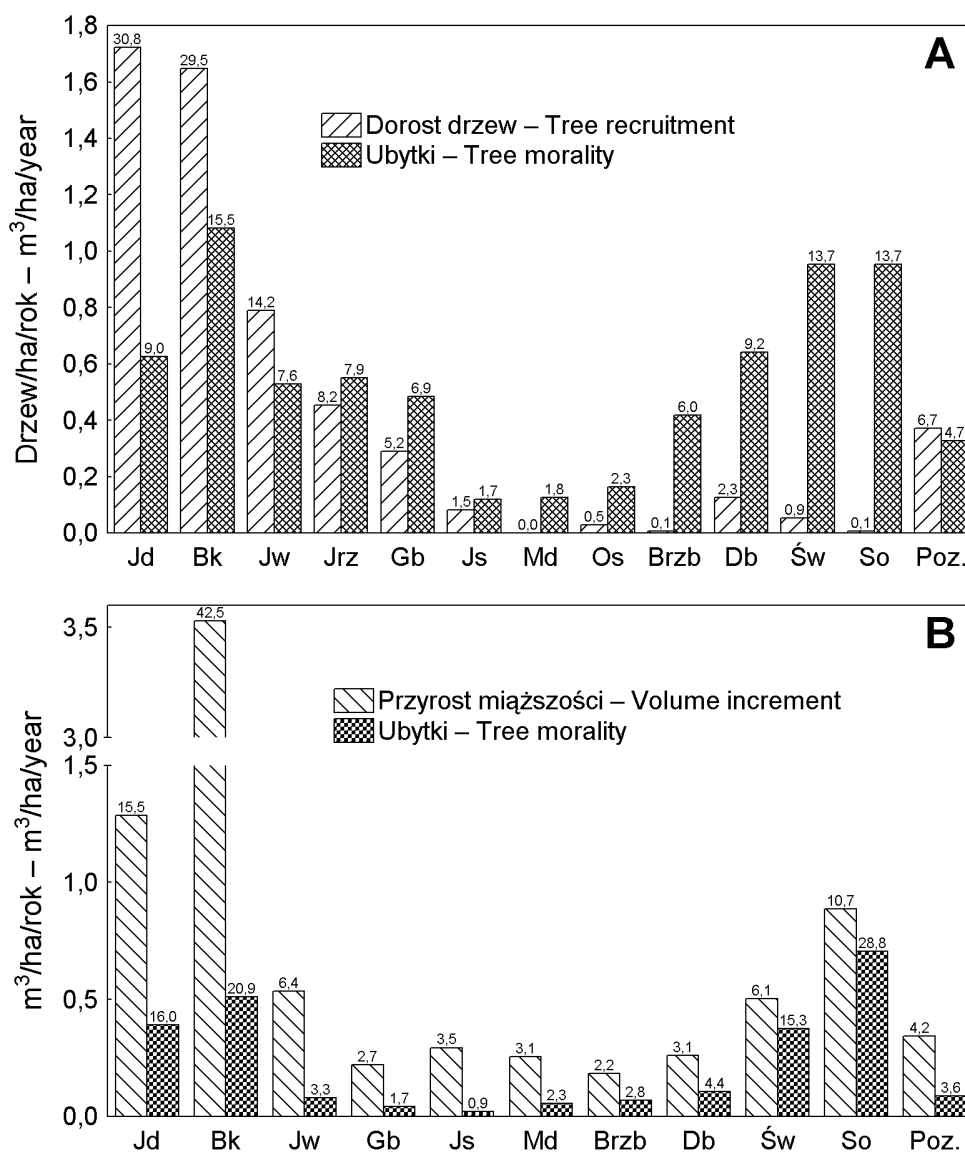
Ryc. 3. Porównanie składu gatunkowego i zagęszczenia drzew w obszarze ochrony ścisłej i czynnej Ojcowskiego Parku Narodowego w latach 1990–2003. Liczby nad słupkami oznaczają procentowy udział danego gatunku w składzie drzewostanu

Fig. 3. Comparison of the species composition and tree stocking within the area of strict conservation and protection in Ojców National Park in the years 1990–2003. Numbers above columns indicate the percentage contribution of a given species to the stand composition

Średnie zagęszczenie młodych drzewek w warstwie nalotu w 2003 r. przekroczyło 35 tysięcy osobników na 1 ha, a w składzie gatunkowym zdecydowanie dominowały 3 gatunki: buk, jawor i jesion (ryc. 6C). Wysoki udział jesionu (25,6%) świadczy, że bardzo dobrze się on odnawia, po strukturze nalotu można jednak sądzić, że przeżywalności młodych odnowień jest niska. W warstwie wyrosniętego nalotu (25–50 cm) o średnim zagęszczeniu 4566 szt./ha udział jesionu wynosił już tylko 9%, najwięcej było buka – 56% i jawora – 25% (ryc. 6D).

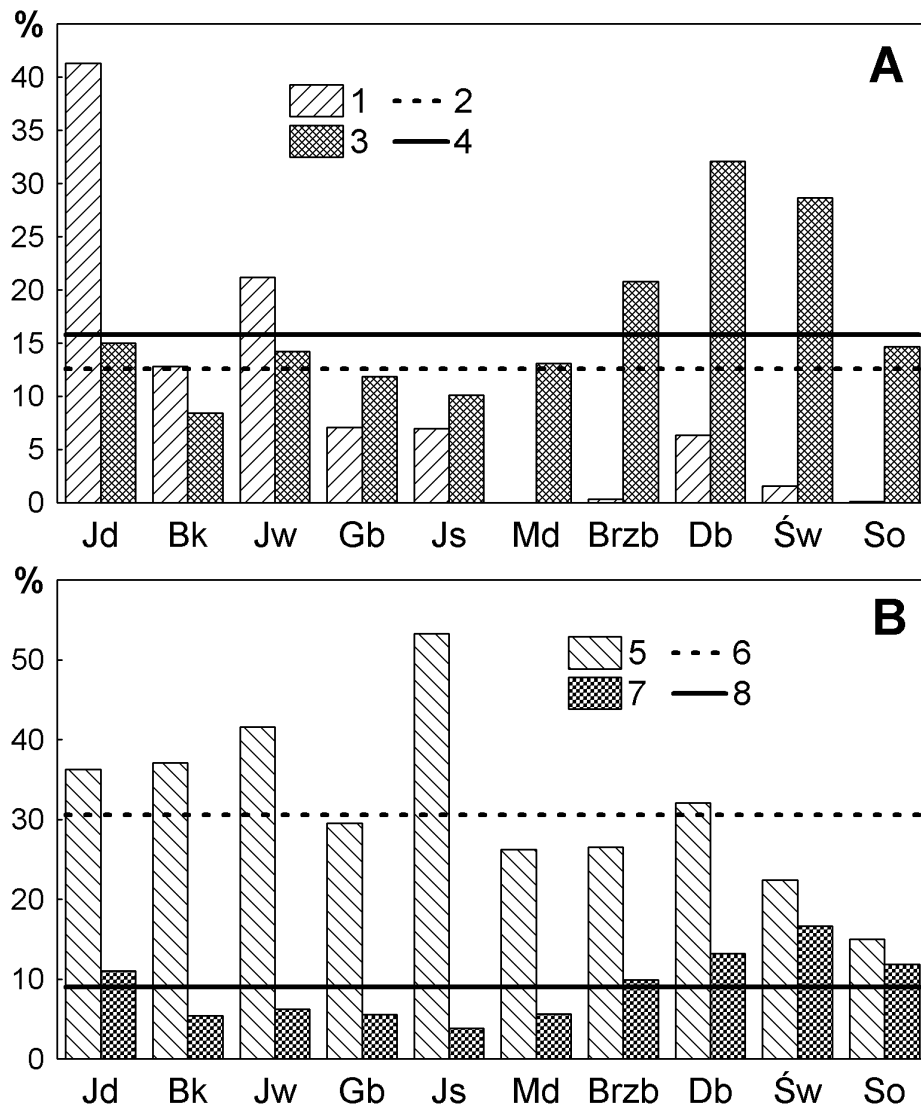
DYSKUSJA

Wykorzystany w badaniach statystyczno-matematyczny system inwentaryzacji i kontroli lasu na stałych kołowych powierzchniach próbnych jest znany w Polsce od końca lat 60. XX w. (Rutkowski i in. 1972) i stosowany z powodzeniem w wielu chronionych obiektach (Dziwolski 1991, Przybylska i Kucharzyk 1999, Chwistek 2001). Mimo to, wieloletnie próby zreformowania systemu zarządzania lasu w parkach narodowych (Rutkowski 1991, Ważyński 1991, Przybylska 2000) nie przyniosły spodziewanych efektów. Obowiązujące przepisy dotyczące zasad ewidencji i inwentaryzacji zasobów leśnych (*Instrukcja ...*



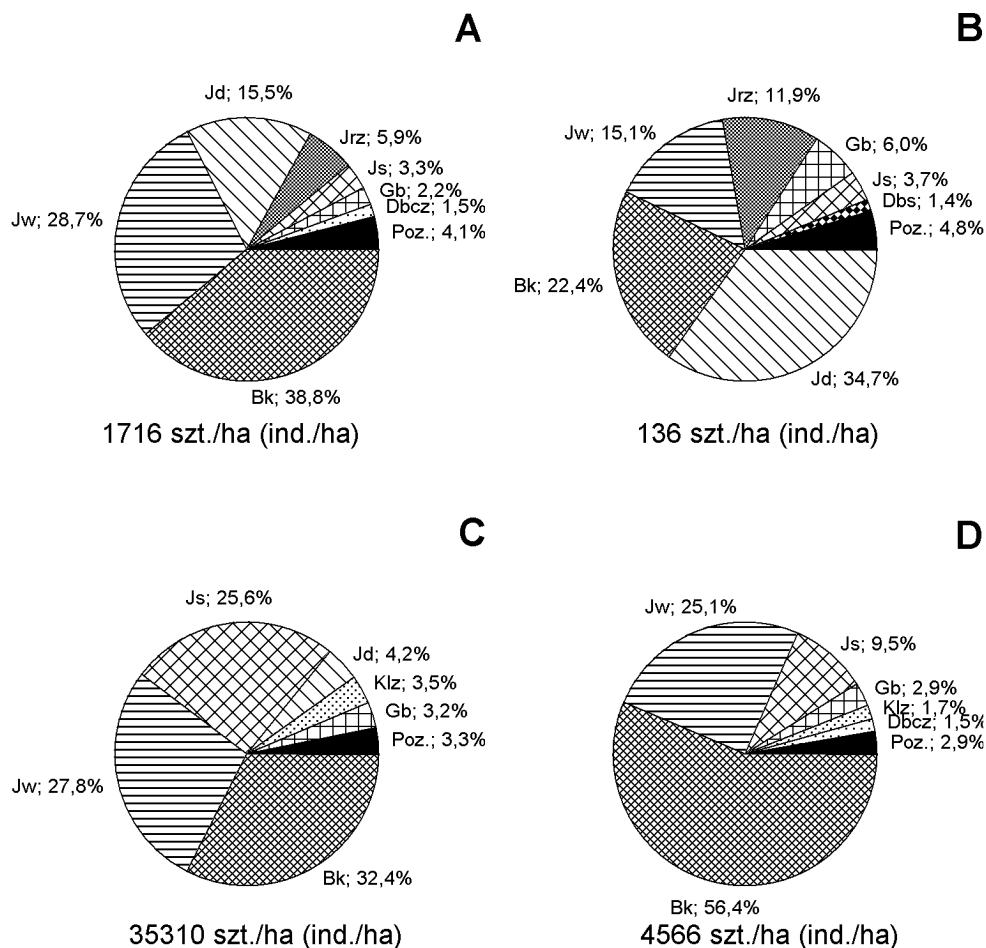
Ryc. 4. Porównanie średniej, rocznej: intensywności dorostu i ubytku drzew (A) oraz bieżącego przyrostu miąższości i miąższości ubytków (B) w drzewostanach Ojcowskiego Parku Narodowego w latach 1990–2003. Liczby nad słupkami oznaczają procentowy udział danego gatunku. Oznaczenia gatunków jak na rycinie 1

Fig. 4. Comparison of the annual average of tree recruitment and mortality intensity (A) and the current increment of volume and the volume of decrement (B) in Ojców National Park tree stands in the years 1990–2003. Numbers above columns indicate the percentage contribution of a given species. Species symbols as in figure 1



Ryc. 5. Porównanie procentowych wskaźników intensywności: dorostu i ubytku drzew (A) oraz bieżącego przyrostu miąższości i miąższości ubytków (B) w drzewostanach Ojcowskiego Parku Narodowego w latach 1990–2003; 1 – dorost drzew, 2 – średni wskaźnik dorostu dla całego drzewostanu, 3 – ubytek drzew, 4 – średni wskaźnik ubytku, 5 – przyrost miąższości, 6 – wskaźnik przyrost miąższości dla całego drzewostanu, 7 – miąższość ubytków, 8 – średni wskaźnik miąższości ubytków. Oznaczenia gatunków jak na rycinie 1

Fig. 5. Comparison of the percentage intensity indexes of tree recruitment and mortality (A) and the current increment of volume and the volume of decrement (B) in Ojców National Park tree stands in the years 1990–2003: 1 – tree recruitment, 2 – average index of recruitment for the whole tree stand, 3 – tree mortality, 4 – average index of tree mortality, 5 – volume increment, 6 – index of volume increment for the whole tree stand, 7 – volume of decrement, 8 – average index of the volume of decrement. Species symbols as in figure 1



Ryc. 6. Skład gatunkowy odnowień w drzewostanach Ojcowskiego Parku Narodowego w 2003 roku; A – podrost ogółem, pozostałe gatunki „Poz.” w kolejności malejącego udziału: Lps, Klz, Św, Dbs, Czc, Wzg, Lpd, Os, Wzs, Brzb, Dbb, Iwa, *Pyrus communis*, *Salix fragilis*; B – podrost wyrosnięty ($d_{1,3} = 4-6$ cm), Poz.: Św, Wzs, Klz, Lps, Lpd, Wzg, Dbb, Dbcz, Iwa, *Malus silvestris*; C – nalot ogółem, Poz.: Jrz, Dbcz, Dbb, Lps, Wzg, Czc, Os, Dbs, Św, Lpd; D – nalot starszy ($25 \text{ cm} < h \leq 50 \text{ cm}$), Poz.: Jrz, Jd, Os, Wzg, Dbs, Czc. Symbole gatunków jak na rycinie 1

Fig. 6. Restocking species composition in Ojców National Park tree stands in 2003: A – saplings in total, the other species [Poz.] in descending order of contribution: Lps, Klz, Św, Dbs, Czc, Wzg, Lpd, Os, Wzs, Brzb, Dbb, Iwa, *Pyrus communis*, *Salix fragilis*; B – grown-up saplings ($d_{1,3} = 4-6$ cm), Poz.: Św, Wzs, Klz, Lps, Lpd, Wzg, Dbb, Dbcz, Iwa, *Malus silvestris*; C – seedlings in total, Poz.: Jrz, Dbcz, Dbb, Lps, Wzg, Czc, Os, Dbs, Św, Lpd; D – older seedlings ($25 \text{ cm} < h \leq 50 \text{ cm}$), Poz.: Jrz, Jd, Os, Wzg, Dbs, Czc. Species symbols as in figure 1

1994; *Rozporządzenie ...* 2005), przeniesione z lasów gospodarczych są z reguły nieprzydatne do opisu złożonej postaci lasu i jego dynamiki, nie spełniają więc poznawczych funkcji parku narodowego. Metody monitoringu i badań zbiorowisk leśnych w parkach narodowych powinny być przystosowane do prowadzenia obserwacji na rozległych obszarach, uwzględniać złożoną budowę lasu, jej przestrzenne zróżnicowanie i czasową zmienność (Przybylska 1993, 2000).

Większość drzewostanów Parku znajduje się w okresie intensywnego rozwoju o czym świadczy wzrost średniej zasobności, powierzchni przekroju pierścieniowego drzew, wysoki bieżący przyrost miąższości, duża ilość odnowień podokapowych (tab. 1). Podobne zjawiska stwierdzono w lasach Gorczańskiego Parku Narodowego (Chwistek 2001) i Pienińskiego PN (Dziewolski 1991).

Na szczególną uwagę zasługuje, odnotowany w latach 1990–2003, wzrost liczebności i udziału jodły. W świetle dotychczasowych badań jodła była uznawana za gatunek ustępujący nie tylko z lasów Ojcowskiego Parku Narodowego (Capecki, Tuteja 1977; Ząbecki 1984; Medwecka-Kornaś, Gawroński 1993) ale niemal w całym zasięgu swego występowania (Schütt 1981; Bernadzki 1983; Jaworski, Skrzyszewski 1986; Ząbecki 1984). Osłabienie i zamieranie drzewostanów jodlowych powszechnie wiązano ze wzrostem emisji zanieczyszczeń powietrza w latach 70. i 80. XX w., na które lasy Ojcowskiego PN z racji swego położenia w sąsiedztwie dużych aglomeracji przemysłowych Śląska i Krakowa były szczególnie narażone (Juszkiewicz, Partyka 1987; Łącki 1994). Jedną z przyczyn depresji przyrostowej jodły i wzmoczonego obumierania mogło też być nałożenie się toksycznego oddziaływania zanieczyszczeń powietrza z niesprzyjającym układem warunków meteorologicznych, objawiających się okresowym spadkiem w latach 60. i 70. XX w. sumy temperatury efektywnej w okresie wegetacyjnym (Kowalski 1991).

Od strony ilościowej proces ustępowania jodły nie został jednak szczegółowo zbadany. Powierzchnie badawcze zakładane były tylko w wybranych drzewostanach i rejestrowano na nich przede wszystkim wydzielanie się jodły z warstwy drzew (Ząbecki 1991; Medwecka-Kornaś, Gawroński 1993). Z zestawienia okresowych inwentaryzacji drzewostanów Parku wynika, że w latach 1962–1992 udział miąższościowy jodły zmniejszył się na obszarze dawnego rewiru „Ojców” z 32% do 22%, ale całkowita miąższość jodły wzrosła o 13% (Dziewolski 2002). Podobna sytuacja miała miejsce w obszarze ochrony częściowej i tylko w rezerwach ścisłych nastąpił spadek miąższości jodły o około 7 m³/ha. Dane te trzeba jednak traktować orientacyjnie, gdyż metoda inwentaryzacyjna, którą je uzyskano nie jest przystosowana do kontroli zmian zasobności drzewostanów. Nie odpowiada również na pytanie o zmiany zagęszczenia drzewostanu i liczebności poszczególnych gatunków.

W latach 1990–2003 wzrost liczebności i miąższości jodły nastąpił we wszystkich zbiorowiskach z udziałem tego gatunku i to niezależnie od stosowanej formy ochrony (ryc. 3). Średnie zagęszczenie jodły zwiększyło się w tym okresie o 14 drzew na 1 ha, zarówno w obszarze ochrony ścisłej jak i czynnej (częściowej), gdzie jodła jest wprowadzana sztucznie i popierana w ramach prac pielęgnacyjnych. Tym samym nie potwierdziły się wysuwane przez niektórych badaczy przypuszczenia, że stosowanie ochrony ścisłej (rezygnacja z cięć sanitarnych, odnowień sztucznych i zabiegów pielęgnacyjnych) przyczynia się do ustępowania jodły (Ząbecki 1988, 1991). Wzrost udziału jodły w składzie drzewostanów Parku, przy zbliżonym do średniego poziomu ubytków (ryc. 5A), był możliwy tylko dzięki intensywnemu procesowi przechodzenia podrostu do warstwy drzew. Każda obumierająca jodła w latach 1990–2003 była zastępowana w piętrze drzew przez blisko 3 młode osobniki tego gatunku.

Przy utrzymaniu dotychczasowego tempa wzrostu liczebności (średnio o 2% rocznie) jodła może wkrótce stać się drugim po buku, pod względem udziału, gatunkiem lasotwórczym Parku, zastępując w tej roli sosnę zwyczajną. Już w 2003 r. udział sosny w liczbie drzew był tylko o 0,7% niższy niż jodły (ryc. 1A), mimo że w latach 1990–2003 dynamika wydzielania się drzew obu gatunków była niemal identyczna (około 1,1% rocznie). Jednak dorost sosny w przeciwieństwie do jodły był znikomy (tylko 1 drzewo na 258 powierzchni). Sosna poza tym nie odnawia się i nie występuje w warstwie odnowień – jest gatunkiem stopniowo wymierającym. W podobnej sytuacji znajdują się inne gatunki światłozadne: modrzew, brzoza brodawkowata, olsza czarna, jak również umiarkowanie cienioznośny świerk pospolity. Przebudowa drzewostanów z udziałem tych gatunków, a niezgodnych z siedliskiem, jest o tyle łatwiejsza, że skład odnowień jest z reguły dostosowany do warunków siedliskowych i cały proces może odbywać się na drodze stopniowej przemiany składu gatunkowego. Naturalna, z reguły dłuższa przebudowa drzewostanu może prowadzić do powstania lasów o złożonej budowie wewnętrznej i zróżnicowanej strukturze wiekowej. Przy dłuższym wzrastaniu odnowień pod okapem drzewostanu większe szanse na przejście do piętra drzew będzie miała cienioznośna jodła. Przy postępującej eutrofizacji siedlisk, utrzymanie drzewostanów z udziałem świerka i sosny, oddziaływujących zakwaszającą na głębę może opóźnić nasilone w ostatnich latach ustępowanie acydofilnych gatunków runa leśnego (Medwecka-Kornaś 2004).

Szybkiej i zdecydowanej przebudowy wymagają natomiast drzewostany z udziałem obcych gatunków drzew, zwłaszcza ekspansywnego dębu czerwonego i robinii akacjowej. Występujący licznie w kilku wydzieleniach drzewostanowych i pojedynczo w innych, dąb czerwony stanowił w 2003 r. 1,3% ogólnej liczby drzew – tyle samo co dąb bezszypułkowy i nieco mniej niż dąb szypułkowy (2,0%). Dąb czerwony znacznie lepiej się odnawia od rodzimych dębów i jest od nich liczniejszy w odnowieniach, zwłaszcza w podroście. Podobnie jak robinia akacjowa spontanicznie rozprzestrzenia się (Barabasz-Krasny i in. 2004) poza macierzyste drzewostany. W trakcie przebudowy drzewostanu, równocześnie z cięciami w piętrze drzew, systematycznie i konsekwentnie powinny być usuwane odnowienia drzew obcego pochodzenia, a popierane rodzime gatunki drzew.

Na przeważającym obszarze lasów nastąpił wzrost ilości odnowień, zwłaszcza nalotu starszego (25–50 cm) i podrostu. Niewątpliwie przyczynił się do tego wiek badanych drzewostanów, wszystkie powyżej 40 lat i pewne rozluźnienie zwarcia (zagęszczenia drzew zmniejszyło się w latach 1990–2003, średnio o 3%). Najlepiej odnawiają się i rozprzestrzeniają gatunki liściaste, zwłaszcza buk, jawor i jesion, coraz rzadziej występuje świerk, a od dłuższego czasu nie notuje się już odnowień naturalnych sosny i modrzewia.

Zaobserwowane zmiany składu gatunkowego drzewostanów, polegające głównie na zmniejszaniu się udziału acydofilnych gatunków borowych – świerka i sosny oraz ekspansji gatunków o większych wymaganiach siedliskowych, przede wszystkim jodły, buka, jawora, jesionu i lipy zachodzą zarówno w zbiorowiskach naturalnych jak i zniekształconych i nie można ich tłumaczyć wyłącznie w kategoriach procesów regeneracyjnych. Istotną rolę w procesie przemian składu gatunkowego pełni klimat, zwłaszcza jego ocieplenie w ostatnim stuleciu (Obrębska-Starkłowa 1997), przyspieszające eutrofizację siedlisk i zanikanie, np. borów mieszanych (Medwecka-Kornaś i Gawroński 1990) oraz sprzyjające obradzeniu, odnawianiu się i rozprzestrzenianiu gatunków mezo- i eutroficznych (Kowalski 1994).

Praca finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2003–2007 w ramach projektu badawczego nr 3 P04G 072 24.

PIŚMIENNICTWO

- Barabasz-Krasny B., Sołtys A., Popek R. 2004. *Drzewa i krzewy obcego pochodzenia w Ojcowskim Parku Narodowym*, [w:] J. Partyka (red.), *Zróźnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*, t. 1 – Przyroda. Ojców, s. 187–190.
- Bernadzki E. 1983. *Zamieranie jodły w granicach naturalnego zasięgu*, [w:] S. Białobok (red.), *Jodła pospolita *Abies alba* Mill. (European silver fir *Abies alba* Mill.)*. Warszawa – Poznań, s. 483–502.
- Bernadzki E., Bolibok L., Brzezicki B., Zajaczkowski J., Żybura H. 1997. *Zmiany składu gatunkowego drzewostanów naturalnych w Białowieskim Parku Narodowym (1936–1993)*, „Parki Narodowe i Rezerwy Przyrody”, **16**, 2: 3–25.
- Brubaker L. B. 1986. *Responses of tree populations to climatic change*, „Vegetatio”, **67**: 119–130.
- Capecki Z., Tuteja W. 1974. *Usychanie jodły w lasach południowej Polski*, „Sylvan”, **12** (118): 1–16.
- Chwistek K. 2001. *Dynamics of tree stands in the Gorce National Park during the period 1992–1997*, “Nature Conservation”, **58**: 15–30.
- Czuraj M. 1991. *Tablice miąższości kłód odziomkowych i drzew stojących*. Warszawa.
- Dziewolski 1991. *Kierunki przemian drzewostanów w parkach narodowych Polskich Karpat w warunkach ochrony ścisłej i częściowej*, „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, **4**: 9–26.
- Dziewolski J. 2002. *Przemiany składu gatunkowego i zasobności drzewostanów w Ojcowskim Parku Narodowym*, „Chrońmy Przyrodę Ojczystą”, **58**, 3: 55–63.
- Instrukcja ogólna sporządzania planów ochrony parków narodowych*. 1994. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Warszawa.
- Jaworski A., Skrzyszewski J. 1986. *Żywotność jodły w lasach karpaccich*, „Sylvan”, **130**, 2–3.
- Jaworski A., Skrzyszewski J. 1995. *Budowa, struktura i dynamika drzewostanów dolnoregłowych o charakterze pierwotnym w rezerwacie Łopuszna*, „Acta Agraria et Silv., ser. Silv.”, **33**: 3–37.
- Juszkiewicz M., Partyka J. 1987. *Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego*, „Parki Narodowe i Rezerwy Przyrody”, 30-lecie OPN: 41–48.
- Korpel Š. 1989. *Pralesy Slovenska*. Veda, Bratislava.
- Korpel Š. 1994. *Structure and development of natural beech forests in Slovakia*, [in:] *Proc. Conf. Research and management of the Carpathian natural and primeval forests*. Bieszczady National Park, 11–12 October 1994. Association of Carpathian Natural Parks and Protected Areas, p. 75–96.
- 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*, „Sylvan”, **138**, 9: 33–44.
- Kullman L. 1995. *Holocene tree-limit and climate history from the Scandes mountains, Sweden*, “Ecology”, **76**, 8: 2490–2502.
- Łącki E. 1994. *Monitoring dwutlenku siarki w powietrzu atmosferycznym na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego*, „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, **9**: 67–74.

- Medwecka-Kornaś A. 2004. *Borówka czarna Vaccinium myrtillus L. w Ojcowskim Parku Narodowym, dawniej i dziś*, [w:] J. Partyka (red.), *Zróźnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*, t. 1 – *Przyroda*. Ojców, s. 247–256.
- Medwecka-Kornaś A., Gawroński S. 1990. *The diedback of fir Abies alba Mill. and changes in the Pino-Quercetum stands in the Ojców National Park (Southern Poland)*, „Vegetatio”, **87**: 175–186.
- Medwecka-Kornaś A., Gawroński S. 1993. *Obumieranie jodły i zmiany w borach mieszanych Ojcowskiego Parku Narodowego*, „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, **7–8**: 13–26.
- Nyssonen A. 1981. *Remeasurement of sample plots in management plan inventories: some experiences*. XVII IUFRO World Congress, Kyoto, Japan. Division 4 proceedings: 107–114.
- Obrębska-Starkłowa B. 1997. *Współczesne poglądy na zmiany klimatyczne w Europie w okresie schyłku małego glaciału*, [w:] *Wahania klimatu w Krakowie (1792–1995)*. Kraków, s. 163–190.
- Poso S., Waite M-L. 1995. *Calculation and comparison of different permanent sample plot types*, „Silva Fennica”, **29**(2): 159–169.
- Przybylska K. 1993. *Poznawcze i praktyczne znaczenie autokorelacji miąższości drzew na kontrolnych powierzchniach próbnych*, „Zesz. Nauk. AR w Krakowie”, **175**, ss. 64.
- Przybylska K. 2000. *Plan ochrony ekosystemów leśnych. Uwagi do zasad sporządzania planu*, „Szczeliniec”, **4**: 329–334.
- Przybylska K., Kucharzyk S. 1999. *Skład gatunkowy i struktura lasów Bieszczadzkiego Parku Narodowego*, „Monografie Bieszczadzkie”, **6**.
- Przybylska K., Marcela A., Ruciński P. 1996. *System monitorowania oraz wstępne wyniki oceny stanu zasobów leśnych Bieszczadzkiego Parku Narodowego*, „Roczniki Bieszczadzkie”, **5**: 69–89.
- Przybylska K., Przybylski P. 1994. *Zastosowanie metod numerycznych do aproksymacji krzywych miąższości*, „Sylwan”, **138**, 4: 63–70.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 maja 2005 r. w sprawie sporządzania projektu planu ochrony dla parku narodowego, rezerwatu przyrody i parku krajobrazowego, dokonywania zmian w tym planie oraz ochrony zasobów, tworów i składników przyrody*. „Dziennik Ustaw” nr 94, poz. 794.
- Rutkowski B. 1989. *Urządzanie lasu. Część I. Skrypty dla Szkół Wyższych*, AR im. H. Kołłątaja. Kraków.
- Rutkowski B. 1991. *Zasady urządzania lasów w parkach narodowych i rezerwach przyrody*, „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, **4**: 135–138.
- Rutkowski B., Poznański R., Przybylska K. 1972. *Wstępne wyniki zastosowania statystyczno-matematycznego kontrolnego sposobu inwentaryzacji w rezerwacie Turbacz im. Wł. Orkana w Gorcach*, „Zeszyty Naukowe AR w Krakowie”, Leśnictwo, **7**: 45–69.
- Schütt P. 1981. *Erste Ausätze zur experimentellen klärung des Tannensterbens*, „Schweiz. Z. Forstw.”, **132**, 6: 443–452.
- 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.
- Szwagrzyk J. 1988. *Struktura i dynamika lasu: teoria, metody badania, kontrowersje*, „Wiadomości Ekologiczne”, **34**, 4: 355–373.
- Ważyński B. 1991. *Podstawy urządzania lasów w parkach narodowych i rezerwach przyrody*, „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, **4**: 139–144.

Ząbecki W. 1984. *Rozmiar osłabienia i zamierania jodłowych drzewostanów w Ojcowskim Parku Narodowym, znajdujących się pod wpływem przemysłowych emisji*, „Zeszyty Naukowe AR w Krakowie”, **15**: 113–124.

Ząbecki W. 1988. *Rola owadów kambio- i ksylofagicznych w procesie zamierania jodłowych drzewostanów Ojcowskiego Parku Narodowego znajdujących się pod wpływem emisji przemysłowych*, „Acta Agraria et Silv. ser. Silv.”, **27**: 17–30.

Ząbecki W. 1991. *Wpływ zdrowotności i stanu sanitarnego jodłowych drzewostanów Ojcowskiego Parku Narodowego na zachwianie stabilności tych biocenoz*, „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, **4**: 73–79.

SUMMARY

The study describes the course of Ojców National Park stand dynamics in the years 1990–2003, focusing particularly on the intensity and relationship among the processes of tree mortality and recruitment, volume increment and forest restocking. The analysed material was based on the findings of two dendrological measurements conducted within the period of 1990–2003 in 258 400-square-metre areas located in a regular net consisting of squares with 200-metre-long sides. The research areas were established in tree stands above 40 years old which in 1990 covered an area of 1015 ha, that is 90.9% of the Park's forest area.

The analysis showed the growth of tree breast height thickness and the average stand volume from 352 m³/ha to 432 m³/ha and revealed a slight decline in tree stocking. The domination of beech, sycamore, fir and ash was found in the layer of restocking. Light-loving species, namely pine, larch, common birch and black alder, are gradually disappearing from the species composition. The findings indicate that there is a growth in the number and contribution of species with greater habitat requirements, mainly fir, beech, sycamore, Norway maple, broad-leaved linden, small-leaved linden and wych elm.

A noteworthy increase in the number and contribution of fir was observed in the years 1990–2003 in all communities including this species regardless of the used form of protection.

The weather conditions are of vital importance in the process of changes in the species composition. Especially the global climate warming that has occurred during the last century accelerates the eutrophication of habitats and favours the renovation and expansion of meso- and eutrophic species. The discussed changes are also the effect of processes of regeneration and reduction of air pollutant emission.

Translated by A. Krukierek