

RAFAŁ PALUCH

Wieloletnie zmiany składu gatunkowego drzewostanów naturalnych w Puszczy Białowiejskiej*

Long-term changes of tree species composition in natural stands of the Białowieża Forest

ABSTRACT

Paluch R. 2015. Wieloletnie zmiany składu gatunkowego drzewostanów naturalnych w Puszczy Białowiejskiej. Sylwan 159 (4): 278-288.

In the paper the long term dynamics (about 40 years) of selected, the most important, natural forest stands of the Białowieża Forest were presented. The studies were carried out on 120 permanent study plots, located both in nature reserves and in the Białowieża National Park. The DBH of all the trees were measured and the number of all the individuals trees and shrubs species with the height under 1,3 m was counted. The analysis of tree species composition and their density changes was carried out, as well as their natural regeneration was analyzed.

The strong expansion of hornbeam were observed (fig. 1a, b; tab.). Actually this species was predominant in forest stands, in natural regeneration and was expansive to the more oligotrophic and mezotrophic forest stands, causing their unification towards hornbeam forest. Norway spruce generally declined in abundance and became limited to oligotrophic forest communities. Significantly reduction this species were observed, especially on the mixed coniferous forest at mixed deciduous forest stands. Scots pine, oak and birch declined their share in forest stands, as well as their natural regeneration have been limited too (tab.). In the short time of the last 15 years, the strong reduction of ash share in forest stands has been observed, and the more rapid changes in all the forest stands composition as well.

KEY WORDS

Białowieża National Park, natural stands, undergrowth, hornbeam expansion, spruce reduction

ADDRESSES

Rafał Paluch – e-mail: R.Paluch@ibles.waw.pl

Zakład Lasów Naturalnych, Instytut Badawczy Leśnictwa; ul. Park Dyrekcyjny 6, 17-230 Białowieża

Wstęp

Puszcza Białowiejska jest jednym z największych i najlepiej zachowanych kompleksów leśnych na niżu środkowo-wschodniej Europy. Obszar ten jest więc dla badań przyrodniczych obiektem niezwyklej wagi, stanowiąc niespotykane laboratorium badawcze, umożliwiające dogłębne poznanie procesów i funkcjonowania naturalnych ekosystemów, co ma bardzo istotne znaczenie dla rozwoju koncepcji hodowli lasu zbliżonej do natury [Brzeziecki 2008].

Stałe powierzchnie badawcze są podstawą długoterminowych badań ekologicznych, w tym naturalnych zmian składu gatunkowego drzewostanów. Wydaje się, że mogą one dać chociażby

*Publikacja została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji nr N309 703540 ze środków finansowych przeznaczonych na naukę w latach 2011-2013.

przybliżoną odpowiedź pytanie: na ile można zbliżyć nasze działania hodowlane do naturalnych procesów ekologicznych, nie tracąc przy tym celów gospodarczych i ochronnych ocenianych z punktu widzenia człowieka (funkcje wiatrochronne, glebochronne, krajobrazowe i inne). Najstarszymi stałymi powierzchniami badawczymi w Puszczy Białowieskiej są powierzchnie Katedry Hodowli Lasu SGGW założone w 1936 roku przez prof. T. Włoczewskiego [Włoczewski 1954; Bernadzki i in. 1998]. Mają one postać 5 transektów o całkowitej powierzchni około 15 ha położonych w Rezerwacie Ścisłym Białowieskiego PN. Reprezentują najważniejsze zespoły leśne Puszczy Białowieskiej. Badania na nich są kontynuowane [Włoczewski 1954; Kowalski 1982; Bernadzki i in. 1998; Brzeziecki 2008; Brzeziecki i in. 2012]. Paczoski [1930] opisał próby założenia stałych transektów badawczych, ale dopiero praca Włoczewskiego dała trwałe rezultaty. W ramach badań realizowanych w Instytucie Badawczym Leśnictwa prof. A. Sokołowski od lat 70. ubiegłego wieku zakładał również liczne stałe powierzchnie badawcze we wszystkich zbiorowiskach leśnych. Powierzchnie te można traktować jako wartościowe uzupełnienie wcześniej prowadzonych unikatowych badań rozwoju drzewostanów naturalnych. Niektóre ważne i cenne zbiorowiska leśne Puszczy Białowieskiej, np. wszystkie siedliska borowe (bory świeże, wilgotne i bagienne) czy subborealna świerczyna na torfie, nie występują bowiem obecnie na stałych powierzchniach badawczych Katedry Hodowli Lasu. Badania na tych siedliskach zostały częściowo uzupełnione niedawno [Brzeziecki i in. 2012; Drozdowski 2014]. Niniejsza praca w znacznej mierze potwierdza prawidłowości wieloletnich zmian składu gatunkowego drzewostanów naturalnych Puszczy Białowieskiej opisane przez innych autorów [Bernadzki i in. 1998; Brzeziecki 2008; Brzeziecki i in. 2012; Drozdowski i in. 2012].

Celem badań było określenie zmian składu gatunkowego i struktury drzewostanów na stałych powierzchniach badawczych w ostatnich 30-40 latach oraz ocena tendencji, kierunków i tempa tych zmian.

Materiał i metody

W Instytucie Badawczym Leśnictwa jest przechowywany bardzo obszerny zbiór materiałów archiwalnych, w tym danych pomiarowych drzewostanów i innych będących podstawą wieloletniego monitoringu roślinności. Stałe powierzchnie badawcze, najczęściej o wymiarach 50×50 m, były zakładane w ciągu prawie 40 minionych lat w różnych zbiorowiskach leśnych w północno-wschodniej Polsce [Sokołowski 2004]. Badania powtarzano systematycznie, co około 10-15 lat, w okresach badawczych 1974-1975, 1985-1986, 1996-1997 i 2011-2012. Granice powierzchni były oznaczane palikami dębowymi oraz białymi opaskami na drzewach narożnych. Ponadto do odtworzenia powierzchni wykorzystano szkice sytuacyjne (domiary prostokątne do stałych punktów terenowych) oraz inne materiały archiwalne [Sokołowski 1960-2004]. Na powierzchniach badawczych mierzono pierśnicę wszystkich drzew w stopniach grubości o szerokości stopnia 1-2 cm oraz policzono drzewka i krzewy do 1,3 m wysokości z podziałem na gatunki. Odnowiono również oznaczenia powierzchni i odczytano współrzędne geograficznych narożników powierzchni badawczych za pomocą odbiornika GPS, co miało istotne znaczenie dla bardziej trwałego ich zaznaczenia. Niniejsze badania wykonano na 120 wybranych stałych powierzchniach strukturalnych w rezerwach przyrody Puszczy Białowieskiej oraz Białowieskim PN, posługując się metodyką opisaną we wcześniejszych pracach [Sokołowski 1991, 2004]. Badania przeprowadzono w rezerwach przyrody: Starzyna, Sitki, Krajobrazowy im. W. Szafera, Lasy Naturalne Puszczy Białowieskiej, Lipiny i Michnówka. Mają one status rezerwatów częściowych, w których do początku lat 90. ubiegłego wieku prowadzono, za zgodą służb ochrony przyrody, głównie cięcia sanitarne o niewielkim nasileniu. Następnie wyraźnie ograniczono ingerencję człowieka, tzn. nie wykonuje się

na ich terenie żadnych zabiegów ochronnych (z wyjątkiem zapewnienia bezpieczeństwa ludzi i mienia, podobnie jak w Białowieskim PN). Brakuje ponadto aktualnych planów ochrony rezerwatów. Badaniami objęto drzewostany naturalne w wybranych zbiorowiskach leśnych Puszczy Białowieskiej, które reprezentowały pierwotnie w pierwszym okresie pomiarowym (w nawiasie stosowany dalej skrót oraz liczba powierzchni badawczych):

- bór świeży *Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum* Sokoł. 1981 (VP – 11),
- bór mieszany świeży *Calamagrostio arundinaceae-Piceetum* Sokoł. 1968 (CP – 18),
- las miodownikowo-grabowy *Melitti-Carpinetum* Sokoł. 1976 (MC – 22),
- grąd typowy *Tilio-Carpinetum* Traczyk 1962 (TCt – 52),
- łąg olszowo-jesionowy *Fraxino-Alnetum* W.Mat. 1952 (FA – 17).

Zespół leśny określono, wykonując w obrębie powierzchni w każdym okresie pomiarowym zdjęcie fitosocjologiczne metodą Braun-Blanqueta [Sokołowski 2004].

Dokonano analizy zmian składu gatunkowego drzewostanów w czasie na podstawie ich zagęszczenia. Dynamikę odnowień naturalnych przedstawiono w 3 grupach młodych drzewek: naloty i niskie podrosty (N), podrosty o pierśnicy od 0,1 do 3 cm (P1) oraz podrosty starsze o pierśnicy 3,1-7 cm (P2). Obliczono współczynniki podobieństwa drzewostanów (S) pomiędzy poszczególnymi okresami badawczymi oraz początkiem i końcem badań z następującego wzoru [Brzeziecki 2008 za Badeck i in. 2001]:

$$S = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |f_{1,i} - f_{2,i}|}{200}$$

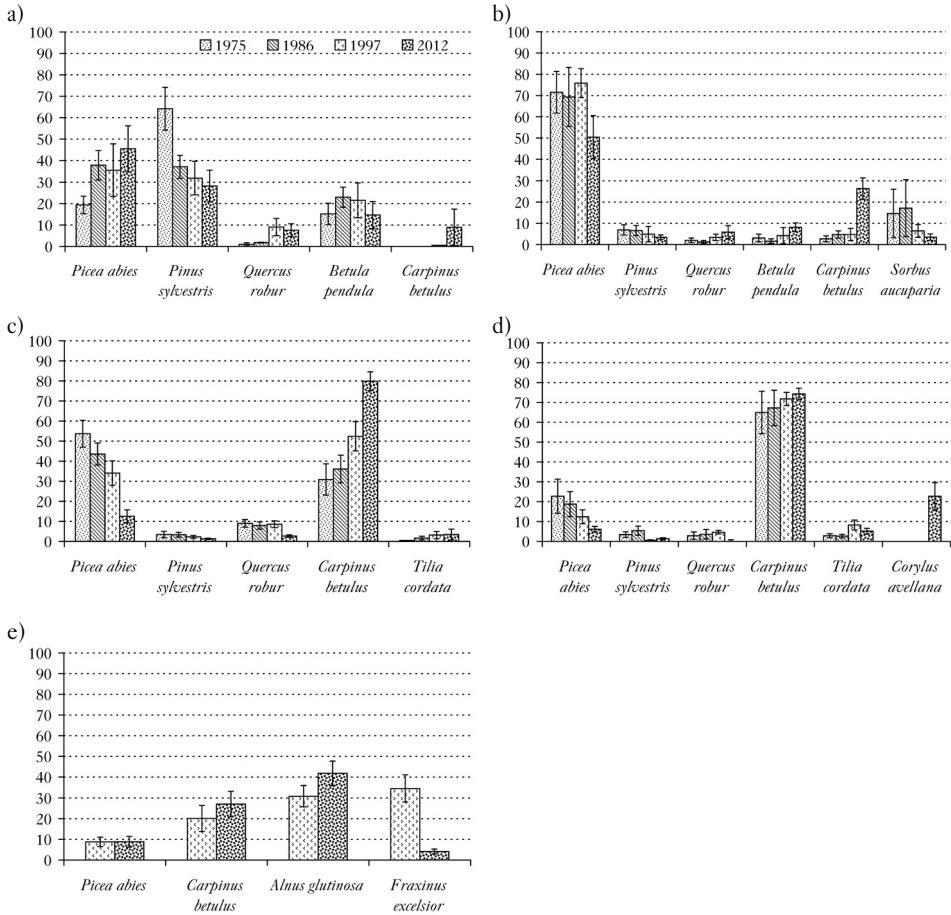
gdzie:

- $f_{1,i}, f_{2,i}$ – procentowy udział gatunku i w porównywanych okresach badawczych,
- n – ogólna liczba gatunków w obu porównywanych okresach badawczych.

Zastosowano udział gatunków obliczony na podstawie zagęszczenia drzew, przy czym wzięto pod uwagę drzewa o pierśnicy powyżej 3 cm. Analizowany współczynnik jest syntetyczną miarą podobieństwa składu drzewostanu w porównywanych okresach badawczych. Przyjmuje on wartości od 0 do 1. Im wartość jest bliższa 1, tym większe powinno być podobieństwo obiektów [Brzeziecki 2008].

Wyniki

W borze świeżym (VP) średni udział świerka pospolitego uległ wyraźnemu, prawie dwukrotnemu zwiększeniu: z 30% w 1975 roku do około 60% w ostatnim okresie badawczym. Stało się to przede wszystkim kosztem sosny zwyczajnej, w przypadku której zaobserwowano tendencje odwrotne (ryc. 1a). Udział dębu wzrósł nieznacznie: od kilku procent w latach 70. i 80. do 10% obecnie. Znaczenie brzozy było i jest niewielkie i wahało się w przedziale 10-20%. Stwierdzono ponadto, że udział grabu w ostatniej dekadzie znacząco wzrósł i osiągnął na tak ubogim siedlisku w 2012 roku około 10%, co można uznać za objaw jego ekspansji. W borze świeżym dobrze i skutecznie odnawiał się świerk – pojawiał się we wszystkich warstwach dolnych drzewostanu w największym zagęszczeniu, zarówno w warstwie nalotu, jak i niskiego oraz wysokiego podrostu (tab.). O skuteczności odnowienia świadczyło również płynne przechodzenie od nalotu do wyższych stopni pierśnic. Sosna odnawiała się, ale zdecydowanie słabiej i tylko w pierwszym okresie badawczym (1975-1986) można mówić o fali odnowienia (tab.). Nieliczne osobniki awansowały do wyższych warstw drzewostanu. Podobne prawidłowości stwierdzono w przypadku dębu i brzozy. Można stwierdzić, że na tym ubogim siedlisku dąb odnowił się, jednakże tylko niewielka część osobników awansowała do wyższych warstw drzewostanu. Średnie zagęszczenie podrostów tego gatunku o pier-



Ryc. 1.

Średni (\pm błąd standardowy) udział gatunków drzew w zespole boru świeżego *Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum* (a), boru mieszanego świeżego *Calamagrostio arundinaceae-Piceetum* (b), lasu miodownikowo-grabowego *Melitti-Carpinetum* (c), grądu typowego *Tilio-Carpinetum typicum* (d) i łągu olszowo-jesionowego *Fraxino-Alnetum* (e) w latach 1975-2012

Average (\pm standard error) frequency of trees species in the fresh coniferous forest community *Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum* (a), fresh mixed coniferous forest community *Calamagrostio arundinaceae-Piceetum* (b) fresh mixed broadleaf forest community *Melitti-Carpinetum* (c), hornbeam forest community *Tilio-Carpinetum typicum* (d) and ash-alder swamp forest community *Fraxino-Alnetum* (e) in the period 1975-2012

śnicy 3-7 cm wyniosło 30-100 szt./ha. Dąb wykazywał szczególnie duże zagęszczenie wśród drzewek najniższych (nalotów i podrostów do 1,3 m). Warto podkreślić, że w dolnych warstwach drzewostanu na początku badań (w latach 70.) nie stwierdzano występowania grabu w warstwie podrostów. Obecnie natomiast gatunek ten zaznaczył swoją obecność, zarówno w nalotach, jak i podrostach do 3 cm grubości, osiągając średnią liczebność ponad 100 szt./ha (tab.).

W borze mieszanym świeżym (CP) stwierdzono znaczącą redukcję udziału ważnego dla zespołu gatunku – świerka pospolitego – z ponad 70 do 50% (ryc. 1b). Odnotowano jednocześnie wielokrotny wzrost udziału grabu z kilku procent do około 30% w okresie ostatnich około 15 lat, co może powodować wyraźne zmiany roślinności i kształtowanie się zbiorowisk zbliżonych do grądu. Udział innych gatunków był w miarę stabilny i nie przekraczał 10-15%. Zaobserwowano,

Tabela.

Średnie (\pm błąd standardowy) zagęszczenie [szt./ha] nalotu i podrostu do wysokości 1,3 m (N), podrostu o pierśnicy 0,1-3,0 cm (P1) i podrostu o pierśnicy 3,1-7,0 cm (P2) w badanych zespołach leśnych w latach 1975-2012

Average (\pm standard error) density (N/ha) of tree species undergrowth below 1.3 m (N), with dbh of 0.1-3.0 cm (P1) and with dbh of 3.1-7.0 (P2) in the analysed forest communities in the period 1975-2012

		1975	1986	1997	2012
<i>Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum</i>					
Świerk	N	260 \pm 20	255 \pm 44,2	168 \pm 59,8	138 \pm 31,2
pospólny	P1	120 \pm 40	91 \pm 39,4	193 \pm 70,6	305 \pm 90,8
Norway spruce	P2	110 \pm 10	164 \pm 41,1	84 \pm 44,8	194 \pm 42,3
Sosna	N	324 \pm 96	0 \pm	23 \pm 17	54 \pm 51,4
zwyczajna	P1	373 \pm 280,5	9 \pm 9	15 \pm 14,7	10 \pm 7,6
Scots pine	P2	214 \pm 213,5	38 \pm 28,3	84 \pm 84	60 \pm 60
Dąb	N	158 \pm 69,5	583 \pm 178,9	456 \pm 67,5	312 \pm 120,8
szypułkowy	P1	4 \pm 4	6 \pm 3,8	102 \pm 43,1	144 \pm 78,3
English oak	P2	6 \pm 1,5	4 \pm 2,3	8 \pm 4,2	6 \pm 1
Brzoza	N	209 \pm 15,5	190 \pm 41,6	154 \pm 16,9	58 \pm 37,3
brodawkowata	P1	164 \pm 16	68 \pm 20,5	139 \pm 68,1	107 \pm 73,7
Silver birch	P2	32 \pm 12	112 \pm 12,9	63 \pm 17,3	30 \pm 26,1
Grab zwyczajny	N	7 \pm	46 \pm 1,5	44 \pm 36	90 \pm 67,4
Common	P1	0 \pm	0 \pm	4 \pm 3,5	117 \pm 113,5
hornbeam	P2	0 \pm	0 \pm	0 \pm	5 \pm 5,3
<i>Melitti-Carpinetum</i>					
Świerk	N	307 \pm 94,4	189 \pm 72	24 \pm 21,4	25 \pm 16,2
pospólny	P1	171 \pm 52,8	132 \pm 38,8	28 \pm 17,7	11 \pm 5,7
Norway spruce	P2	172 \pm 44	68 \pm 18,1	38 \pm 19,2	12 \pm 4,2
Sosna	N	0 \pm	0 \pm	5 \pm	0 \pm
zwyczajna	P1	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm
Scots pine	P2	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm
Dąb	N	26 \pm 17,9	672 \pm 213,9	44 \pm 15	18 \pm 7,2
szypułkowy	P1	25 \pm 14,6	5 \pm 4,7	0 \pm	0 \pm
English oak	P2	21 \pm 14,8	8 \pm 3,5	1 \pm 0,5	0 \pm
Grab zwyczajny	N	155 \pm 36,2	628 \pm 247,3	1668 \pm 494,2	764 \pm 210,5
Common	P1	322 \pm 204,8	94 \pm 22,8	807 \pm 433,3	1878 \pm 591,6
hornbeam	P2	292 \pm 173,4	163 \pm 79,1	89 \pm 33,6	199 \pm 82
Lipa drobnolistna	N	16 \pm	4 \pm 4	48 \pm 48	76 \pm 44
Small-leaved	P1	8 \pm	0 \pm	9 \pm 5,8	37 \pm 29,5
lime	P2	4 \pm	6 \pm 2	9 \pm 5,3	4 \pm 2,8
<i>Calamagrostio arundinaceae-Piceetum</i>					
Świerk	N	623 \pm 193,4	492 \pm 184,2	350 \pm 46	378 \pm 149,4
pospólny	P1	396 \pm 330,3	302 \pm 139,4	436 \pm 144	252 \pm 83,4
Norway spruce	P2	125 \pm 91,6	73 \pm 52,4	274 \pm 154	138 \pm 52,5
Sosna	N	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm
zwyczajna	P1	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm
Scots pine	P2	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm
Dąb	N	272 \pm 31,5	205 \pm 123,9	276 \pm 16	138 \pm 41,2
szypułkowy	P1	18 \pm 14,3	25 \pm 22,4	32 \pm 4	102 \pm 50,9
English oak	P2	8 \pm 5,7	2 \pm 2	2 \pm 2	1 \pm 1

Tabela c.d.

		1975	1986	1997	2012
Brzoza	N	16±7,2	64±24,7	292±32	114±57,3
brodawkowata	P1	3±2,6	2±1,6	56±56	170±94,5
Silver birch	P2	0±	0±	4±4	21±19,7
Grab zwyczajny	N	129±75,1	144±25,9	126±6	719±312,7
Common	P1	13±9,1	73±59,8	38±18	476±158,8
hornbeam	P2	10±3,8	8±2,8	2±2	27±9,3
Jarząb	N	618±486,4	668±214,7	1182±78	807±571,3
pospolity	P1	128±122,1	500±489,1	68±16	40±28,8
Rowan	P2	0±	1±0,8	0±	11±11,2
<i>Tilio-Carpinetum typicum</i>					
Świerk	N	420±212,7	59±28,8	0±0	93±51,3
pospolity	P1	37±15,7	23±10	27±13,4	16±9,3
Norway spruce	P2	39±22,4	5±3,9	25±7,5	10±3,2
Sosna	N	0±	0±	0±	0±
zwyczajna	P1	0±	0±	0±	0±
Scots pine	P2	0±	0±	0±	0±
Dąb	N	90±73,7	14±8,1	0±	99±37,8
szypułkowy	P1	2±1,7	3±2	0±0,3	4±2
English oak	P2	7±5,7	0±	0±	3±2,8
Grab zwyczajny	N	248±91,5	350±80,1	0±	1412±308
Common	P1	1065±550,9	374±230,5	308±109,2	1075±249,7
hornbeam	P2	594±243,3	289±129,3	324±40,3	182±28,4
Leszczyna	N	497±212,9	312±160,9	0±	321±95,6
pospolita	P1	0±	0±	0±	799±316,3
Common hazel	P2	0±	0±	0±	162±69,5
Lipa drobnolistna	N	31±17,3	51±10,9	0±	89±35,4
Small-leaved	P1	19±6,1	3±1,3	18±11,3	25±7,4
lime	P2	13±4,3	4±1,5	17±6,8	9±3,2
<i>Fraxino-Alnetum</i>					
Świerk	N			0±	0±
pospolity	P1			1±0,6	3±1,7
Norway spruce	P2			4±1,4	1±0,6
Grab zwyczajny	N			0±	220±135,4
Common	P1			61±24,5	167±71,5
hornbeam	P2			71±25,1	44±13,8
Olsza	N			0±	57±31,4
czarna	P1			136±64,1	118±41,4
Black alder	P2			52±22,3	47±18,6
Jesion	N			0±	19±18,7
wyniosły	P1			297±111,1	20±7,3
Common ash	P2			37±19,2	1±0,7

że odnowienie świerka o znacznym zagęszczeniu było stale obecne we wszystkich kategoriach dolnych warstw drzewostanów w borze mieszanym, osiągając w warstwie nalotów liczebność do 600 szt./ha, a w podrostach najczęściej 200-400 szt./ha (tab.). Obecnie jednak ważnym konkurentem może być grab, awansujący do wyższych warstw drzewostanu. Stwierdzono bowiem wielokrotny wzrost zagęszczenia tego gatunku w nalotach (od 100 do 700 szt./ha) i podrostach do 3 cm pierśnicy w ciągu ostatnich 15 lat (od 10 do 400 szt./ha). Stawał się on powoli gatunkiem dominu-

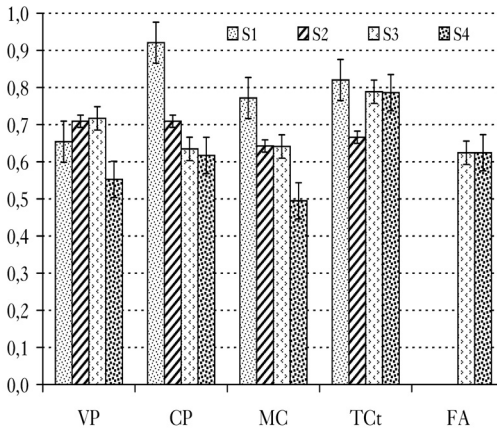
jącym w odnowieniach, na stosunkowo słabym pod względem żyzności siedlisku boru mieszanego. Należałoby podkreślić, że sosna nie odnawiała się wcale w całym okresie prawie 40 lat obserwacji na wydawałoby się optymalnym dla niej siedlisku (tab.).

W lesie mieszanym miodownikowo-grabowym (MC), będącym jedną z ubogich postaci grądu subkontynentalnego, nastąpiły jeszcze bardziej drastyczne zmiany składu gatunkowego drzewostanów. Świerk zmniejszył swój udział aż pięciokrotnie. Na początku badań jego udział wynosił 55%, a na końcu (w 2012 roku) już tylko około 10%, co oznacza wycofanie się tego gatunku z badanego zespołu leśnego w najbliższej przyszłości (ryc. 1c). Stwierdzono ponadto, że największa redukcja udziału świerka miała miejsce w ostatniej dekadzie, czyli tempo zmian wyraźnie uległo przyspieszeniu. Znaczną dynamikę wzrostu populacji odnotował tutaj grab, stanowiąc teraz około 80% wszystkich drzew w tym zespole leśnym. Sosna i dąb znacznie zmniejszyły swój udział w tworzeniu drzewostanu. Jednym gatunkiem odnawiającym się skutecznie i opanowującym dolne warstwy drzewostanu był i jest grab. Gatunek ten wyraźnie zdominował dolne warstwy, zarówno nalotów, jak i podrostów, osiągając bardzo duże zagęszczenie: prawie 2 tys. szt./ha podrostów do 3 cm pierśnicy. Ustępował natomiast bardzo wyraźnie świerk, szczególnie w ostatniej dekadzie badań (tab.). Jego zagęszczenie we wszystkich analizowanych kategoriach dolnych warstw ulegało redukcji, aż do kilkunastu drzewek na ha w 2012 roku. Dąb i sosna, czyli gatunki o wyższych wymaganiach świetlnych, również wyraźnie zmniejszyły swoje zagęszczenie, nie znajdując warunków do odnowienia się i wzrostu (tab.).

W grądzie typowym (TCt), mimo względnie stabilnego charakteru zespołu, nastąpiły znaczne zmiany składu gatunkowego, polegające generalnie na ubywaniu świerka w okresie minionych niespełna 40 lat i jednoczesnym wzroście znaczenia grabu, głównego składnika fitocenozy grądowych. Świerk zmniejszył swój udział pięciokrotnie, z poziomu 25% do około 5%, zaś grab przeciwnie – systematycznie zwiększał znaczenie w budowaniu drzewostanów w okresie minionych 40 lat o około 10% (ryc. 1d). Udział dębu jeszcze kilkanaście lat temu wynosił kilka procent, a obecnie gatunku tego nie stwierdzono w ogóle. Znaczenie sosny również wyraźnie się zmniejszyło, a udział lipy pozostawał w poszczególnych okresach badawczych na podobnie niskim poziomie: około 5-10%. Zwraca jednak uwagę pojawienie się w ostatnim okresie badawczym znacznej liczby drzewek leszczyny, której zagęszczenie stanowiło ponad 20% sumarycznej liczebności wszystkich gatunków. Gatunek ten często przybierał postać drzewa o pierśnicy do 13 cm, co z pewnością może stanowić dalsze ograniczenie możliwości skutecznego odnowienia innych gatunków, m.in. dębu.

W łągu olszowo-jesionowym (FA) zaobserwowano ogromną, aż 7-krotną redukcję udziału jesionu wyniosłego w składzie gatunkowym drzewostanów naturalnych. Zanotowano spadek udziału tego gatunku z poziomu 35% w 1997 roku do niecałych 5% w 2012 roku (ryc. 1e). Na powierzchniach badawczych często pozostawały tylko pojedyncze jesiony o znacznie obniżonej kondycji zdrowotnej. Korzystając z redukcji liczebności jesionu, olsza czarna, a w mniejszym stopniu grab zwiększyły swoją rolę w budowaniu drzewostanu. W dolnych warstwach drzewostanu odnowienie naturalne jesionu w każdej grupie było minimalne, w okresie ostatnich 15 lat uległo znacznej redukcji. Grab wykazywał objawy ekspansji, odnawiał się w warstwie nalotów i podrostów do 3 cm pierśnicy. Olsza również skutecznie się odnawiała, ale jej zagęszczenie było mniejsze niż grabu, z wyjątkiem podrostów od 3 do 7 cm.

Zaobserwowano, że największe zmiany współczynnika podobieństwa składu gatunkowego drzewostanu zaszły w lesie miodownikowo-grabowym (MC), szczególnie w ostatnim okresie (ryc. 2). Współczynnik podobieństwa między początkiem a końcem badań osiągnął bardzo niewielką wartość (poniżej 0,5), co świadczy o znaczących zmianach udziału poszczególnych



Ryc. 2.

Zmiana współczynnika podobieństwa składu gatunkowego drzewostanów (S) w badanych zespołach leśnych w okresie 1975-2012

Change of the similarity coefficient (S) for stands species composition in analysed forest communities in years 1975-2012

1 – 1975-1986, 2 – 1986-1997, 3 – 1997-2012, 4 – 1975-2012; VP – *Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum*, CP – *Calamagrostio arundinaceae-Piceetum*, MC – *Melitti-Carpinetum*, TCt – *Tilio-Carpinetum typicum*, FA – *Fraxino-Alnetum*

gatunków drzew w budowaniu drzewostanu w tym zespole leśnym. Analizowany współczynnik wyraźnie zmniejszył się. Jeszcze bardziej wyraźną, podobnie ukierunkowaną tendencję odnotowano w przypadku zespołu boru mieszanego (CP). W okresie 1975-1986 stwierdzono niewielkie zmiany, natomiast już w następnym podobieństwo zmniejszyło się, osiągając wartość współczynnika 0,6. W borze świeżym (VP) podobieństwo udziału poszczególnych gatunków nieznacznie wahało się w poszczególnych okresach badawczych w przedziale 0,6-0,7. Średni współczynnik podobieństwa pomiędzy początkiem i końcem badań był natomiast niewielki i wynosił tylko 0,55, świadcząc również o znacznej dynamice drzewostanów. Drzewostany w łągu olszowo-jesionowym, badane tylko w latach 1997-2012, cechowały się podobną wartością współczynnika podobieństwa (0,6), co wynikało z drastycznej redukcji udziału jesionu. Zmiany udziału gatunków drzew w tym zespole można więc określić jako znaczne. W przypadku grądu typowego (TCt) podobieństwo natomiast utrzymywało się na podobnym wysokim poziomie, około 0,8, wskazując na niewielkie zmiany udziału poszczególnych komponentów drzewostanów.

Dyskusja

W większości analizowanych zbiorowisk leśnych w ciągu krótkiego czasu (około 40 lat) zaszły znaczące zmiany składu gatunkowego drzewostanów naturalnych Puszczy Białowieskiej wzrastających bez ingerencji człowieka. Należałoby podkreślić, że okres prowadzenia badań stanowił niewielki fragment historii rozwoju lasu, a wnioskowanie i prognozowanie na tej podstawie może być jedynie przybliżone. Niniejsze wyniki potwierdzają w pełni rezultaty wcześniejszych badań o dłuższym okresie trwania (blisko 90-letnich) [Bernadzki i in. 1998; Brzeziecki 2008; Brzeziecki i in. 2012; Drozdowski i in. 2012], podkreślając równocześnie, że stwierdzane prawidłowości dotyczą całej Puszczy Białowieskiej, w tym terenów objętych ochroną częściową. Na podstawie zgromadzonego wieloletniego materiału badawczego, systematycznie uzupełnianego o nowe powierzchnie, cytowani autorzy dokonali pogrupowania gatunków, wyróżniając gatunki małowliczne („zagrożone”), domieszkowe („względnie bezpieczne”) i „ekspansywne”. Warto zauważyć, że w grupie gatunków ekspansywnych wymieniono obecnie tylko grab, natomiast w poprzednich okresach taką tendencję wykazywały również lipa i jesion [Brzeziecki i in. 2012; Drozdowski i in. 2012]. W świetle wyników badań własnych wydaje się bardzo ekspansywny, wkracza nawet na ubogie siedliska boru świeżego i boru mieszanego, ale również na podmokłe łągi olszowo-jesionowe. Na siedliskach boru mieszanego silnie konkuruje m.in. ze świerkiem, a jego odnowienie jest co najmniej tak samo liczne jak konkurentów. Jak może wyglądać i funkcjonować

wać zespół leśny *Calamagrostio-Piceetum*, gdzie kluczową rolę w drzewostanie powinien pełnić świerk, a jest zastępowany grabem charakteryzującym się zupełnie innymi właściwościami ekologicznymi? Z niepublikowanych jeszcze badań wynika, że powstają wtedy zbiorowiska przejściowe, silnie nawiązujące do grądów, z widocznymi jeszcze elementami borowymi i nielicznymi gatunkami diagnostycznymi dla zespołu [Paluch, Zin 2013]. Jeśli opisywane tendencje utrzymają się, płaty opanowane przez grab ulegną całkowitemu przekształceniu w grądy. Taka sytuacja obecnie ma miejsce w przypadku ciepłobubnego zespołu lasu miodownikowo-grabowego (MC), którego zdecydowana większość badanych płatów uległa przekształceniu w grąd typowy. W tym zespole w okresie ostatnich 15 lat odnotowano wielokrotny wzrost zagęszczenia grabu we wszystkich warstwach drzewostanu, w tym nalotów, podrostów i drugiego piętra. Gatunek ten wyparł z warstwy odnowień wszystkich swoich konkurentów, włączając w to świerk, który dominował tam na początku badań (około 40 lat temu).

Przeanalizowanie wieloletniej dynamiki odnowień lipy i awansu do wyższych warstw drzewostanu pozwala na stwierdzenie, że ekspansja tego gatunku jest obecnie zahamowana i ograniczona do siedlisk optymalnych i suboptymalnych (grądowych). Kilkadziesiąt lat temu była natomiast zdecydowanie bardziej wyraźna [Kowalski 1982; Bernadzki i in. 1998].

Status dynamiczny jesionu, uznawanego jeszcze kilkanaście lat temu za gatunek ekspansywny, dominujący lub współpanujący w łągu olszowo-jesionowym [Brzeziecki, Żybuła 1998; Bernadzki i in. 1998; Paluch 2001; Drozdowski i in. 2012], uległ diametralnej zmianie. Jesion stał się obecnie gatunkiem bardzo silnie zagrożonym, w regresie, podobnie jak niegdyś wiąz. Na początku XX wieku rozpoczęło się bowiem niespotykane dotychczas zjawisko masowego zamierania jesionu i całych drzewostanów z udziałem tego gatunku, które trwa nadal [Gil i in. 2011]. Przeprowadzone badania dowiodły, że również w warunkach naturalnych jesion wydzielił się ze wszystkich warstw drzewostanu. Brakowało też odnowień tego gatunku. W kilku przypadkach stwierdzono wydzielenie się wszystkich jesionów na powierzchni badawczej w ciągu zaledwie 15 lat. Nie wiadomo, kiedy jesion zacznie się regenerować, na razie nic na to nie wskazuje. Niepokój budzi obecny stan zdrowotny jesionu, bowiem kondycja pozostałych przy życiu nielicznych osobników jest zła. Stan jesionu wydaje się być bardziej krytyczny niż w analizach wykonanych na terenie Rezerwatu Ścisłego Białowieskiego PN [Brzeziecki i in. 2012]. Cytowani autorzy stwierdzili zamieranie gatunku przeważnie wśród drzew młodych, rzadziej w całej populacji.

Wśród dużej grupy gatunków zagrożonych można znaleźć m.in. sosnę i dąb [Brzeziecki i in. 2012], bardzo ważne gatunki dla funkcjonowania wielu zbiorowisk leśnych. Badania własne w pełni potwierdziły zmniejszanie się ich udziału oraz zupełny brak odnowień sosny i bardzo niewielką liczebność w przypadku dębu. Zwraca uwagę całkowite wycofywanie się sosny z siedlisk teoretycznie dla niej optymalnych, a mianowicie z borów świeżych i borów mieszanych. Nawet jeśli odnowienie naturalne sosny powstało, co zdarzyło się tylko raz w 1975 roku, to potem stopniowo zanikało. Sporadycznie stwierdzano dorastanie tego gatunku do wyższych klas pierśnic. Na transektach KHL drzew sosny powyżej 5 cm pierśnicy (tzw. dorosty) nie odnotowano w okresie prawie 90 lat badań [Brzeziecki i in. 2012]. Drozdowski [2014] podawał, że odnowienie dębu systematycznie powstaje w różnych warunkach siedliskowych Puszczy Białowieskiej, ale nie znajduje odpowiednich warunków do wzrostu. Badania własne pokazały z kolei, że naloty i niskie podrosty dębu co prawda występowały, zwłaszcza paradoksalnie najliczniej na ubogich siedliskach borów i borów mieszanych, ale nie awansowały do wyższych warstw drzewostanu, co świadczy o nieskuteczności odnowienia dębu w obecnych warunkach.

Na podstawie współczynnika podobieństwa w poszczególnych okresach badawczych stwierdzono, że w zespołach boru świeżego, boru mieszanego świeżego i lasu miodownikowo-grabo-

wego największe tempo zmian składu gatunkowego drzewostanów wiąże się z ostatnim okresem (lata 1998-2012). Na początku badań, w latach 1975-1986, zmiany te były z reguły bardzo niewielkie, co sugeruje przyspieszenie tempa zmian w ciągu ostatnich 15 lat. Porównując wszystkie badane zbiorowiska leśne, stwierdzono, że największe zmiany zaszły w lesie miodownikowo-grabowym. Pod względem tempa i wielkości zmian składów gatunkowych drzewostanów można uszeregować badane zbiorowiska leśne następująco (w kolejności malejącej): las miodownikowo-grabowy (MC), bór świeży (VP), bór mieszany świeży (CP), łęg olszowo-jesionowy (FA) i grąd typowy (TCt). Zaobserwowano, że w grądzie typowym w całym okresie badawczym utrzymywało się niewielkie tempo zmian.

Można stwierdzić, że obecnie dominującym zjawiskiem, mającym najbardziej znaczący wpływ na obraz lasu i warunki ekologiczne w nim panujące, jest ekspansja grabu, która rozpoczyna z pewnością ciąg zmian w całym ekosystemie leśnym. Wkraczanie grabu na siedliska, na których ten gatunek dotychczas nie występował lub był mało liczny, powoduje ujednoczenie składu gatunkowego zbiorowisk leśnych i ich upodobnienie do grądu [Bernadzki i in. 1998; Paluch 2001; Sokołowski 2004; Brzeziecki 2008; Brzeziecki i in. 2012]. Cytowani autorzy twierdzą, że ekspansja grabu jeszcze się nie zakończyła. Brzeziecki i in. [2012], analizując wieloletni materiał badawczy zebrany na stałych powierzchniach badawczych w Białowieckim PN, zastanawiali się, co musi się stać, żeby grab się wycofał. Paluch [2001] przypuszczał, że tendencje grądowania różnych siedlisk pogłębią się i po ponad 10 latach prognoza ta się sprawdza. Z ekologicznego punktu widzenia drzewostan warunkuje bowiem istnienie pozostałych warstw zbiorowiska leśnego. Drzewostan, będąc najważniejszym składnikiem fitocenozy, tworzy specyficzny mikroklimat, umożliwiający bytowanie organizmom wymagającym do swojego rozwoju konkretnych warunków ekologicznych [Obmiński 1977; Szymański 2000]. Możemy z dużą dozą pewności stwierdzić, że wspomniane wyżej ujednoczenie zbiorowisk leśnych nie sprzyja i nie będzie sprzyjać kształtowaniu się wysokiej różnorodności biologicznej na różnych poziomach: zarówno gatunkowym, jak i ekosystemowym. Ochrona ścisła, dając możliwość śledzenia i zachowania procesów naturalnych, nie zawsze i nie wszędzie daje gwarancję zachowania wszystkich ważnych dla Puszczy Białowieckiej gatunków i zespołów leśnych. Obecnie kładzie się ogromny nacisk na powiększanie obszarów ochrony ścisłej. Czy taki kierunek działań jest słuszny dla zachowania całego dziedzictwa przyrodniczego i kulturowego cennego przyrodniczo obszaru Puszczy?

Długoterminowe prace wskazały, że obecne tendencje rozwoju drzewostanów naturalnych i zbiorowisk leśnych nie pozwalają na ochronę całego bogactwa przyrodniczego Puszczy przy użyciu metod biernych i że nie powinniśmy się koncentrować wyłącznie na tej formie ochrony, wyłączając następne obszary z jakichkolwiek działań [Brzeziecki i in. 2012]. Należałoby mocno podkreślić, że obecny obraz lasów Puszczy, charakteryzujących się wysoką różnorodnością biologiczną, jest wypadkową nie tylko procesów naturalnych, ale również wielowiekowej działalności człowieka [Kowalski 1982; Bernadzki i in. 1998; Sokołowski 2004]. Niedocenianą rolę mogły odgrywać tutaj powszechne w Puszczy w minionych wiekach pożary, wypas, wypalanie potażu, bardzo wysokie stany zwierzyny leśnej oraz inne działania człowieka istotnie modyfikujące skład gatunkowy drzewostanów i możliwości odnawiania gatunków drzew. W efekcie nałożenia się różnych zjawisk o charakterze historycznym, globalnym i antropogenicznym w stosunkowo krótkim czasie stwierdzono znaczne zmiany, których nie przewidywały dawne prognozy wielkich badaczy Puszczy z pierwszej połowy ubiegłego wieku [Paczoski 1930; Matuszkiewicz 1952]. Czy teraz możemy prognozować ze znacznym prawdopodobieństwem, jak będą wyglądać drzewostany naturalne Puszczy Białowieckiej? Wydaje się, że nastąpi kontynuacja ekspansji grabu, a stopniowe ustępowanie innych ważnych dla różnorodności biologicznej gatunków drzew, np. sosny czy dębu.

Wnioski

- ✚ Potwierdzono znaczący wzrost udziału grabu pospolitego w budowaniu drzewostanów w całej Puszczy Białowieskiej. Gatunek ten wykazuje ekspansję na różne siedliska, w tym ubogie i średnio żyzne. Powoduje to ujednolicenie składu gatunkowego zbiorowisk leśnych, ich upodobnienie do grądu, co podkreślano wielokrotnie w badaniach wcześniejszych na podstawie bardziej długoterminowych badań, szczególnie na obszarze chronionym w sposób ścisły. W warunkach naturalnych w większości analizowanych zespołów leśnych w odnowieniu lasu dominował grab.
- ✚ Świerk wycofał się do oligotroficznych zbiorowisk leśnych. W ostatnich dekadach udział tego gatunku uległ drastycznej redukcji w drzewostanach borów mieszanych i grądów.
- ✚ Sosna, dąb i brzoza zmniejszają wyraźnie swój udział w tworzeniu drzewostanów, w tym również w warstwie odnowień, w całej Puszczy Białowieskiej. Zjawisko to odnotowano w różnych warunkach: zarówno ochrony ścisłej, jak i ochrony częściowej realizowanej kilkanaście lat temu (niewielkiej ingerencji człowieka).
- ✚ W okresie około 15 minionych lat zarejestrowano gwałtowną i silną redukcję udziału jesionu.
- ✚ Tempo zmian składu drzewostanów w ostatnich 10-15 latach uległo przyspieszeniu.

Literatura

- Bernadzki E., Bolibok L., Brzeziecki B., Zajączkowski J., Żybura H. 1998. Compositional dynamics of natural forests in the Białowieża National Park, northeastern Poland. *Journal of Vegetation Science* 9: 229-238.
- Brzeziecki B. 2008. Wieloletnia dynamika drzewostanów naturalnych na przykładzie dwóch zbiorowisk leśnych Białowieskiego Parku Narodowego: *Pino-Quercetum* i *Tilio-Carpinetum*. Cz. II. *Studia Naturae* 54: 9-22.
- Brzeziecki B., Keczynski A., Zajączkowski J., Drozdowski S., Gawron L., Buraczyk W., Bielak K., Szeligowski H., Dzwonkowski M. 2012. Zagrożone gatunki drzew Białowieskiego Parku Narodowego (Rezerwat Ścisły). *Sylvan* 156 (4): 252-261.
- Brzeziecki B., Żybura H. 1998. Naturalne zmiany składu gatunkowego i struktury pierścienia na siedlisku olsu jesionowego w okresie 47 lat. Sukcesja czy regeneracja? *Sylvan* 141 (4): 19-31.
- Drozdowski S. 2014. Modelowanie procesów odnowieniowych w lesie naturalnym. *Rozpr. i Monogr. Wyd. SGGW, Warszawa*.
- Drozdowski S., Brzeziecki B., Żybura H., Żybura B., Gawron L., Buraczyk W., Zajączkowski J., Bolibok L., Szeligowski H., Bielak K., Widawska Z. 2012. Wieloletnia dynamika starodrzewów w zagospodarowanej części Puszczy Białowieskiej: gatunki ekspansywne i ustępujące. *Sylvan* 156 (9): 663-671.
- Gil W., Łukaszewicz J., Paluch R., Zachara T. 2011. Jesion wyniosły – zagrożenia i hodowla. PWRiL, Warszawa.
- Kowalski M. 1982. Rozwój drzewostanów naturalnych na powierzchni badawczej w Białowieskim Parku Narodowym. *Rozprawy Nauk. i Monogr. Wyd. SGGW, Warszawa*.
- Kowalski M. 1991. Climate-a changing component of forest site. *Folia Forest. Pol. Ser. A, Forestry* 33: 15-22.
- Matuszkiewicz W. 1952. Zespoły leśne Białowieskiego PN. Wyd. UMCS, Lublin.
- Obmiński Z. 1977. *Ekologia lasu*. PWN, Warszawa.
- Paczoski J. 1930. *Lasy Białowieży*. Państw. Rada Ochr. Przyrody, Poznań.
- Paluch R. 2001. Zmiany zbiorowisk roślinnych i typów siedlisk w drzewostanach naturalnych Białowieskiego Parku Narodowego. *Sylvan* 145 (10): 73-81.
- Paluch R., Zin E. 2013. Wieloletnie zmiany roślinności wybranych zbiorowisk leśnych Puszczy Białowieskiej. *Maszynopis. ECLN, Białowieża*.
- Sokołowski A. W. 1960-2004. Materiały archiwalne niepublikowane – zdjęcia fitosocjologiczne, wyniki pomiarów drzewostanów na stałych powierzchniach badawczych dostępne w IBL w Białowieży.
- Sokołowski A. W. 1991. Zmiany składu zbiorowisk leśnych w rezerwach Puszczy Białowieskiej. *Ochr. Przyr.* 49 (2): 1-26.
- Sokołowski A. W. 1993. Fitosocjologiczna charakterystyka zbiorowisk leśnych Białowieskiego Parku Narodowego. *Parki Nar. Rez. Przyrody* 12 (3): 5-190.
- Sokołowski A. W. 2004. *Lasy Puszczy Białowieskiej*. CILP, Warszawa.
- Szymański S. 2000. *Ekologiczne podstawy hodowli lasu*. PWRiL, Warszawa.
- Wólczewski T. 1954. Materiały do poznania zależności między drzewostanem i glebą w czasie i przestrzeni. *Prace IBL* 123: 161-249.