

Rafał Paluch^{1✉}, Kamil Bielak²

Przebudowa drzewostanów z wykorzystaniem naturalnych procesów sukcesyjnych w Puszczy Białowiejskiej

Stand conversion by means of natural succession in the Białowieża Primeval Forest

Abstract. The objects of the research were stands aged 60 years and older with birch or aspen (pioneer species) in the proportion equal or higher than 30%. The research was conducted in 40 randomly selected stands growing under the site conditions typical of the fresh mixed deciduous forest (LMśw) and the fresh deciduous forest (Lśw) in the Białowieża Primeval Forest.

The main species in the examined stands growing in the mixed deciduous forest are spruce (36%), birch (29%), hornbeam (12%) and oak (10%). The average share of other tree species does not exceed 5%.

In the fresh deciduous forest site type the major role is played by hornbeam (32%) followed by birch (26%), while the share of spruce and oak is markedly lower accounting for merely 15% and c. 10%, respectively. In the mixed deciduous forest site type the species composition of every fifth examined stands is similar to that of the target forest (GDT), 40% of stands partially comply and 40% of stands do not comply with the species composition model.

Only 5% of stands growing in the fresh deciduous forest site fully meet the requirements of the GTD model, the species composition of 40% of stands partially comply and 55% of stands largely depart from the model.

An analysis of the species composition of stands with regard to their compliance with the species composition of natural communities shows that in both investigated forest site types only 10% of stands feature a significant lack of compliance with the stand composition model.

Hornbeam is the dominant species in the regrowth and undergrowth layer of the examined stands. The natural regeneration of other tree species is significantly limited.

The obtained results of the research point to the possibilities, purposefulness and need to use natural succession in forest practice. In fact, the transformation of transition stands in the Białowieża Primeval Forest has, to some extent, been completed in a natural way. Silvicultural measures should consist in the regulation of species composition adjusted to the conditions in each stand.

Key words: forest site type, species composition, pioneer species, transition stands

1. Wstęp

Potrzeba przebudowy drzewostanów w polskich lasach jest znacząca i wynosi według różnych szacunków od kilkuset tysięcy do około 1,5 miliona ha (Zajączkowski 2006, Czuba 2006). Najnowsze analizy wska-

zuja, że drzewostany podlegające przebudowie zajmują około 300 tys. ha (Zajączkowski et al. 2008). Obecne regulacje prawne nie przewidują w naszych lasach dominacji brzozy i osiki, dlatego wszystkie takie drzewostany podlegają przebudowie. W polskich lasach na niżu wyraźnie preferuje się całkowitą przebudowę drze-

¹ Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Lasów Naturalnych, 17-230 Białowieża,

* Fax +48 085 681 2203, e-mail: R.Paluch@ibles.waw.pl

² Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, ul. Nowoursynowska 159, 02-786 Warszawa

wostanu, najczęściej bazującą na odnowieniach sztucznych. Wykorzystywanie procesów sukcesyjnych spotyka się rzadko.

Jednym z przykładów drzewostanów, które powstały w wyniku spontanicznych procesów regeneracyjnych o charakterze sukcesji wtórnej są tzw. drzewostany przejściowe w Puszczy Białowieskiej. Ich geneza sięga gospodarki niemieckiej podczas I wojny światowej (1915–1918) oraz działalności angielskiej firmy „The Century European Timber Corporation” (1924–1929). W wyniku rabunkowej i dewastacyjnej eksploatacji w okresach tych wycięto, głównie zrębami zupełnymi, odpowiednio 4 mln m³ (Karpiński 1930) i 2,5 mln m³ drewna (Więcko 1972, 1980). Według umowy zawartej na 10 lat między Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a wspomnianą firmą, rozmiar użytkowania miał wynosić 325 tys. m³ drewna na powierzchni 1400 ha rocznie. Na żądanie firmy stosowano rozległe zręby zupełne w formie tzw. kulis, o szerokości 100 m i długości 1 km (10 ha), pozostawiając wyłącznie drzewa, które nie przedstawiały wartości komercyjnej: naloty i podrosty, jak również przestoje o słabej jakości technicznej, głównie grabu i świerka (Kutrzeba 1979, Więcko 1984). W maju 1929 r. Ministerstwo Rolnictwa jednostronnie wypowiedziało umowę z firmą „Century”, z powodu niedotrzymania przez spółkę warunków płatności oraz przelewaniem swych praw i obowiązków wynikających z treści umowy na osoby trzecie. Udzielenie firmie „Century” koncesji na wyrąb 7,2 mln m³ drewna w Puszczy Białowieskiej i lasach nadniemeńskich miało na celu uzyskanie środków finansowych na niezbędne reformy gospodarcze oraz umożliwienie rozwoju krajowego przemysłu drzewnego. Oczekiwania te jednak zawiodły. W ciągu pięcioletniej działalności firma nie tylko nie zbudowała żadnego zakładu przemysłu drzewnego, ale wręcz zaniebdywała fabryki wydzierżawione od Skarbu Państwa, wywożąc 4/5 pozyskiwanego drewna w stanie nieobrobionym za granice kraju (J. M. 1929). Innym powodem rozwiązania umowy było niedotrzymywanie przez spółkę „Century” terminu przekazywania zrębów do odnowienia. Powierzchnie te w późniejszym czasie tylko w niewielkim stopniu zostały odnowione przez miejscowych leśników sosną, co, według Paczoskiego (1930), pociągało za sobą szczególnie wysokie koszty i małe korzyści przyrodnicze dla przyszłych drzewostanów. W pozostałych przypadkach w warunkach dużych zrębów zupełnych pojawiły się spontanicznie liczne gatunki pionierskie: brzoza brodawkowata (*Betula pendula* L.), osika (*Populus tremula* L.) oraz wierzba iwa (*Salix caprea* L.). Obecnie drzewostany te mają około 80–90 lat i charakteryzują się bardzo zróżnicowanym składem gatunkowym. Można tu spotkać zarówno prawie lite brzeziny z dolnym piętrem grabowym, jak również drzewostany mieszane, składające się z wielu cennych gatunków

drzew i odznaczające się jednostkową i grupową formą zmieszania (Bielak et Brzeziecki 2005).

W latach 90. XX wieku w drzewostanach przejściowych założono kilkanaście powierzchni badawczych o wymiarach 50×50 m (Sokołowski 1996). Zbyt mała liczebność próby sprawiła, że nie ma naukowych podstaw do oceny, w jakim stopniu dane te reprezentują wszystkie drzewostany przejściowe, a także jaka jest względna częstość występowania poszczególnych kategorii drzewostanów.

Zebrane dotychczas dane wymagają zatem rozszerzenia, uzupełnienia i aktualizacji. W oparciu o wspomniany materiał badawczy dokonano analizy hodowlano-urządzeniowej drzewostanów przejściowych (Borecki et Brzeziecki 2001), podkreślając jednak, że skuteczne planowanie zabiegów hodowlano-ochronnych w drzewostanach o zróżnicowanej strukturze wymaga stworzenia poszerzonej bazy informacyjnej.

2. Cele badań

Wykorzystanie naturalnych procesów samoregulacyjnych zachodzących w drzewostanach do realizacji zadań hodowlanych spotyka się jeszcze zbyt rzadko. Potrzebne jest opracowanie zasad przebudowy drzewostanów, wykorzystującej oprócz tradycyjnych metod procesy sukcesyjne. Odnowienia naturalne powstałe w trakcie rozwoju drzewostanów powstałych na skutek naturalnych procesów sukcesyjnych mogą bowiem okazać się wartościowymi składnikami przyszłego drzewostanu. Stąd przyjęto następujące cele badań:

- określenie możliwości i zakresu wykorzystania naturalnych procesów sukcesyjnych, zachodzących w drzewostanach, do realizacji celów hodowlanych (przede wszystkim przebudowy) na przykładzie drzewostanów przejściowych w Puszczy Białowieskiej,

- opracowanie sposobów postępowania i sformułowanie zaleceń hodowlanych uwzględniających w optymalnym stopniu naturalne procesy sukcesyjne zachodzące w drzewostanach przejściowych oraz wzrost różnorodności biologicznej.

3. Metodyka i zakres badań

Inwentaryzacja drzewostanów przejściowych z opisem ich podstawowych cech taksacyjnych w postaci bazy danych była punktem wyjścia do dalszych analiz. Wykorzystano do nich dane zawarte w operatach urzędowania lasu dla nadleśnictw: Białowieża, Browski i Hajnówka oraz dla Białowieskiego Parku Narodowego dla 2001 roku. Przy określaniu powierzchni drzewostanów z panującą brzozą lub/i osiką (dla zilustrowania skali zja-

wiska) wykorzystano fragmenty urzędniowych baz danych (za zgodą RDLP w Białymstoku i dyrekcji BPN). Wydzielenia drzewostanowe w wieku powyżej 60 lat o sumarycznym udziale wymienionych powyżej gatunków wczesnosukcesyjnych większym lub równym 30% zostały pogrupowane według badanych typów siedliskowych lasu. Z populacji generalnej (zbiór wszystkich wydziałów drzewostanów przejściowych) została pobrana próba losowa prosta (losowanie niezależne), w której każdy element ma jednakowe prawdopodobieństwo wylosowania. Uzyskano w ten sposób reprezentatywność próby. Szczegółowe badania przeprowadzono

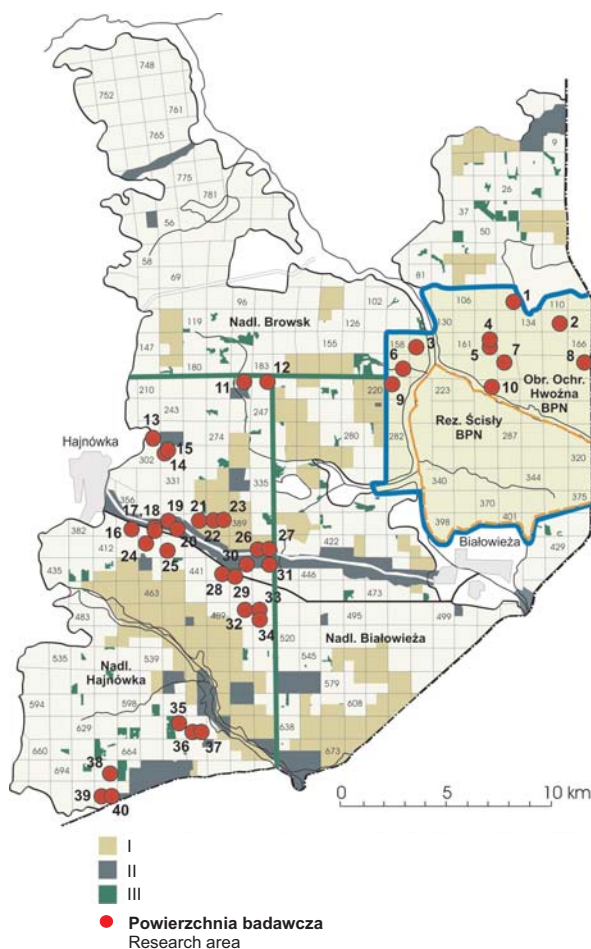
w drzewostanach na siedliskach lasu mieszanego świeżego (20 drzewostanów) i lasu świeżego (20 drzewostanów), w części zagospodarowanej na terenie Nadleśnictwa Hajnówka oraz na obszarze ochrony czynnej Białowieckiego PN (ryc. 1).

W każdym wylosowanym wydzieleniu założono w siatce kwadratów o boku 50 m powierzchnie kołowe (0,04 ha), na których zinwentaryzowano naloty i podrosty do wysokości 1,3 m, pomierzono pierśnice wszystkich drzew i wysokości wybranych drzew podstawowych gatunków z całego zakresu pierśnic.

Dla każdego badanego wydzielenia drzewostanowego obliczono zagęszczenie poszczególnych gatunków drzew na 1 ha z podziałem na drzewa do 5 cm pierśnicy i powyżej. Takie postępowanie uzasadniono różnym znaczeniem w strukturze drzewostanu drzew o określonej pierśnicy. Drzewa do 5 cm grubości tworzą dolną warstwę drzewostanu – niższy podrost, w obrębie której często dochodzi do znaczących fluktuacji składu gatunkowego i liczebności. Podobne rozwiązanie metodyczne zastosowali Bernadzki i in. (1998) oraz Zajączkowski (1999). Korony najwyższych drzew z zakresu pierśnic 0,1–5 cm sięgają maksymalnie do kilku metrów od ziemi i w ekologii trafnie nazywa się tę warstwę „bankiem podrostu” (Falińska 1998). W zależności od sytuacji w drzewostanie (zamierania drzew i tworzenia się luk) młode drzewka mogą uzyskać szansę na rozwój, a tym samym i awans do wyższych warstw drzewostanu. Z podanych powyżej przyczyn analizę ich zagęszczenia opracowano osobno.

Ponadto, dla każdego drzewostanu zostało obliczone pierśnicowe pole przekroju poszczególnych gatunków. Następnie w dwójaki sposób określono skład każdego drzewostanu na podstawie: procentowego udziału liczby i pierśnicowego pola przekroju drzew poszczególnych gatunków. W celu określenia syntetycznego składu gatunkowego, łączącego obie wymienione powyżej metody, zastosowano wskaźnik ważności gatunku opracowany przez Bernadzkiego i in. (1998), jako średnią arytmetyczną procentowego udziału gatunku w składzie drzewostanu obliczoną na podstawie liczby drzew oraz pierśnicowego pola przekroju.

Oceniono również w syntetyczny sposób zgodność aktualnego składu gatunkowego badanych drzewostanów z dwoma ujęciami modelowymi, czyli z gospodarczym typem drzewostanu (GTD) określonym na podstawie Zasad Hodowli Lasu (DGLP Warszawa, 2003. ss. 159) oraz ze składem drzewostanów rozwijających się w naturalnych zbiorowiskach leśnych odpowiadających warunkom siedliskowym lasu mieszanego świeżego i lasu świeżego (w oparciu o publikację Sokołowskiego 2004). Dokonano zatem oceny powyższych drzewostanów z punktu widzenia: gospodarczego i przyrodniczego. Skład badanych drzewostanów uznano za zgodny z gospodarczym typem drzewostanu (GTD) lub składem



Rycina 1. Rozmieszczenie powierzchni badawczych na terenie Białowieckiego PN (nr 1–10) i Nadleśnictwa Hajnówka (nr 11–40): I – rezerwat „lasów Naturalne Puszczy Białowieżskiej” powołany w 2003 r., II – rezerwaty powołane do końca 2002 r., III – drzewostany naturalne poza rezerwatami

Figure 1. Location of study sites in the territory of the Białowieża National Park (nos 1–10) and the Hajnówka Forest District (nos 11–40): I – the “Natural Forests of the Białowieża Primeval Forest” reserve called into being in 2003, II – reserve called into being in before 2002, III – natural forests outside reserves

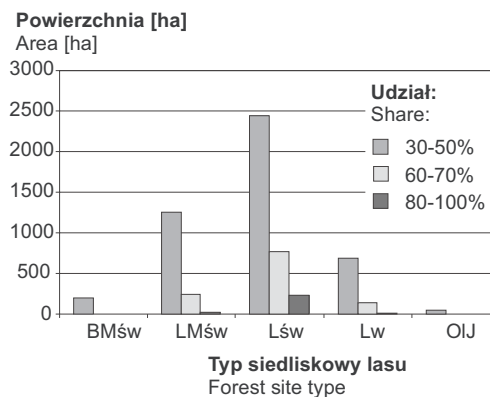
naturalnego zbiorowiska leśnego wówczas, gdy rozbieżność pomiędzy składem rzeczywistym a modelowymi wynosiła do 20%, częściowo zgodny – rozbieżności mieściły się w przedziale 30–50% i niezgodny, gdy rozbieżności były większe niż 50%.

W ramach ostatniej grupy drzewostanów wyróżniono 2 rodzaje niezgodności: akceptowalną i negatywną, jednakże rozumianą nieco inaczej niż przez innych autorów (por. Gajewski i Zajaczkowski 2006). Niezgodność akceptowalną stwierdzano wówczas, gdy obok dużego udziału gatunków wczesnosukcesyjnych – brzozy i osiki, występowały inne długowieczne wartościowe składniki drzewostanu, na korzyść których można prowadzić zabiegi hodowlane. Niezgodność negatywną określano wówczas, gdy skład gatunkowy był bardzo zubożony, oprócz brzozy i osiki był obecny tylko jeden lub dwa gatunki: mało stabilny świerk i/lub ekspansywny grab. Skład badanych drzewostanów uznano za niezgodny ze składem naturalnych zbiorowisk wtedy, gdy wyraźnie dominowały gatunki wczesnosukcesyjne oraz świerk. Wykorzystując matematyczny model dynamiki lasu BWINPro 6.2 (Nagel 1999, Nagel et Schmidt 2006) i wbudowany w nim generator współrzędnych przestrzennych drzew, opracowany przez Pretzscha (1997), wykonano ponadto wizualizację graficzną dla przykładowych drzewostanów reprezentujących różne rodzaje zgodności z GTD.

4. Wyniki badań

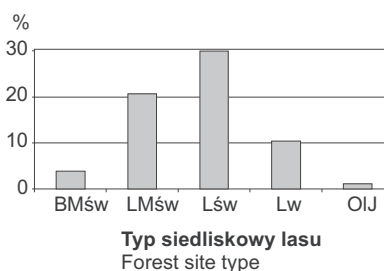
Analiza drzewostanów przejściowych Puszczy Białowieskiej w świetle danych urzędowych

Największa powierzchnia drzewostanów w wieku powyżej 60 lat o różnym udziale gatunków lekkonasiennych (brzozy i osiki) w Puszczy Białowieskiej występuje na siedlisku lasu świeżego zarówno w sumarycznym zestawieniu (około 3,5 tys. ha), jak i poszczególnych kategoriach udziału wspomnianych gatunków (ryc. 2). Znaczącą powierzchnię (lecz o połowę mniejszą) drzewostanów przejściowych stwierdzono również na siedlisku lasu mieszanego świeżego. Na pozostałych analizowanych typach siedlisk powierzchnia drzewostanów przejściowych jest nieznaczna (ryc. 2). W lesie świeżym blisko 30%, a w lesie mieszanym nieco ponad 20% powierzchni wszystkich drzewostanów starszych od 60 lat stanowią drzewostany zniekształcone – gatunkiem panującym lub współpanującym jest brzoza lub/i osika (ryc. 3). Tylko na około 300 ha (5%) występują lite lub prawie lite drzewostany brzozowe i osikowe, a powierzchnia drzewostanów z dominacją tych gatunków wynosi blisko 1200 ha, (co stanowi około 20% powierzchni wszystkich drzewostanów przejściowych). W przeważającej części (75%) drzewostanów przejściowych



Rycina 2. Powierzchnia drzewostanów o różnym udziale brzozy i osiki w wybranych typach siedliskowych lasu w Puszczy Białowieskiej

Figure 2. Area of stands with the different share of birch and aspen in the selected forest site types in the Białowieża Primeval Forest. Designations: BMśw – fresh mixed coniferous forest, LMśw – fresh mixed deciduous forest, Lśw – fresh deciduous forest, Lw – moist deciduous forest, OIJ – alder-ash forest



Rycina 3. Udział drzewostanów w wieku powyżej 60 lat o udziale brzozy lub/ i osiki 30–100% w wybranych typach siedliskowych lasu w Puszczy Białowieskiej

Figure 3. Share of stands in age above 60 years with the share of birch or/and aspen 30–100% in the selected forest site types in the Białowieża Primeval Forest. Designations as in the figure 2

stwierdzono występowanie znacznego udziału innych gatunków drzew, które w trakcie rozwoju drzewostanu stopniowo zastępują brzozę i osikę.

W tabeli 1 przedstawiono dane o powierzchni drzewostanów przejściowych z podziałem na poszczególne nadleśnictwa i Park Narodowy. W każdej jednostce administracyjnej wyraźnie dominują drzewostany o stosunkowo niewielkim udziale brzozy i osiki (30–50%) i stanowią zwykle 70–80% wszystkich drzewostanów, w których gatunki te są panującymi. Wyjątkiem jest Obręb Orłówka w BPN (rezerwat ściśły). Drzewostany takie stanowią tam około 45% wszystkich drzewostanów brzozowych lub osikowych. Najwięcej tego typu drzewostanów jest jeszcze w nadleśnictwach Browski i Hajnówka (około 2,2–2,3 tys. ha), a w Obrębie Ochronnym Hwoźna – części dołączonej niedawno do Parku Narodowego – tylko około 350 ha.

Tabela 1. Powierzchnia drzewostanów przejściowych w wieku powyżej 60 lat o różnym udziale brzozy lub/i osiki w Puszczy Białowiejskiej

Table 1. Area of transition stands older than 60 years with the varying share of birch and/or aspen in the Białowieża Primeval Forest

Jednostka organizacyjna Administration unit	Powierzchnia z udziałem: Area with the share: (ha)			
	30–50%	60–70%	80–100%	Suma Total
Nadleśnictwo Białowieża Białowieża Forest District	778,62	155,26	6,62	940,50
Nadleśnictwo Browsk Browsk Forest District	1893,26	355,10	109,31	2357,67
Nadleśnictwo Hajnówka Hajnówka Forest District	1593,22	538,31	107,08	2238,61
Białowiecki PN, Obręb Hwoźna Białowieża NP, Hwoźna Protection District	281,90	40,51	24,17	346,58
Białowiecki PN, Obręb Orłówka (dawniej rezerwat ścisły) Białowieża NP, Orłówka Protection District (former Strict Reserve)	72,52	67,06	21,42	161,00
Razem Total	4619,52	1156,24	268,60	6044,36

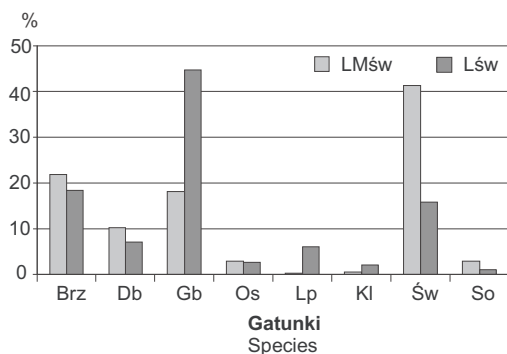
**Rycina 4. Średni udział gatunków według liczby drzew w drzewostanach przejściowych w lasach mieszanych (LMśw) i świeżych (Lśw)**

Figure 4. Mean share of species by number of trees in transition stands growing in the fresh mixed deciduous forest site type (LMśw) and in the fresh deciduous forest site type (Lśw). Designations: Brz – Birch, Db – Oak, Gb – Hornbeam, Os – Aspen, Lp – Linden, Kl – Maple, Św – Spruce, So – Pine

Analiza wybranych drzewostanów przejściowych

Zagęszczenie drzew

W tabeli 2 przedstawiono zagęszczenie najważniejszych gatunków drzew (w szt./ha) powyżej 5 cm piersnicy tworzących badane drzewostany. Sumaryczna średnia liczba drzew na 1 ha była silnie zróżnicowana na poszczególnych powierzchniach badawczych i wynosiła od blisko 400 do prawie 1200 szt./ha. Współczynnik zmienności tej cechy był równy 30%. Pod względem zagęszczenia w lasach mieszanych przeważał świerk

(275 szt./ha), a w lasach świeżych prawie połowę średniej liczby drzew stanowił grab (350 szt./ha). Średnie zagęszczenie tego ostatniego gatunku w lasach mieszanych świeżych zbliżyło się do zagęszczenia brzozy, a w niektórych drzewostanach 2–3-krotnie je przewyższyło. Świadczy to o znacznej ekspansji grabu na siedliskach uboższych grądów, odpowiadających typologicznie lasom mieszanym świeżym i wroście znaczenia tego gatunku w składzie drzewostanów. Obecnie jednakże udział grabu pod względem liczby drzew w drzewostanach na siedlisku lasu mieszanego jest o ponad połowę mniejszy niż na siedlisku lasu świeżego i wynosi około 18% (ryc. 4). Odwrotne relacje stwierdzono w przypadku świerka – gatunek ten stanowi ponad 40% wszystkich drzew na siedlisku lasu mieszanego, a tylko nieco ponad 15% na siedlisku lasu świeżego. Udział liczbowy dębu w składzie drzewostanów jest niewielki i na badanych siedliskach nie przekracza 10% (ryc. 4). Gatunek ten jest obecny w prawie wszystkich badanych drzewostanach, ale tylko co piątym (w ośmiu drzewostanach na 40 zbadanych) jego zagęszczenie przekracza 100 szt./ha (maksymalnie wynosiło ono 210 szt./ha). Najwięcej dębu stwierdzano przede wszystkim w uboższych siedliskach lasów mieszanych (tab. 2). Udział pozostałych gatunków w składzie drzewostanów przejściowych jest niższy od 5% (ryc. 4), ale w niektórych drzewostanach ważną rolę w ich składzie odgrywa osika (w wilgotniejszych fragmentach), rzadziej osika lub lipa (tab. 2).

Tabela 2. Zagęszczenie drzew o pierśnicy powyżej 5 cm w drzewostanach przejściowych według gatunków i badanych typów siedliskowych lasu (w szt./ha)

Table 2. Density of trees with the diameter at breast height over 5 cm (trees/ha) in transition stands by species and investigated forest site types

Powierzchnia Study site	Jednostka administracyjna Administration unit	Oddział Compartment	Las mieszany świeży Fresh mixed deciduous forest site type										Suma Sum	
			Brz	Db	Gb	Js	Kl	Lp	Ol	Os	So	Św		
1	BPN O/O	108Da	117	33	33					75	67		267	592
2	Hwoźna	135Dg	67	192	108		8					25	167	567
3	Białowieża NP,	159Cm	125	25	38						25		150	363
6	Hwoźna	189Df	175	208	250		50	42	8	142			100	975
8	Protection District	197Bb	188	88	125		13					88	475	977
12	Nadl. Hajnówka	215Bc	125	25	58					17	8		300	533
13	Hajnówka	271Ca	142	100									308	550
14	Forest District	303Aa	125	138	363					13	13		263	915
15		303Ab	250	88	75								313	726
16		384Db	125	50	25					38	63		363	664
17		385Da	113	75	13								175	376
19		386Ac	75	25	75								400	575
21		387Ba	167	25	183							17	250	642
22		388Ac	88	13	288							38	175	602
23		388Bg	113	25	175				138				200	651
32		490Ba	238	50	113						25	25	300	751
34		491Ca	200	175	63							50	625	1113
35		633Ba	133	17	250			17			42	17	233	709
36		634Ca	150	58	150						8		225	591
38		696Da	150	38	150						13	63	213	627
Średnia / Mean			143	72	127	0	4	3	11	20	20	275	675	
			Las świeży Fresh deciduous forest site type											
4	BPN O/O	162Bf	63	25	338	38		38	188				50	740
5	Hwoźna	162Da	117	25	608		8				25		108	891
7	Białowieża NP,	194Aa	142	142	708		83	58			50		33	1216
9	Hwoźna	221Aa	133		225	25	25	350					17	775
10	Protection District	225Ba	117	33	150		17	183	75	17			83	675
11	Nadl. Hajnówka	214Ba	183	17	100				8	17			250	575
18	Hajnówka	385Dg	167	75	133							17	133	525
20	Forest District	386Dc	92	50	192					17	17		150	518
24		414Ad	142	25	267		8						175	617
25		415Ca	75	92	283								158	608
26		419Cb	163	50	663			25						901
27		419Dc	188	13	625		13	13		38	25	113		1028
28		442Da	75	100	325			100						600
29		442Eb	200	8	342			33		8	8	142		741
30		443Bd	208	25	541		67	17		17	8	50		933
31		444Bd	142	25	558			50		25	8	75		883
33		491Aa	138	13	250		13	13			13	25		465
37		634Dc	38	163	150					100	25	338		814
39		728Ca	142	33	100		25		25	17		200		542
40		728Dd	75	67	400		75			75	25			717
Średnia / Mean			130	49	348	3	17	44	15	20	7	105	738	

Designations: Brz – Birch, Db – Oak, Gb – Hornbeam, Js – Ash, Kl – Maple, Lp – Linden, Ol – Alder, Os – Aspen, So – Pine, Św – Spruce

Naloty i podrosty w drzewostanach przejściowych

Zagęszczenie podrostów do 5 cm pierśnicy w poszczególnych badanych wydzieleniach drzewostanowych przedstawiono w tabeli 3. W lesie mieszanym świeżym

grab i świerk miały zbliżoną największą średnią liczbę drzewek na 1 ha (około 120 szt.). Gatunki te występują w każdym badanym drzewostanie. Pozostałe drzewa występowały w tej warstwie sporadycznie, a ich średnie

Tabela 3. Zagęszczenie drzew o pierśnicy do 5 cm w drzewostanach przejściowych według gatunków i badanych typów siedliskowych lasu (w szt./ha)

Table 3. Density of trees with the diameter at breast height up to 5 cm (trees/ha) in transition stands by species and investigated forest site types

Powierzchnia Study site	Jednostka administracyjna Administration unit	Oddział Compartment	Las mieszany świeży Fresh mixed deciduous forest site type							Suma Sum	
			Brz	Db	Gb	Kl	Lp	Ol	Os		Św
1	BPN O/O	108Da	225	8	50			8	17	242	550
2	Hwoźna	135Dg			217					550	767
6	Białowieża NP,	189Df			192					8	200
8	Hwoźna Protection District	197Bb			113					350	463
12	Nadl. Hajnówka	215Bc			275	8					283
13	Hajnówka	271Ca	17	17	42					142	218
14	Forest District	303Aa			250					188	438
15		303Ab			100					125	225
16		384Db		200	50	25				313	588
17		385Da		50	163					25	238
19		386Ac								25	25
21		387Ba			25						25
22		388Ac			38						38
23		388Bg			75					13	88
32		490Ba			38					25	63
34		491Ca		13	13					300	326
35		633Ba			317					8	325
36		634Ca	8		250					25	283
38		696Da			75					25	100
Średnia / Mean			13	15	120	2	0	0	1	124	276
			Las świeży Fresh deciduous forest site type								
4	BPN O/O	162Bf						100		25	125
5	Hwoźna	162Da						167			167
7	Białowieża NP,	194Aa						83	8		91
9	Hwoźna Protection District	221Aa						75			75
10		225Ba						33	8		49
11	Nadl. Hajnówka	214Ba						158			166
18	Hajnówka	385Dg						100	17		117
20	Forest District	386Dc						600			608
24		414Ad						100	8		108
25		415Ca						58	17		83
26		419Cb						100			100
27		419Dc						100			100
28		442Da						1113	50	13	1176
29		442Eb						375			375
30		443Bd						83	8		91
31		444Bd						158			166
33		491Aa						25			25
37		634Dc						463	13		626
39		728Ca						50			50
40		728Dd						50			67
Średnia / Mean			0	0	200	6	3	0	0	10	218

Designations: Brz – Birch, Db – Oak, Gb – Hornbeam, Js – Ash, Kl – Maple, Lp – Linden, Ol – Alder, Os – Aspen, So – Pine, Św – Spruce

zagęszczenie było niewielkie. Tylko w co czwartym drzewostanie zaznaczyła się obecność podrostowego dębu, w tym w jednym liczył on 200 szt./ha (tab. 3). Do prawidłowego rozwoju tego gatunku potrzebna jest większa ilość światła. Naturalnie tworzące się luki są nato-

miast zwykle małe i sprzyjają gatunkom wytrzymującym ocienienie: grabowi i świerkowi. Stąd te gatunki dominują w dolnych warstwach drzewostanów przejściowych.

Tabela 4. Zagęszczenie nalotu i niskiego podrostu (do wysokości 1,3 m) w drzewostanach przejściowych według gatunków i badanych typów siedliskowych lasu (w szt./ha)

Table 4. Density of seedlings and low undergrowth (up to a height of 1.3 m) (trees/ha) in transition stands by species and investigated forest site type

Powierzchnia Study site	Jednostka administracyjna Administration unit	Oddział Compartment	Las mieszany świeży Fresh mixed deciduous forest site type							Suma Sum	
			Brz	Db	Gb	Js	Kl	Lp	Os		Św
1	BPN O/O	108Da	491	217	400		17		1899	1533	4557
2	Hwoźna	135Dg		17	700		641		2083	233	3674
3	Białowieża NP,	159Cm	100	363	800				5963	2263	9489
6	Hwoźna	189Df	8	8	258		17	17	275	17	600
8	Protection District	197Bb			400			13		100	513
12	Nadl. Hajnówka	215Bc		58	1266		42		133		1499
13	Hajnówka	271Ca	8	83	541					17	649
14	Forest District	303Aa		50	1125		13		213	113	1514
15		303Ab		100	238		13			25	376
16		384Db		388	713		113	13	50	238	1515
17		385Da		238	1838		163				2239
19		386Ac			1375		250		100		1725
21		387Ba			2866		25				2891
22		388Ac		13	5413		25		88		5539
23		388Bg		25	813		50				888
32		490Ba			525		113		75	25	738
34		491Ca			200					38	238
35		633Ba		33	2349	67	217	33	475	58	3232
36		634Ca			3582		825	42	50	42	4541
38		696Da			875		13				888
Średnia / Mean			30	80	1314	3	127	6	570	235	2365
			Las świeży Fresh deciduous forest site type								
4	BPN O/O	162Bf		50	463	1650	1075	188	188	13	3627
5	Hwoźna	162Da		42	200		1041	42	1366	150	2841
7	Białowieża NP,	194Aa		25			1349	1608	458	8	3448
9	Hwoźna	221Aa		17	233	33	400	17			700
10	Protection District	225Ba		25	608	525	3840	925	242	67	6232
11	Nadl. Hajnówka	214Ba		92	1716		958		100	50	2916
18	Hajnówka	385Dg		8	1033		1466		8	8	2523
20	Forest District	386Dc			1441	42	283		75		1841
24		414Ad		8	70805		34145				10 4958
25		415Ca		33	625	8	2407				3073
26		419Cb			25		125	88	150		388
27		419Dc		38	13	25	150	175			401
28		442Da		38	4000		2338	500	50		6926
29		442Eb		25	2366	58	350	58	17		2874
30		443Bd			108		2049	175	58	8	2398
31		444Bd		42	375		1558	75	300		2350
33		491Aa			2888		5000				7888
37		634Dc			7225		938			13	8176
39		728Ca			500		30986		125		31 11
40		728Dd		75	1108	8	3979		75		5245
Średnia / Mean			0	26	4787	117	4722	193	161	16	10 021

Designations: Brz – Birch, Db – Oak, Gb – Hornbeam, Js – Ash, Kl – Maple, Lp – Linden, Ol – Alder, Os – Aspen, So – Pine, Św – Spruce

W lesie świeżym dominacja grabu w podroście jest jeszcze bardziej wyraźna – średnie zagęszczenie tego gatunku wynosi bowiem 200 szt./ha. Gatunek ten rów-

nież na tym siedlisku występuje w każdym badanym drzewostanie. Zagęszczenie młodych grabów jest znaczne, nawet powyżej 1000 szt./ha. Niekiedy towarzyszy

Tabela 5. Skład gatunkowy drzewostanów przejściowych i ich zgodność z gospodarczym typem drzewostanu (GTD) i składem drzewostanów w naturalnych zbiorowiskach (PRN)

Table 5. Species composition of transition stands and their compliance with the species composition of the target forest (GTD) and stands in the natural communities (PRN)

Powierzchnia Study site	Jednostka administracyjna Administration unit	Oddział Compartment	TSL Forest site type*	GTD Target forest**	Skład gatunkowy Species composition**	Zgodność*** Compliance***	
						z GTD with GTD	z PRN with PRN
1	BPN O/O Hwoźna BPN Hwoźna Protection District	108Da	LMśw	So-Db, Db-Św-So	4Os 2Brz 2Ol 2Św	N	N
2		135Dg	LMśw	So-Db, Db-Św-So	3Db 2So 2Brz 1Św 1Gb	Z	Z
3		159Cm	LMśw	So-Db, Db-Św-So	5Św 2Brz 2Db 1Os	CZ	CZ
4		162Bf	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	4Ol 2Brz 2Gb 1Js 1Lp	CZ	Z
5		162Da	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	4Gb 3Brz 2Św 1Os	N	Z
6		189Df	LMśw	So-Db, Db-Św-So	4Os 2Brz 2Db 2Św	N	N
7		194Aa	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	3Gb 2Brz 2Db 1Os 1Św 1Kl	CZ	Z
8		197Bb	LMśw	So-Db, Db-Św-So	4Brz 3So 2Św 1Db 1Gb	CZ	Z
9		221Aa	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	4Lp 3Brz 1Gb 1Kl 1Św	CZ	Z
10		225Ba	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	3Db 2Brz 1Św 1Ol 1Lp 1Os 1Kl	Z	Z
11	Nadl. Hajnówka Hajnówka Forest District	214Ba	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	5Brz 4Św 1Os	N	N
12		215Bc	LMśw	So-Db, Db-Św-So	5Św 4Brz 1So	CZ	Z
13		271Ca	LMśw	So-Db, Db-Św-So	5Św 4Brz 1Db	CZ	Z
14		303Aa	LMśw	So-Db, Db-Św-So	4Brz 2Db 2Gb 1Św 1Os	CZ	CZ
15		303Ab	LMśw	So-Db, Db-Św-So	6Brz 3Św 1Db	N	CZ
16		384Db	LMśw	So-Db, Db-Św-So	3Brz 3Św 3So 1Db	Z	Z
17		385Da	LMśw	So-Db, Db-Św-So	5Brz 3Św 1Db 1Gb	CZ	CZ
18		385Dg	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	5Brz 3Św 1Gb 1Db	N	CZ
19		386Ac	LMśw	So-Db, Db-Św-So	6Św 3Brz 1Gb	N	CZ
20		386Dc	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	3Brz 3Św 2Db 1Gb 1Os	CZ	CZ
21		387Ba	LMśw	So-Db, Db-Św-So	4Św 3Brz 1So 1Db 1Gb	CZ	Z
22		388Ac	LMśw	So-Db, Db-Św-So	3Św 3Brz 2Db 1So 1Gb	Z	Z
23		388Bg	LMśw	So-Db, Db-Św-So	3Brz 2Db 2Św 2Ol 1Gb	Z	Z
24		414Ad	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	4Brz 3Gb 2Św 1Db	N	CZ
25		415Ca	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	4Brz 3Gb 2Św 1Db	N	CZ
26		419Cb	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	4Brz 4Db 2Gb	CZ	Z
27		419Dc	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	3Gb 3Brz 2So 1Św 1Os	N	CZ
28		442Da	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	4Brz 3Lp 2Gb 1Db	N	Z
29		442Eb	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	4Brz 4Św 2Gb	N	CZ
30		443Bd	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	3Brz 3Gb 2Db 1Os 1Św	CZ	CZ
31	444Bd	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	3Brz 3Db 2Gb 1Os 1Św	CZ	Z	
32	490Ba	LMśw	So-Db, Db-Św-So	5Brz 3Św 1So 1Gb	N	CZ	
33	491Aa	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	6Brz 3Gb 1So	N	CZ	
34	491Ca	LMśw	So-Db, Db-Św-So	4Brz 3So 2Św 1Db 1Gb	CZ	Z	
35	633Ba	LMśw	So-Db, Db-Św-So	4Św 3Brz 1Os 1Gb 1Lp	N	CZ	
36	634Ca	LMśw	So-Db, Db-Św-So	3Brz 3Św 2Gb 1Db 1Os	N	CZ	
37	634Dc	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	3Os 3Db 2Św 1Gb 1Db	CZ	CZ	
38	696Da	LMśw	So-Db, Db-Św-So	5Brz 3Św 1So 1Db	CZ	CZ	
39	728Ca	Lśw	Św-Db, Lp-Js-Db	4Św 4Brz 1Db 1Os	N	N	
40	728Dd	Lśw	Św0-Db, Lp-Js-Db	3Gb 3Os 2Brz 1Db 1Kl	N	CZ	
Podsumowanie liczby drzewostanów:			zgodnych / fully compliant			5	17
Total number of stands:			częściowo zgodnych / partially compliant			17	19
			niezgodnych / non-compliant			18	4

* Lśw – fresh deciduous forest, LMśw – fresh mixed deciduous forest

** Brz – Birch, Db – Oak, Gb – Hornbeam, Js – Ash, Kl – Maple, Lp – Linden, Ol – Alder, Os – Aspen, So – Pine, Św – Spruce

*** Z – zgodny / fully compliant, N – niezgodny / non-compliant, CZ – częściowo zgodny (kolorem czerwonym zaznaczono niezgodność negatywną) / partially compliant (negative non-compliance is marked in magenta)

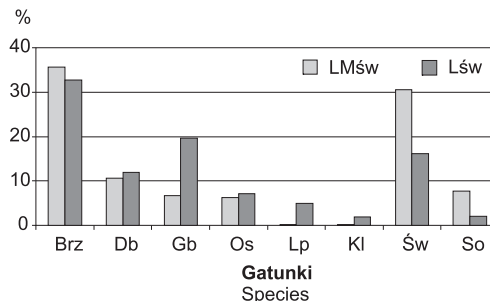
temu gatunkowi klon lub/i lipa, ale zdarza się to rzadko (tab. 3).

W warstwie nalotów i niskich podrostów (do wys. 1,3 m) w obu badanych typach siedlisk dominuje grab, podobnie jak w warstwie wyższych podrostów (tab. 4). Jego zagęszczenie w lesie mieszanym wynosi średnio ponad 1,2 tys. szt./ha, a w lesie świeżym osiąga wartość czterokrotnie wyższą (4,8 tys. szt./ha). Istotnym składnikiem tej warstwy w tym drugim siedlisku jest również klon. Średnia liczba nalotów tego gatunku jest podobna jak w przypadku grabu. Zdarza się, że zagęszczenie omawianego gatunku przekracza 30 tys. szt./ha (tab. 4). Niekiedy ważną rolę w tej warstwie odgrywa leszczyna, która nie ma żadnego znaczenia lasotwórczego, ale jej ekspansja może wpływać znacząco na rozwój odnowień innych gatunków. Naloty dębu pojawiają się sporadycznie, ich średnie zagęszczenie wynosi około 80 szt./ha w lesie mieszanym i 30 szt./ha w lesie świeżym (tab. 5). Jednakże w 20% drzewostanów przejściowych na siedlisku lasu mieszanego, gatunek ten jest bardziej liczny (200–400 szt./ha).

Pierśnicowe pole przekroju drzew

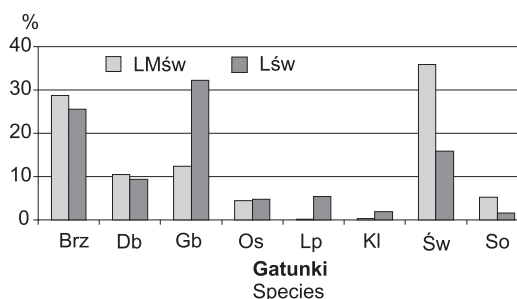
Średnia wartość pierśnicowego pola przekroju drzewostanów przejściowych była wysoka i wynosiła około 35 m²/ha. Współczynnik zmienności omawianej cechy jest stosunkowo niewielki (22%). Największe pierśnicowe pole przekroju osiągnęły gatunki najstarsze: brzoza 11–12 m²/ha i świerk 7–11 m²/ha (tab. 6). Osika natomiast występuje obecnie tylko w co drugim drzewostanie przejściowym (jako gatunek krótkowieczny samodzielnie wydzieliła się lub została usunięta w ramach zabiegów trzebieżowych), choć na początku opanowywania zrębów stanowiła ważny ich składnik (por. Kutrzeba 1979). Największy udział pod względem pierśnicowego pola przekroju miała brzoza. Udział ten wynosił na obu badanych siedliskach ponad 30%. W lesie mieszanym świeżym świerk osiągnął podobną wartość, a w lesie świeżym aż o połowę mniejszą (ryc. 5). Stwierdzono natomiast, że grab wykazywał duży, dwudziestoprocentowy udział w pierśnicowym polu przekroju w lesie świeżym, a tylko nieco powyżej pięcioprocentowy w lesie mieszanym. W niektórych drzewostanach przejściowych wśród pozostałych gatunków istotną rolę w sumarycznej wartości tej cechy odgrywały osika, sosna i lipa (tab. 5), ale ich średni udział pod względem pierśnicowego pola przekroju był niewielki, zwykle ok. 5% (ryc. 5).

Pierśnicowe pole przekroju dębu w drzewostanach przejściowych wynosiło 0–10 m²/ha, ale najczęściej (w 2/3 badanych drzewostanów) nie przekraczało 3 m²/ha (tab. 6). Średni udział dębu pod względem opisywanej cechy był podobny do udziału w liczbie drzew i wynosił na badanych siedliskach nieco powyżej 10% (ryc. 5).



Rycina 5. Średni udział gatunków drzew według pierśnicowego pola przekroju drzewostanów przejściowych na siedlisku LMśw i Lśw

Figure 5. Mean share of tree species by the basal area in the transition stands growing at fresh mixed deciduous forest (LMśw) and fresh deciduous forest (Lśw) site types. Designations as in the figure 4



Rycina 6. Średni wskaźnik ważności gatunku w drzewostanach przejściowych na siedlisku LMśw i Lśw

Figure 6. Mean index of species importance in the transition stands at fresh mixed deciduous forest (LMśw) and fresh deciduous forest (Lśw) site types. Designations as in the figure 4

Wskaźnik ważności gatunków drzew

Podsumowaniem znaczenia poszczególnych gatunków w aktualnym składzie drzewostanów przejściowych jest wskaźnik ważności (ryc. 6). Najważniejszymi gatunkami tworzącymi drzewostany przejściowe na siedlisku lasu mieszanego świeżego są: świerk (36%), brzoza (29%) oraz grab (12%) i dąb (10%), a w odniesieniu do pozostałych gatunków wskaźnik ważności nie przekracza 5%.

W lesie świeżym największą rolę odgrywa grab (32%), nieco mniejszą brzoza (26%). Wskaźnik ważności świerka jest tutaj znacznie mniejszy niż na wyżej omawianym siedlisku i wynosi tylko 15%, a dębu kształtuje się na podobnym poziomie – około 10% (ryc. 6).

Zgodność składu gatunkowego drzewostanu z ich gospodarczym typem i składem naturalnych zbiorowisk. Typy drzewostanów przejściowych

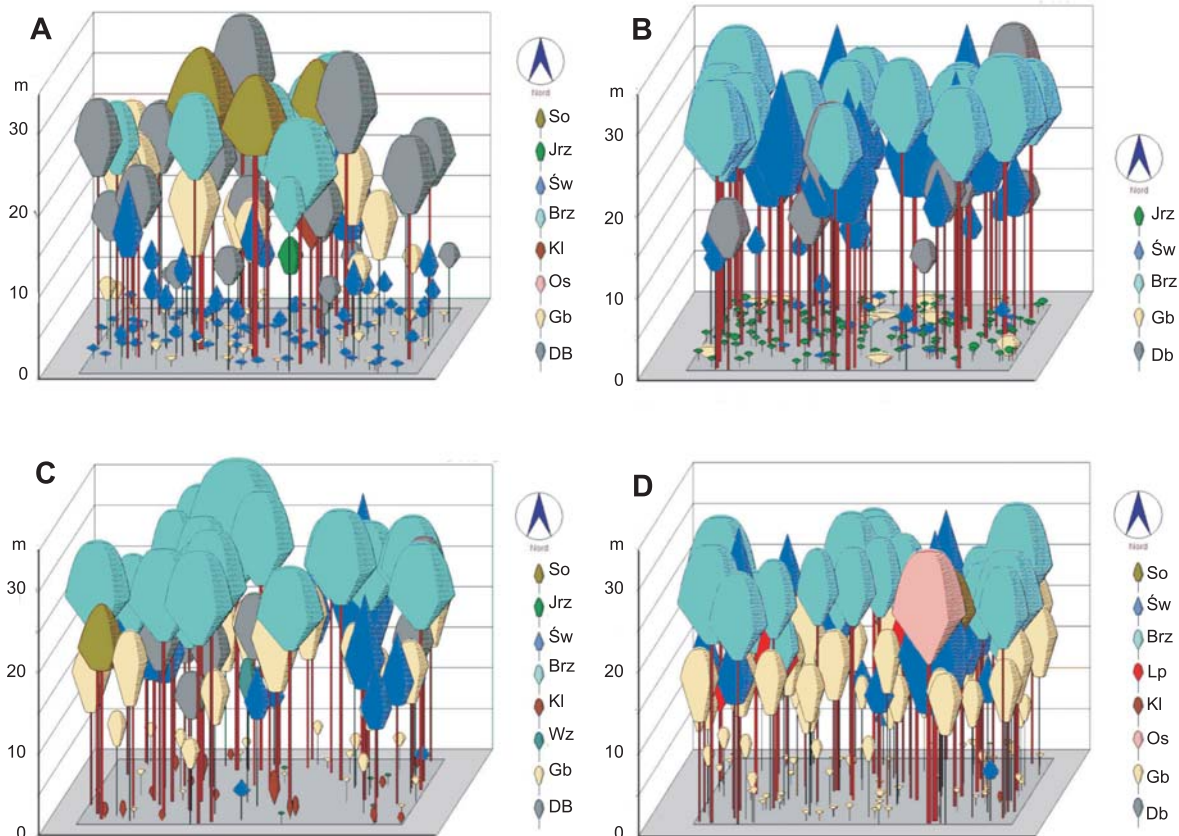
Na podstawie pierśnicowego pola przekroju określono skład gatunkowy drzewostanów przejściowych w poszczególnych badanych wydzieleniach (tab. 4) i po-

Tabela 6. Pierśnicowe pole przekroju drzewostanów przejściowych według gatunków drzew o pierśnicy powyżej 5 cm i badanych typów siedliskowych lasu (w m²/ha)Table 6. The basal area (w m²/ha) in transition stands by the species trees in diameter above 5 cm and tested forest site type

Powierzchnia Study site	Jednostka administracyjna Administration unit	Oddział Compart ment	Las mieszany świeży Fresh mixed deciduous forest site type										Suma Sum	
			Brz	Db	Gb	Js	Kl	Lp	Ol	Os	So	Św		
1	BPN O/O Hwoźna Białowieża NP, Hwoźna Protection District	108Da	4,71	1,09	0,41					3,96	7,25		4,74	22,16
2		135Dg	5,25	8,50	2,98		0,27					6,27	2,99	26,26
3		159Cm	10,74	5,62	1,36						2,99		18,20	38,91
6		189Df	8,13	6,39	1,45		0,80	0,35	0,23	13,24			3,43	34,02
8		197Bb	12,78	2,95	1,77		0,17					10,05	5,89	33,61
12	Nadl. Hajnówka Hajnówka Forest District	215Bc	10,74	0,45	0,87					2,09	1,28	14,89	30,32	
13		271Ca	17,43	5,99								26,65	50,07	
14		303Aa	14,97	8,18	6,43					1,88	1,35	3,05	35,86	
15		303Ab	23,02	1,91	0,33							13,90	39,16	
16		384Db	12,61	0,18	0,13					1,05	9,91	11,59	35,47	
17		385Da	11,65	3,08	0,73							6,34	21,80	
19		386Ac	6,79	0,61	1,99							15,01	24,40	
21		387Ba	12,92	2,50	4,10						2,90	13,95	36,37	
22		388Ac	9,78	6,76	4,22						4,92	12,86	38,54	
23		388Bg	9,41	9,17	3,90					7,30		7,61	37,39	
32		490Ba	25,68	0,90	2,67						1,41	2,04	14,69	47,39
34		491Ca	12,68	2,41	0,80							7,36	4,89	28,14
35		633Ba	11,12	1,01	3,88				0,84		5,02	1,09	13,75	36,71
36		634Ca	9,67	2,29	5,03						2,94		8,16	28,09
38		696Da	14,81	1,47	1,38						1,22	3,23	8,95	31,06
Średnia / Mean			12,24	3,57	2,22	0,00	0,06	0,06	0,57	1,95	2,52	10,58	33,79	
Las świeży Fresh deciduous forest site type														
4		BPN O/O Hwoźna Białowieża NP, Hwoźna Protection District	162Bf	8,97	1,96	12,00			1,35			3,39		6,06
5	162Da		8,54	4,72	10,34			1,93	1,70		4,59		2,11	33,93
7	194Aa		8,83		4,85	1,01	2,47	11,92					4,03	33,11
9	221Aa		8,99	9,25	1,85		1,84	5,16	4,99	2,58			4,86	39,52
10	225Ba	19,12	0,68	1,06					1,02	1,13		18,32	41,33	
11	Nadl. Hajnówka Hajnówka Forest District	214Ba	18,88	3,00	3,63						1,87	9,58	36,96	
18		385Dg	9,91	8,04	4,71					2,41	1,33	9,49	35,89	
20		386Dc	14,17	2,36	8,20		1,11					6,71	32,55	
24		414Ad	11,11	4,49	7,89							6,96	30,45	
25		415Ca	11,14	10,54	7,25				0,52				29,45	
26		419Cb	15,49	0,26	16,81		0,14	0,17		5,94	6,03	5,82	50,66	
27		419Dc	9,66	3,98	6,00			6,59					26,23	
28		442Da	14,52	0,40	7,46			1,27		1,58	0,80	14,05	40,08	
29		442Eb	14,51	6,87	10,43		0,73	0,46		3,79	0,86	6,54	44,19	
30		443Bd	10,97	9,68	7,19			0,97		5,63	0,46	2,44	37,34	
31		444Bd	14,05	0,20	5,44		0,68	0,90				1,61	0,40	23,28
33		491Aa	1,72	8,20	3,33					9,17	1,33	6,33	30,08	
37		634Dc	9,39	4,79	10,48			2,70		9,61	2,17		39,14	
39	728Ca	6,60	0,96	6,14	1,78		1,74	15,17				1,65	34,04	
40	728Dd	10,77	0,97	3,31		0,90		0,84	2,73			11,61	31,13	

równano go z celem hodowlanym (określonym w zasadach hodowli lasu) w syntetycznej postaci wyrażającym się w gospodarczym typie drzewostanu (GTD). Na siedlisku lasu mieszanego co piąty zbadany drzewostan ma skład gatunkowy zbliżony z docelowym, 40%

drzewostanów wykazuje rozbieżności w zakresie 30–50% (częściowo zgodny). Natomiast pozostała część drzewostanów (40%) na tym siedlisku odbiega znacząco od wzorca. Tylko 5% drzewostanów na siedlisku lasu świeżego spełnia w pełni oczekiwania zawarte w gospo-



Rycina 7. Wizualizacja czterech drzewostanów: A – zgodny z GTD, B – częściowo zgodny z GTD, oraz C – o niezgodności akceptowalnej i D – niezgodności negatywnej z GTD

Figure 7. Data visualization for the four stands: A – fully compliant with the target forest (GTD), B – partially compliant with GTD, C – accepted incompliant with GTD and D – negative incompliant with GTD

darczym typie drzewostanu, 40% ma skład częściowo zgodny z modelem, a 55% wykazuje duże niezgodności.

Drzewostany zgodne z GTD złożone są z wielu gatunków, zwykle w składzie gatunkowym występuje ich przynajmniej 5. Udział brzozy pod względem pierścieniowego pola przekroju nie przekracza zazwyczaj 30%, osiki nie ma prawie wcale, a dębu – najczęściej 20–30%. Stosunkowo niewielki jest też udział świerka (ryc. 7A).

W drzewostanach częściowo zgodnych z GTD udział brzozy i osiki wynosi co najmniej 40%, ale sumarycznie przeważają bardziej długowieczne składniki: dąb, świerk, sosna, olsza i inne, na korzyść których można prowadzić zabiegi hodowlane. Drzewostany tej kategorii są złożone również najczęściej z kilku gatunków, ale charakteryzują się zróżnicowanym, w zależności od siedliska, udziałem świerka, z reguły średnim w lasach świeżych i znaczącym w lasach mieszanych (ryc. 7B).

W drzewostanach o niezgodności akceptowalnej oprócz znaczącego (nawet 50–60%) udziału gatunków wczesnosukcesyjnych, tj. brzozy i osiki, występują inne wartościowe gatunki, które należałoby popierać (ryc. 7C). Natomiast drzewostany przejściowe charakteryzu-

jące się niezgodnością negatywną mają bardzo zubożony skład gatunkowy. Są złożone bowiem w ponad połowie z brzozy i osiki, a pozostałą dużą część udziału ma świerk. Innych gatunków, oprócz młodego, ekspansywnego graba, praktycznie nie ma lub występują w znikomej liczbie (ryc. 7D). Takich drzewostanów jest około 10% (4 drzewostany na 40 badanych – zob. tab. 4).

Natomiast analiza składu gatunkowego drzewostanów pod względem przyrodniczym wykazała, że zarówno w lesie mieszanym jak i w lesie świeżym tylko 10% drzewostanów charakteryzuje się dużą niezgodnością ze składem naturalnych zbiorowisk (tab. 4). Kompozycja gatunkowa co drugiego drzewostanu przejściowego nie odbiega od ich naturalnych wzorców, a 40% ma skład częściowo z nimi zgodny.

Na obecnym etapie rozwoju drzewostanów powstałych na wielkopowierzchniowych zrębach zupełnych można wyróżnić następujące ich typy:

– drzewostany wielogatunkowe, z których 1 lub 2 gatunki mają zazwyczaj nieznaczną przewagę udziału nad innymi. Udział gatunków wczesnosukcesyjnych nie przekracza 30%. Zwykle drzewostany te są zgodne lub

częściowo zgodne z GTD i składem naturalnych zbiorowisk;

– drzewostany złożone z 3 lub 4 gatunków, z których przynajmniej 1 jest głównym składnikiem gospodarczego typu drzewostanu, a pozostałe stanowią ważne, istotne domieszki. Są to drzewostany najczęściej częściowo zgodne z GTD, rzadziej zgodne;

– drzewostany złożone z podobnej liczby gatunków, w których udział brzozy lub/i osiki jest znaczny (40–50%), o stosunkowo niewielkim udziale grabu i świerka. Drzewostany te należą do grupy częściowo zgodnych z GTD lub o niezgodności akceptowalnej;

– drzewostany złożone głównie z gatunków wczesnosukcesyjnych i świerka z domieszką grabu. Drzewostany te charakteryzują się niezgodnością negatywną z GTD.

Większość drzewostanów z pierwszej i drugiej z wymienionych grup uległa zatem naturalnej przebudowie, ich skład jest zbliżony do docelowego. Pozostałe zachowały jeszcze charakter przejściowy.

5. Dyskusja

Postulat szerszego niż dotychczas wykorzystania w gospodarce leśnej naturalnych procesów rozwojowych zachodzących w drzewostanach pojawia się w ostatnim czasie bardzo często (Thomasius 1997, Sokołowski 1999, Brzeziecki 2000, Bernadzki 2005). Sukcesja ekologiczna może bowiem odgrywać dużą rolę w procesach przywracania bardziej naturalnego charakteru fitocenozy leśnych i zwiększania ich zdolności przystosowania się do zmieniających się warunków środowiska (m.in. Otto 1995, Perpet 1998, Lüpke 1999). Nie do końca przewidywalny efekt sukcesji i znaczący udział czynników losowych w jej przebiegu powodują jednak, że praktyka leśna odnosi się zazwyczaj z rezerwą do tego zjawiska (Brzeziecki 2000). Hodowlana ocena sukcesji powinna być jednakże bardziej wyważona, na co wskazują również niniejsze wyniki badań. Poszukuje się jednocześnie racjonalnych rozwiązań w hodowli lasu, postulując rozsądne wykorzystywanie zarówno możliwości nakładania się generacji drzewostanów, jak i wykorzystywania procesów sukcesyjnych, głównie zbiorowisk pionierskich i przejściowych (Bernadzki 2005). Realizacja celów hodowlanych przy pomocy naturalnych procesów sukcesyjnych może być znacznie tańsza i skuteczniejsza niż w oparciu o sposoby tradycyjne (Brzeziecki 2000). Thomasius (1997), Schütz (2000) i Ammann (2005) podkreślają konieczność doboru metod hodowlanych zgodnych z prawidłowościami rozwoju drzewostanów, a więc wykorzystywanie tzw. automatyzmu przyrody w dążeniu do utrzymania stanu równowagi. Należy więc optymalnie wykorzystywać to, co sama przyroda produkuje (Bernadzki 2005).

Hodowla lasu wykorzystywała i nadal wykorzystuje naturalne procesy sukcesyjne, jednakże czyni to jeszcze w niedostatecznym stopniu, dążąc, często za zbyt dużą cenę, do osiągnięcia celu finalnego. Dlatego też, dostrzega się coraz częściej potrzebę wykorzystania procesów samoregulacyjnych w hodowli lasu (Barzdajn i in. 1999, Ammann 2005, Bernadzki 2005). Wykorzystanie pośrednich ogniw w kształtowaniu drzewostanów zgadza się z naturalnym rytmem ich rozwoju, co wyraźnie zmniejsza ryzyko hodowlane (Szymański 2000). Omijanie inicjalnych stadiów sukcesyjnych i przyspieszanie rozwoju drzewostanów skraca okres realizacji celu hodowlanego, ale może wiązać się ze zwiększonym ryzykiem hodowlanym. Na podstawie wieloletnich obserwacji dynamiki drzewostanów naturalnych BPN Brzeziecki (2005) stwierdził, że tylko w wyjątkowo korzystnych okolicznościach naturalne procesy mogą zapewnić realizację przyjętych celów zagospodarowania na poziomie zadowalającym gospodarza lasu i umożliwić wdrożenie w życie modelu lasu wielofunkcyjnego, w którym zakłada się równowagę funkcji produkcyjnych i pozaprodukcyjnych. W Puszczy Białowieskiej już od dawna równowaga ta jest poważnie zachwiana, a co za tym idzie, realizacja takiego modelu bardzo utrudniona. Dominuje bowiem funkcja ochrony przyrody, a przy maksymalizacji jednej z funkcji, inne wydają się być mało istotne. W kontekście pierwszoplanowego, wzrastającego znaczenia funkcji ochronnych w Puszczy Białowieskiej warto przytoczyć jedną z najnowszych definicji przebudowy drzewostanu: „Przebudowa drzewostanu oznacza działania hodowlane zmierzające do przekształcenia jego struktury i cech funkcjonalnych celem pełnego dostosowania ich do warunków siedliska i pełnionych funkcji” (Miś 2003).

W związku z tym lasy Leśnego Kompleksu Promocyjnego Puszcza Białowieska (zagospodarowana część Puszczy) od kilku lat zostały zaliczone w całości do gospodarstwa specjalnego (Sokołowski 2004), w którym jest stosowany w praktyce etat według potrzeb hodowlanych (Miś 2003). Biorąc mimo wszystko pod uwagę względy gospodarcze, w oparciu o pobraną próbę wykazano, że na siedlisku lasu mieszanego 20% drzewostanów przejściowych jest zgodnych z gospodarczym typem drzewostanów, a 50% częściowo zgodnych. Na siedlisku lasu świeżego wartości te są mniejsze i wynoszą odpowiednio 5 i 40%. Porównanie aktualnego składu gatunkowego drzewostanów przejściowych i odpowiadających im drzewostanów w naturalnych zbiorowiskach pokazało natomiast, że tylko w przypadku 10% z nich rozbieżności są duże. Drzewostany przejściowe w czasie swojego rozwoju uległy więc w części naturalnej przebudowie. Z uwagi na specyficzne cechy lasów Puszczy Białowieskiej (m.in. duży stopień naturalności zbiorowisk leśnych, zachowanie powiązań ekologicznych, brak wylesień, żyzne siedliska, duży kompleks

leśny), wyniki te nie powinny być bezkrytycznie i bezpośrednio odnoszone do innych bardziej zniekształconych lasów.

Otrzymane rezultaty są zgodne z wynikami badań Sokołowskiego (1996), Boreckiego i Brzezieckiego (2001) oraz Bielaka i Brzezieckiego (2006) i wskazują, że przebudowa drzewostanów przejściowych w Puszczy Białowieskiej powinna mieć w dużej mierze charakter trzebieży przekształceniowej, skupiającej się na stopniowej, dostosowanej do sytuacji w każdym drzewostanie regulacji składu gatunkowego. W składzie drzewostanów przejściowych występują bowiem pożądane gatunki o znacznym udziale, które można, a nawet trzeba wykorzystać do stopniowej przebudowy drzewostanów. Sokołowski (2004) podaje, że takie działania podejmuje się w drzewostanach przejściowych w Puszczy Białowieskiej, jeśli co najmniej 30% udziału w składzie tych drzewostanów mają gatunki docelowe. Ważne wydaje się jednak popieranie gatunków domieszkowych: klonów, lip, wiązów, jesionów kosztem przede wszystkim bardzo ekspansywnego grabu. Ten ostatni gatunek stanowi ważny i podstawowy składnik grądów, nadający tym wielowarstwowym zbiorowiskom swoistą strukturę i fizjonomię.

Faliński i Pawlaczyk (1993) twierdzą, że „grąd zachowuje i wyraża właściwą sobie strukturę, kompozycję gatunkową, uwarunkowania środowiskowe, a przede wszystkim rytmikę sezonową, póki w nim obecny jest grab”. Jego obfitość w badanych drzewostanach przyspiesza „unaturalnienie” się lasu i ukierunkowuje jego rozwój w stronę grądu, podobnie jak w przypadku innych zbiorowisk, w których zaznaczyła się wyraźna ekspansja tego gatunku (Sokołowski 1999, Paluch 2003). Na podstawie systematycznych badań prowadzonych na stałych powierzchniach badania w rezerwacie ścisłym BPN Brzeziecki (2008) prognozuje, że grab zdominuje wiele zbiorowisk leśnych, powodując ich ujednoczenie – wyraźne upodobnienie do grądu. Poprzez rozwój szerokich i nisko osadzonych koron silnie ocieniających dno lasu grab zapewnia sobie dużą przestrzeń życiową. Monopolizuje więc dostęp do zasobów środowiska, uniemożliwiając innym gatunkom drzew odnowienie, wzrost i rozwój pod swoim okapem (Brzeziecki 2000). W dolnej warstwie badanych drzewostanów panuje zazwyczaj właśnie grab. Wskutek tego odnowienie gatunków wymagających więcej światła, np. dębu, spotyka się rzadko.

Zajączkowski (1999) podaje, że w rezerwacie ścisłym Białowieskiego PN stale obecne są naturalne odnowienia dębu. Według wyliczeń tego samego autora, opartych na wieloletnich obserwacjach (60 lat), niewiele młodych dębów przekroczyło jednakże próg pomiaru pierśnicy 5 cm, a w ostatnich 30 latach liczba tych drzewek (tzw. dorostów) wynosiła zaledwie 4 szt. na około 15 ha powierzchni. Zdaniem Kowalskiego (1993)

młode pokolenie dębu w lasach pierwotnych powstaje w sposób skokowy (falowy), tzn. opanowywanie terenu przez dąb w sposób naturalny nie jest procesem ciągłym, zachodzi bowiem wtedy, gdy zaistnieją sprzyjające warunki klimatyczne w krótkim czasie. Z pewnością oprócz wymienionych czynników globalnych decydującą rolę mogą odgrywać również konkretne warunki drzewostanowe. Danielewicz i Pawlaczyk (2006) twierdzą bowiem, że sukces reprodukcyjny dębów zależy od zaburzeń naruszających strukturę fitocenozy. Jednakże dęby nie mają właściwości drzew pionierskich, a są raczej gatunkami dalszych etapów sukcesji roślinności. Na ogół nie zajmują same otwartych przestrzeni. Nie pozwala im na to powolny wzrost w młodości, konkurencja innych gatunków oraz wrażliwość na przymrozki (Barzdajn et Zientarski 1993). Samosiew dębu może się pojawiać w miejscach oddalonych od owocujących drzew macierzystych (Paluch 2005), ale w warunkach dużych, otwartych przestrzeni tylko nieliczne osobniki przeżyją. Dlatego w drzewostanach przejściowych, rozwijających się w sposób zbliżony do naturalnego, powstałych przeciwieństwie do wielkopowierzchniowych zrębach zupełnych, udział dębu po kilkudziesięciu latach zwykle nie przekracza 10%. Z punktu widzenia gospodarczego jest to oczywiście udział bardzo mały, nie spełniający oczekiwań. Zdarzają się drzewostany o większym udziale tego gatunku (20–30%), ale sporadycznie. W pewnej mierze może wynikać to ze strategii dębu, której ważnym elementem jest długowieczność. Na siedliskach właściwych dla zbiorowisk grądowych (LMśw, Lśw) o stopniu zgodności z modelowym typem gospodarczym drzewostanu decyduje udział dębu – dobrze dostosowanego do tych warunków siedliskowych, cennego i wysokoprodukcyjnego. W świetle badań w przejściowych drzewostanach naturalnych gatunek ten nie jest panującym i dlatego składu gatunkowego ponad połowy drzewostanów przejściowych w lesie świeżym nie można uznać za zgodny z celem gospodarczym. Warto również zaznaczyć, że w prawie każdym badanym drzewostanie występuje dąb, a średnie zagęszczenie drzew tego gatunku powyżej 5 cm pierśnicy wynosi 50–75 szt./ha. Są jednak drzewostany, w których zagęszczenie dorodnych dębów jest równe lub wyższe od zaleconego w Zasadach Hodowli Lasu z 2003 roku, i można prowadzić na ich korzyść zabiegi hodowlane.

Rola i udział dębu są ważne z punktu widzenia gospodarczego i przyrodniczego, ale wydaje się, że na lasy puszczańskie należy patrzeć posługując się szerszą perspektywą również ważności i innych gatunków, ochrony różnorodności biologicznej oraz procesów naturalnych.

6. Wnioski

Rezultaty badań wskazują na duże możliwości, celowość i potrzebę szerszego wykorzystywania naturalnych procesów sukcesyjnych w praktyce leśnej. Przebudowa drzewostanów przejściowych w Puszczy Białowieskiej w pewnej mierze już się bowiem dokonała w sposób naturalny.

W przeważającej części drzewostanów przejściowych proponuje się nieznaczną ingerencję hodowlaną. Każdy drzewostan powinien być jednak traktowany indywidualnie, a charakter i rodzaj ewentualnych zabiegów dostosowane do jego aktualnego stanu i (wynikających z niego) potrzeb hodowlano-ochronnych.

Drzewostany o składzie gatunkowym zgodnym ze składem drzewostanów w naturalnych zbiorowiskach, podobnie jak w Białowieskim Parku Narodowym oraz w rezerwach przyrody Puszczy Białowieskiej (jeśli jest to zgodne z celem ich utworzenia), należałoby wyłączyć z ingerencji człowieka, pozostawiając bez zabiegów gospodarczych i dając im możliwość swobodnego rozwoju i obserwacji procesów naturalnych. Drzewostany te powinny mieć charakter powierzchni referencyjnych, do których można porównywać inne z przeprowadzanymi zabiegami hodowlano-ochronnymi.

W drzewostanach przejściowych częściowo zgodnych ze składem naturalnych zbiorowisk należy prowadzić również przekształcaniową. Zabieg ten powinien polegać na stopniowej regulacji składu gatunkowego za pomocą cięć jednostkowych lub grupowych o intensywności (zazwyczaj małej lub średniej) dostosowanej do potrzeb hodowlano-ochronnych każdego konkretnego drzewostanu. W szczególności ważne są zabiegi odsłaniające podrosty cennych gatunków drzew: dębów, klonów, wiązów, jesionów. Znaczna część, szczególnie młodych, cienkich drzewek cierpi na niedobór światła. Należałoby podjąć stopniowe działania polegające na usunięciu przeszkadzających im brzoź, osik, świerków lub grabów, aby z jednej strony dostarczyć więcej światła podokapowym dębom i innym pożądanym gatunkom, a z drugiej nie narazić ich na bezpośrednie działanie mokrego śniegu.

W drzewostanach przejściowych cechujących się dużą niezgodnością ze składem drzewostanów w naturalnych zbiorowiskach leśnych zaleca się sztuczne wprowadzenie gatunków poświadanych: dębu, klonu, wiązów i innych dostosowanych do warunków siedliskowych, (jeśli nie ma ich w odnowieniu naturalnym). Oprócz nie zawsze skutecznych metod tradycyjnych (sztuczne sadzenie w rzędy), można zastosować bardziej zbliżoną do naturalnych wzorców metodę grupową odnawiania dębu zaproponowaną przez Szymańskiego (2000) oraz Gockela i Rocka (2003). Takie postępowanie hodowlane proponuje się realizować w drzewostanach przejściowych

złożonych głównie z gatunków krótkowiecznych: brzozy, osiki oraz świerka (wykazującego małą stabilność), aby zapobiec dającemu się przewidzieć w przyszłości (kilku – kilkunastu lat) gwałtownemu ich rozpadowi. Na każdej powierzchni zaleca się pozostawianie (gdy występują) przestojów długowiecznych gatunków liściastych.

Ekspansja i duży udział grabu w dolnych warstwach drzewostanów wpływają na przeobrażanie się zbiorowisk w kierunku grabów. Odnowienie naturalne innych gatunków jest obecnie wyraźnie ograniczone, co wynika ze specyficznych właściwości ekologicznych grabu, głównie silnego ocienienia dna lasu.

Podziękowania

Autorzy dziękują Narodowemu Funduszowi Ochrony Środowiska w Warszawie – zleceniodawcy tematu, oraz Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku, a w szczególności nadleśnictwom: Białowieża, Browsk i Hajnówka, oraz Dyrekcji Białowieskiego Parku Narodowego za udostępnienie urzędzeniowych baz danych.

Literatura

- Ammann P. 2005. Biologische Rationalisierung. Teil 1: Einleitung und ökonomische Grundlagen. *Wald und Holz*, 86, 1: 42-45.
- Barzdajn W., Zientarski J. 1993. Odnowienie naturalne. Dąb. Wyd. Świat, 28: 3-12.
- Barzdajn W., Ceitel J., Danielewicz W., Zientarski J. 1999. Leśnictwo proekologiczne. Wyd. AR Poznań, ss. 106.
- Bernadzki E., Bolibok L., Brzeziecki B., Zajączkowski J., Żybura H. 1998. Rozwój drzewostanów naturalnych Białowieskiego Parku Narodowego w okresie 1936 do 1996. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa, ss. 271
- Bernadzki E. 2005. Poszukiwanie racjonalnych rozwiązań w hodowli lasu. *Sylvan*, 12: 21-29.
- Bernadzki E. 2006. Cele hodowlane i ich realizacja w przebudowie drzewostanów. *Sylvan*, 12: 3-11.
- Bielak K., Brzeziecki B. 2006. Impact of thinning on the dynamics of mixed forest stands: an example from the Białowieża Forest, north-eastern Poland. *Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW. Forestry and Wood Technology*, 60: 117-127.
- Brzeziecki B. 2000. Strategie życiowe gatunków drzew leśnych. *Sylvan*, 8: 5-14.
- Brzeziecki B. 2005. Analiza hodowlano-ekologiczna struktury drzewostanów. [W:] O gospodarce leśnej w leśnych kompleksach promocyjnych (red. K. Rykowski). Wyd. Inst. Bad. Leś., Sękocin, 84-85, 134-136.
- Brzeziecki B. 2008. Wieloletnia dynamika drzewostanów naturalnych na przykładzie dwóch zbiorowisk leśnych Białowieskiego Parku Narodowego. *Studia Naturae*, 54, cz. II: 9-22.

- Borecki T., Brzeziecki B. 2001. Hodowlano-urzędzeniowa analiza drzewostanów „pocenturowskich” w Puszczy Białowieskiej. *Sylvan*, 7: 19-28.
- Czuba M. 2006. Potrzeby przebudowy drzewostanów w Lasach Państwowych. *Sylvan*, 12: 33-38.
- Danielewicz W., Pawlaczyk P. 2006. Rola dębów w strukturze i funkcjonowaniu fitocenoz. [W:] Dęby (red. A. Borałyński, W. Bugała). Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 474-563.
- Falińska K. 1998. Ekologia roślin. PWN Warszawa, ss. 453.
- Faliński J. B., Pawlaczyk P. 1993. Zarys ekologii. [W:] Grab zwyczajny (red. W. Bugała). Instytut Dendrologii PAN, Sorus, Poznań-Kórnik: 157-263.
- Gajewski D., Zajączkowski S. 2006. Praktyczne zagadnienia gospodarstwa przebudowy w zarządzaniu lasu. *Sylvan*, 12: 39-50.
- Gockel H. A., Rock J. 2003. Die Eichen-Trupppflanzung. Eine Alternative zur Bestandesbegründung von Eichenkulturen. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, ss. 25.
- J. M. 1929. Rozwiązanie umowy z firmą „Century”. *Echa Leśne*, 7: 14.
- Karpiński J. J. 1930. Puszcza Białowieska i Park Narodowy w Białowieży. Dyrekcja Lasów Państwowych w Białowieży, Warszawa, ss. 32.
- Kowalski M. 1993. O sukcesji ekologicznej w lasach Jasionia. *Sylvan*, 9: 37-45.
- Kutrzeba M. 1979. Drzewostany o niewłaściwym składzie gatunkowym w Puszczy Białowieskiej i propozycje ich przebudowy. *Sylvan*, 11: 39-44.
- Lüpke B. 1999. Kahlschlagfreier Waldbau: Wird die Eiche an den Rand gedrängt? *Forst und Holz*, 54: 564-568.
- Miś R. 2003: Urządzanie lasów wielofunkcyjnych. Wyd. AR Poznań, ss. 300.
- Nagel J. 1999. Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumkundlichen Simulations-systems für Nordwestdeutschland. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nieders. Forstl. Versuchsanstalt. Band 128, Frankfurt, J. D. Sauerländer's Verlag, 122.
- Nagel J., Schmidt M., 2006 The Silvicultural Decision Support System BWINPro, Sustainable Forest Management, Springer/ Berlin, Heidelberg, 59-63.
- Operaty zarządzania lasu nadleśnictw Białowieża, Browski i Hajnówka oraz Białowieskiego PN (2001).
- Otto H. J. 1995. Zielorientierter Waldbau und Schultz sukzessionaler Prozesse. *Forst und Holz*, 50, 7: 203-209.
- Paczoski J. 1930. Lasy Białowieży. Państw. Rada Ochr. Przyr. Monogr. Nauk. ss. 365.
- Paluch R. 2003. Wpływ zmian składu gatunkowego i fazy rozwojowej drzewostanu na roślinność runa w Białowieskim Parku Narodowym. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Seria A*, (950) 4: 39-52.
- Paluch R. 2005. Odnowienie naturalne dębu w Leśnym Kompleksie Promocyjnym „Puszcza Białowieska” – stan, warunki i perspektywy. *Sylvan*, 1: 30-41.
- Perpet M. 1998. Über Sukzession im Waldbau. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 5-6: 98-107.
- Pretzsch H. 1997. Analysis and modeling of spatial stand structures. Methodological considerations based on mixed beech-larch stands In Lower Saxony. *Forest Ecology and Management*, 97: 237-253.
- Schütz J. 2000. Kosteneffiziente Waldpflege. *Wald und Holz*, 11: 47-50.
- Sokołowski A. W. 1996. Podstawy przebudowy drzewostanów o niewłaściwym składzie drogą unaturalniania w Puszczy Białowieskiej. Maszynopis GEF, 3.10.16.
- Sokołowski A. W. 1999. Kierunki naturalnej sukcesji zbiorowisk leśnych jako podstawa postępowania hodowlanego w LKP Puszcza Białowieska. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Seria B*, 36: 5-25.
- Sokołowski A. W. 2004. Lasy Puszczy Białowieskiej. CILP Warszawa, ss. 363.
- Szymański S. 2000. Ekologiczne podstawy hodowli lasu. PWRiL, Warszawa.
- Thomasius T. 1997. Przyczynek do teorii ekologicznej hodowli lasu. *Sylvan*, 4: 11-22.
- Więcko E. 1972. Gospodarka w Puszczy Białowieskiej w ostatnim pięćdziesięcioleciu. *Sylvan*, 2: 29-65.
- Więcko E. 1980. Gospodarka w Puszczy Białowieskiej między pierwszą i drugą wojną światową. *Sylvan*, 8: 55-65.
- Więcko E. 1984. Puszcza Białowieska. PWN, Warszawa, ss. 309.
- Zajączkowski J. 1999 Odnowienie lasu naturalnego na przykładzie powierzchni badawczej w Białowieskim Parku Narodowym. *Sylvan*, 7: 5-14.
- Zajączkowski J. 2006: Hodowlane kryteria kwalifikowania drzewostanów do przebudowy. *Sylvan*, 12: 27- 32.
- Zajączkowski J., Gil W., Kopryk W., Zachara T., Czerepko J., Paluch R., Zwoliński J. 2008. Skala, struktura (gatunek, wiek, siedlisko) i konsekwencje przyrodniczo-gospodarcze drzewostanów negatywnych oraz pilność i metody ich przebudowy w Lasach Państwowych. Dok. nauk. Inst. Bad. Leś., maszynopis, ss.77.