

RAFAŁ PALUCH, KAROLINA A. GABRYSIAK

Wieloletnie zmiany składu gatunkowego drzewostanów o podwyższonym reżimie ochronnym w Puszczy Augustowskiej i Puszczy Knyszyńskiej

Long-term changes of tree species composition in high protective regime stands in the Augustów and Knyszyn Forests

ABSTRACT

Paluch R., Gabrysiak K. A. 2019. Wieloletnie zmiany składu gatunkowego drzewostanów o podwyższonym reżimie ochronnym w Puszczy Augustowskiej i Puszczy Knyszyńskiej. Sylwan 163 (10): 846-854. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2019048>.

In the last decades, we observed significant changes in the tree species composition in all layers of close-to-natural stands. Since the 1970s, the Forest Research Institute has collected and stored dataset from stand measurements, phytosociological and other research that are the basis for the long-term monitoring of vegetation. The aim of the research was to determine the directions of changes in the species composition and structure of tree stands, and to analyze the changes in the species composition of natural regeneration growing without human interference in various forest communities in the period of about 40 years. From 2014 to 2017, 40 permanent plots of 0.25 ha were re-measured in the nature reserves of the Knyszyn and Augustów Forests (NE Poland). The diameter of all trees was measured and the trees of the natural regeneration and bushes up to 1.3 m high were counted. The stand similarity index (S) between successive measurements was calculated. The analysis of differences in the composition of tree stands in subsequent measurements was carried out using Student t and Kruskal-Wallis tests. In the species composition of fresh coniferous forest stands and fresh mixed coniferous forest, there were significant changes in the number and share of Scots pine and Norway spruce. In the Knyszyn Forest a significant decrease in the share of spruce was observed. However, an increase in the share of deciduous species was remarkable. An inhibition of the natural pine renewal process and increase in density of spruce regeneration was observed. It is necessary to emphasize the significant expansion of hornbeam in a fresh mixed deciduous forest in the Knyszyn Forest and expansion of hazel in the Augustów Forest. Mean basal area in the forest stands has increased. The similarity index between the beginning and the end of the research reached the value of 0.73-0.94. The species composition and density of natural regenerations created without human intervention are not satisfactory from the point of view of forest sustainability. The most important factor affecting the direction and rate of changes in the species composition of tree stands is the expansion of hornbeam and/or hazel. These species cause changes in the ecological conditions of the lowest forest layers, leading to the unification of the species composition of forest communities.

KEY WORDS

natural regeneration, forest reserve, natural stand, hornbeam expansion

ADDRESSES

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

Karolina A. Gabrysiak – e-mail: k.gabrysiak@ibles.waw.pl

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

Wstęp

Obserwacje i badania lasów pierwotnych oraz zbliżonych do pierwotnych pozwalają sprostac wyzwaniom związanym z kształtowaniem struktury drzewostanu odpowiedniej z punktu widzenia zachowania różnorodności biologicznej przy jednoczesnym utrzymaniu wydajności produkcyjnej lasów. W prawidłowym postępowaniu hodowlanym ważne jest racjonalne naśladowanie obserwowanych zjawisk naturalnych oraz respektowanie wymagań ekologicznych odnawianych gatunków, co wyraźnie zmniejsza ryzyko hodowlane. W ostatnich dekadach obserwujemy znaczące zmiany składu gatunkowego drzewostanów zbliżonych do naturalnych, we wszystkich ich warstwach. Puszczańskie kompleksy leśne, takie jak Puszcza Knyszyńska czy Augustowska, mogą stanowić wartościową bazę do badań ekologicznych, do tej pory niewykorzystywaną. Podstawą tego typu badań są stałe powierzchnie badawcze [Sokołowski 2006; Paluch 2015], które mogą wspomóc ocenę możliwości zbliżenia działań hodowlanych do naturalnych procesów ekologicznych, przy zachowaniu celów gospodarczych i ochronnych (funkcje wiatrochronne, glebochronne, krajobrazowe i inne) [Paluch 2015]. Zmiany składu gatunkowego i struktury drzewostanów (w tym rozwoju odnowień naturalnych) w obiektach wyłączonych spod bezpośredniego wpływu człowieka mogą mieć także istotne znaczenie dla celów i przedmiotów ochrony w obiektach chronionych oraz dla zbliżania postępowania hodowlanego do procesów naturalnych.

Celem badań było określenie kierunków zmian składu gatunkowego i struktury drzewostanów oraz analiza zmian składu gatunkowego odnowień naturalnych wzrastających bez ingerencji człowieka w wybranych zbiorowiskach leśnych w okresie około 40 lat.

Materiał i metody

Od lat 70. XX wieku Instytut Badawczy Leśnictwa gromadzi i przechowuje obszerny zbiór danych pomiarowych drzewostanów, zdjęć fitosocjologicznych i innych będących podstawą wieloletniego monitoringu roślinności. Stałe powierzchnie badawcze, najczęściej o wymiarach 50×50 m, były zakładane w różnych zbiorowiskach leśnych w północno-wschodniej Polsce [Sokołowski 2004]. Badania powtarzano systematycznie, co około 10-15 lat, w okresach badawczych 1970-1975, 1983-1990 i 2011-2017. Do odtworzenia powierzchni wykorzystywano szkice sytuacyjne oraz inne materiały archiwalne. Dokonywano pomiaru pierśnicy wszystkich drzew w stopniach grubości (o szerokości stopnia 1-2 cm) oraz liczono drzewa młodego pokolenia i krzewy do 1,3 m wysokości z podziałem na gatunki. Niniejsze badania wykonano na 40 stałych powierzchniach badawczych w rezerwach przyrody Puszczy Knyszyńskiej (PK): Góra Pieszczana i Stara Dębina, a także Puszczy Augustowskiej (PA): Kuriańskie Bagno, Dziki Kąt oraz Wigierski Park Narodowy. Posłużono się metodyką opisaną we wcześniejszych pracach [Sokołowski 1991, 2004; Paluch 2015]. Analizowane rezerwy mają status rezerwatów częściowych, w których do początku lat 90. XX wieku prowadzono głównie cięcia sanitarne o niewielkim nasileniu. Następnie wyraźnie ograniczono ingerencję człowieka (z wyjątkiem zapewnienia bezpieczeństwa ludzi i mienia). Badaniami objęto drzewostany naturalne w wybranych zbiorowiskach leśnych, które reprezentowały w pierwszym okresie pomiarowym dojrzałe i dobrze ukształtowane drzewostany:

- bór brusznicowy *Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum* Sokoł. 1981 (odpowiadający borowi świeżemu w ujęciu typologicznym – 14 powierzchni, PA: 9, PK: 5),
- trzcinnikowo-świerkowy bór mieszany *Calamagrostio arundinaceae-Piceetum* Sokoł. 1968 (odpowiadający borowi mieszanemu świeżemu w ujęciu typologicznym: 16 powierzchni – PA: 11, PK: 5),
- las miodownikowo-grabowy *Melitti-Carpinetum* Sokoł. 1976 (odpowiadający lasowi mieszanemu świeżemu w ujęciu typologicznym – 10 powierzchni – PA: 5, PK: 5).

Zespół leśny określono, wykonując w obrębie powierzchni w każdym okresie pomiarowym zdjęcie fitosocjologiczne metodą Braun-Blanqueta. Zastosowano klasyfikację fitosocjologiczną Sokołowskiego [2004]. Dokonano analizy zmian składu gatunkowego drzewostanów w czasie na podstawie ich zagęszczenia oraz pierśnicowego pola przekroju. Dynamikę odnowień naturalnych przeanalizowano w grupie podrostów o pierśnicy od 0,1 do 5 cm. Obliczono współczynniki podobieństwa drzewostanów (S) pomiędzy początkiem i końcem badań według wzoru [Badeck i in. 2001 za Brzeziecki 2008]:

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

gdzie:

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

Obliczono współczynniki podobieństwa pod względem liczebności drzew (N) (jako f podano udział gatunku w ogólnej liczbie drzew) oraz pierśnicowego pola przekroju (G) (jako f podano udział gatunku w pierśnicowym polu przekroju dla badanego drzewostanu). Badany współczynnik przyjmuje wartości od 0 (minimalne podobieństwo) do 1 (maksymalne podobieństwo) [Brzeziecki 2008]. W obliczeniach uwzględniono drzewa o pierśnicy powyżej 5 cm. Analizę różnic w składzie drzewostanów w kolejnych pomiarach prowadzono przy użyciu testu t oraz testu Kruskala-Wallis'a w przypadku niespełnienia założeń o normalności rozkładu.

Wyniki

BÓR BRUSZNICOWY *VACCINIO VITIS-IDAEAE-PINETUM*. W okresie około 30 lat w składzie gatunkowym badanych drzewostanów nastąpiły znaczące zmiany liczebności i udziału dwóch podstawowych gatunków budujących drzewostan, czyli sosny zwyczajnej i świerka pospolitego (tab. 1). Na stałych powierzchniach badawczych w PA w latach 80. XX wieku dominowała sosna, przy niewielkim udziale świerka i brzozy. Obecnie stwierdzono spadek udziału sosny o około 15% na korzyść świerka, który zwiększa swój udział ilościowy przede wszystkim w dolnych warstwach drzewostanu. Analizując strukturę pierśnic sosny, można stwierdzić, że na początku badań gatunek ten występował jeszcze w niskich klasach pierśnic, a obecnie ogranicza się do drzew o średniej grubości oraz drzew grubych. W PK w początkowym okresie badań przeważał natomiast świerk. Po 30 latach prowadzonych badań udziały sosny i świerka uległy zrównaniu. Sosna wycofała się zupełnie z dolnych warstw badanych drzewostanów. Jednocześnie średnie zagęszczenie drzew o pierśnicy powyżej 5 cm zmniejszyło się o około 200 szt./ha (PK) i 300 szt./ha (PA) (tab. 1). Na obu analizowanych obszarach średnie pierśnicowe pole przekroju drzewostanu uległo istotnemu zwiększeniu ($p=0,017$ dla PA i $p=0,0495$ dla PK).

W analizowanym okresie nie stwierdzano nalotów i niskich podrostów sosny (PK) lub występowały one w znikomej liczbie – średnio około 60 szt./ha (PA). Świadczy to o całkowitym zaha-

Tabela 1.

Średnie (\pm błąd standardowy) zagęszczenie drzew o pierśnicy ≤ 5 cm (N [szt./ha]), udział gatunków w strukturze drzewostanu (U [%]) oraz pierśnicowe pole przekroju (G [m²/ha]) badanych drzewostanów i najważniejszych gatunków w badanych zespołach leśnych Puszczy Augustowskiej i Puszczy Knyszyńskiej w latach 1985 i 2017

Mean (\pm standard error) density of trees with breast height diameter ≤ 5.0 cm (N [trees/ha]), fraction of species in the stand structure (U [%]) as well as basal area (G [m²/ha]) of measured stands and main tree species in the analysed forest associations of the Augustów and Knyszyn Forests in years 1985 and 2017

		Augustów		Knyszyn	
		1985	2017	1985	2017
<i>Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum</i>					
N	R-m	1150 \pm 550	800 \pm 90	700 \pm 70	500 \pm 50
	So	100 \pm 7	70 \pm 10	40 \pm 5	50 \pm 5
U	Św	8 \pm 6	20 \pm 9	60 \pm 5	50 \pm 6
	Brz	6 \pm 4	7 \pm 3	1 \pm 0	1 \pm 1
G	R-m	20 \pm 1	30 \pm 1	30 \pm 0	40 \pm 2
	So	20 \pm 1	30 \pm 1	20 \pm 0	30 \pm 0
	Św	0 \pm 0	1 \pm 1	10 \pm 1	10 \pm 2
<i>Calamagrostio arundinaceae-Piceetum</i>					
N	R-m	1050 \pm 210	700 \pm 90	600 \pm 35	450 \pm 50
	So	50 \pm 8	45 \pm 5	30 \pm 4	35 \pm 6
U	Św	45 \pm 8	55 \pm 5	60 \pm 3	55 \pm 6
	Brz	2 \pm 1	0 \pm 0	15 \pm 6	10 \pm 7
G	R-m	35 \pm 1	40 \pm 1	30 \pm 2	35 \pm 3
	So	20 \pm 2	30 \pm 1	20 \pm 2	20 \pm 3
	Św	10 \pm 2	10 \pm 2	10 \pm 1	10 \pm 2
	Brz	0,4 \pm 0	0,2 \pm 0	4 \pm 1	4 \pm 1
<i>Melitti-Carpinetum</i>					
N	R-m	1400 \pm 300	950 \pm 100	800 \pm 230	950 \pm 90
	Db	4 \pm 2	3 \pm 1	10 \pm 5	6 \pm 2
U	So	50 \pm 4	40 \pm 4	1 \pm 0	0 \pm 0
	Św	45 \pm 6	35 \pm 3	20 \pm 3	7 \pm 2
	Gb	0 \pm 0	0 \pm 0	60 \pm 7	65 \pm 8
G	R-m	40 \pm 1	45 \pm 2	25 \pm 1	30 \pm 2
	Db	0 \pm 0	0 \pm 0	10 \pm 2	10 \pm 3
	So	25 \pm 1	30 \pm 1	1 \pm 0	1 \pm 1
	Św	10 \pm 1	15 \pm 2	2 \pm 0	1 \pm 0
	Gb	0 \pm 0	0 \pm 0	3 \pm 1	10 \pm 1

R-m – razem

R-m – in total, So – Scots pine, Św – Norway spruce, Brz – silver birch, Db – English oak, Gb – common hornbeam

mowaniu procesu naturalnego odnowienia sosny na wiele dziesięcioleci. Zaobserwowano także niewielki wzrost zagęszczenia nalotów świerkowych w obu analizowanych obiektach badań, ale nie przekroczyło ono wartości 300 szt./ha. Brzoza zmniejszyła udział w młodym pokoleniu drzew (tab. 2). Dąb szypułkowy był stałym elementem w warstwie niskich drzew, występując w niewielkiej liczbie (tab. 2). W okresie 30 lat nie zdołał on awansować do górnych warstw drzewostanu. W PK natomiast nie odnotowano występowania nalotów dębowych. W dolnych warstwach drzewostanu pojawił się obecnie podszyt leszczyny (tab. 2).

Współczynniki podobieństwa drzewostanów zarówno dla PA, jak i dla PK były wysokie i mieściły się w przedziale 0,79-0,94, co może wskazywać na niewielkie zmiany ich składu gatunkowego w okresie minionych ponad 30 lat.

Tabela 2.

Średnie (\pm błąd standardowy) zagęszczenie [szt./ha] podrostu o zakresie pierśnic 0,1-5,0 cm w badanych zespołach leśnych Puszczy Augustowskiej i Puszczy Knyszyńskiej w latach 1985 i 2017

Average (\pm standard error) density [N/ha] of trees with breast height diameter within 0.1-5.0 cm in the analysed forest associations of the Augustów and Knyszyn Forests in years 1985 and 2017

	Augustów		Knyszyn	
	1985	2017	1985	2017
<i>Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum</i>				
Św	60 \pm 20	210 \pm 55	180 \pm 55	85 \pm 10
So	350 \pm 220	10 \pm 8	0 \pm	0 \pm
Db	45 \pm 20	80 \pm 40	0 \pm	0 \pm
Brz	110 \pm 40	60 \pm 20	5 \pm 3	10 \pm 5
Leszcz	0 \pm	4 \pm 3	0 \pm	20 \pm 15
<i>Calamagrostio arundinaceae-Piceetum</i>				
Św	210 \pm 70	275 \pm 130	100 \pm 30	200 \pm 110
So	40 \pm 30	0 \pm	0 \pm	0 \pm
Db	50 \pm 30	2 \pm 3	0 \pm	0 \pm
Brz	15 \pm 10	30 \pm 20	1 \pm 1	70 \pm 35
Leszcz	0 \pm	45 \pm 40	0 \pm	90 \pm 30
<i>Melitti-Carpinetum</i>				
Św	340 \pm 80	20 \pm 15	450 \pm 95	125 \pm 40
Db	60 \pm 25	1 \pm 1	3 \pm 2	0 \pm
Gb	0 \pm	10 \pm 5	825 \pm 270	550 \pm 320
Leszcz	0 \pm	2300 \pm 300	0 \pm	740 \pm 310

So – Scots pine, Św – Norway spruce, Brz – silver birch, Db – English oak, Gb – common hornbeam, Leszcz – common hazel

BÓR MIESZANY TRZCINNIKOWO-ŚWIERKOWY *CALAMAGROSTIO ARUNDINACEAE-PICEETUM*. Średnie zagęszczenie drzew o pierśnicy powyżej 5 cm uległo zdecydowanej redukcji w obu badanych obiektach. W PA udział sosny zmniejszył się na korzyść świerka. Zaobserwowano istotny spadek udziału brzozy (zmiana liczebności: $p=0,018$, zmiana pierśnicowego pola przekroju: $p=0,0227$). Obecnie występuje ona w drzewostanie jedynie sporadycznie (tab. 1). Stwierdzono istotną zmianę pierśnicowego pola przekroju drzewostanów w latach 1987-2017 ($p=0,0064$). Udział świerka zmniejszył się o 10%, a pierśnicowe pole przekroju tego gatunku utrzymuje się na zbliżonym poziomie. Redukcja liczby drzew wymienionych gatunków była rekompensowana przyrostem pierśnicy pozostających egzemplarzy. W PK udział świerka zmniejszył się natomiast nieznacznie, dzięki czemu zachował on swoje znaczenie w budowie drzewostanu. Liczebność omawianego gatunku utrzymuje się na zbliżonym poziomie (tab. 1).

Warstwa odnowień była słabo rozwinięta i w 1987 roku składała się prawie wyłącznie ze świerka, a po ponad 30 latach pojawiło się odnowienie gatunków liściastych, głównie brzozy i leszczyny. Na wszystkich powierzchniach badawczych w PK brakowało odnowień naturalnych (nalotów oraz podrostów) sosny, a w PA ich zagęszczenie było niewielkie i coraz mniej liczne przy każdym kolejnym pomiarze (tab. 2). Młody świerk, w tym niski podrost, występował na każdej powierzchni badawczej i w każdym okresie pomiarowym, jednakże jego liczebność była silnie uzależniona od zagęszczenia starych świerków. W 1987 roku stwierdzono średnio około 1 tys. szt./ha nalotów świerka, a w ciągu następujących lat jego zagęszczenie zmniejszyło się dziesięciokrotnie.

Współczynniki podobieństwa drzewostanów w omawianym zespole zarówno w PA, jak i w PK były bardzo wysokie (podobnie jak w borze brusznicowym) i mieściły się w przedziale 0,84-0,92, co może wskazywać na niewielkie zmiany ich składu gatunkowego w okresie ponad 30 lat.

LAS MIODOWNIKOWO-GRABOWY *MELITTI-CARPINETUM*. Zmiany zachodzące w tym zespole miały odmienny charakter. Sosna była istotnym składnikiem lasu mieszanego jedynie w PA, ale jej udział stopniowo się zmniejszał (tab. 1). Zaobserwowano istotny ubytek świerka ($p=0,005$) w obu analizowanych puszcach. W PK należy podkreślić znaczącą ekspansję grabu. Udział tego gatunku systematycznie i istotnie wzrastał, zarówno pod względem liczby drzew, jak i pierśnicowego pola przekroju ($p=0,028$) (tab. 1). W PA grabu nie było, za to w dolnych warstwach dominowała leszczyna (tab. 2). Udział tego gatunku istotnie wzrósł ($p<0,001$ dla liczebności, $p=0,034$ dla pierśnicowego pola przekroju) i według liczby drzew osiągnął około 20% (tab. 2). PK również charakteryzowała się istotnym wzrostem znaczenia leszczyny ($p=0,03$ dla liczebności, $p=0,034$ dla pierśnicowego pola przekroju).

W PA dopiero w ostatnim okresie pojawił się nalot grabu o niewielkim zagęszczeniu (średnio około 60 szt./ha). Analizowana warstwa była złożona głównie z leszczyny (ponad 2 tys. szt./ha) (tab. 2). Na początku badań, w 1985 roku, nie stwierdzano jej udziału. PK charakteryzowała się natomiast większym bogactwem gatunków warstwy odnowień. Składała się ona przede wszystkim z grabu (500-800 szt./ha), leszczyny (0,7 tys. szt./ha) oraz świerka, którego zagęszczenie wyraźnie się zmniejszyło – do 125 szt./ha.

Współczynnik podobieństwa drzewostanów między początkiem a końcem badań (1985-2017) osiągał najniższą wartość (najczęściej poniżej 0,75) wśród analizowanych zespołów leśnych, co świadczy o największych zmianach udziału poszczególnych gatunków drzew w drzewostanie.

Dyskusja

W analizowanych zbiorowiskach leśnych, wzrastających obecnie bez ingerencji człowieka, w ciągu krótkiego czasu (około 30-40 lat) zaszły znaczące zmiany składu gatunkowego drzewostanów. Warto wspomnieć, że rezerwy przyrody i niektóre parki narodowe (np. Wigierski) podlegały wcześniej działalności hodowlano-ochronnej. Oznacza to, że znaczna część drzewostanów, w których założono powierzchnie badawcze, miała już określoną historię zagospodarowania. W pewnym momencie ich rozwoju objęto je słabszą lub silniejszą ochroną ze względu na duże walory przyrodnicze. Na początku badań do zakładania powierzchni badawczych wybierano unikalne fragmenty, najczęściej starych lasów, w terminalnej lub optymalnej fazie rozwojowej. Ponadto należałoby podkreślić, że okres prowadzenia badań stanowi niewielki fragment historii rozwoju lasu, a wnioskowanie i prognozowanie na tej podstawie może być jedynie przybliżone.

Uzyskane wyniki w pełni potwierdzają wcześniejsze wnioski pochodzące z badań o znacznie dłuższym (blisko 90-letnim) okresie trwania [Bernadzki i in. 1998; Brzeziecki i in. 2012, 2018; Drozdowski i in. 2012]. Wśród dużej grupy gatunków zagrożonych można znaleźć między innymi sosnę i dąb [Brzeziecki i in. 2012], dwa bardzo ważne gatunki dla prawidłowego funkcjonowania wielu zbiorowisk leśnych. Niniejsze badania potwierdziły zmniejszanie się udziału tych gatunków oraz zupełny brak odnowień sosny i bardzo niewielką liczebność nalotów i podrostów w przypadku dębu na terenie obiektów chronionych w analizowanych puszcach. Zwraca uwagę całkowite wycofywanie się sosny z siedlisk teoretycznie dla niej optymalnych, a mianowicie borów świeżych i mieszanych. Nawet jeśli odnowienie naturalne sosny powstaje, potem stopniowo z reguły zanika. Tylko sporadycznie stwierdzano dorastanie osobników tego gatunku do wyższych warstw drzewostanu.

Od kilku dziesięcioleci obserwuje się jakościowe zmiany roślinności zachodzące w zespole bruszniczowego boru świeżego, które prowadzą do zaniku specyficznych jego cech i powodują, że ewoluuje on w kierunku boru świerkowego czerniczowego lub trzcinnikowo-świerkowego boru mieszanego [Sokołowski 2004; Paluch 2015]. Warto jednak zauważyć, że stosunek ilościowy sosny do świerka w zbiorowiskach borowych nie jest stały, lecz zmienia się w czasie i przestrzeni

[Faliński 1986]. Występuje tam silna konkurencja między sosną a świerkiem, wynikająca z ekologicznej dostępności siedliska dla obu gatunków [Matuszkiewicz 1952; Jakubowska-Gabara i in. 1991; Sokołowski 1993]. W przypadku braku egzogennych katastrof (pożar, wiatrołom) świerk dominuje, gdyż jest gatunkiem cienioznośnym i łatwo się odnawia pod drzewostanem, umożliwiając odnowienie światłożądnej sosny. Znaczenie zjawisk o charakterze katastroficznym dla procesu odnawiania się sosny odnotowali także Sannikow i in. [1985] i Sudnik [2002]. Matuszkiewicz [1952], Faliński [2003] oraz Zin i in. [2015] podkreślają niezwykle ważną rolę pożarów w dynamice lasu, w tym relacji między sosną (odporną na działanie ognia o niewielkiej i średniej intensywności) i świerkiem (nieodpornym na pożary). Szwagrzyk [2000] dodaje, że naturalne rozległe zaburzenia nie były i nie są rzadkością oraz mają ogromne znaczenie dla zainicjowania procesów zmian sukcesyjnych i rozwoju wielu gatunków, które w zwartym lesie nie znajdują warunków do egzystencji. Zajączkowski [1996] i Andrzejczyk [2003] twierdzą, że wielogeneracyjne drzewostany sosnowe są w naturze zjawiskiem rzadkim i powstają najczęściej wskutek ich znacznego przerzedzenia. Fale odnowieniowe sosny występują według wspomnianych autorów co około 40-60 lat lub rzadziej, w zależności od występowania zaburzeń, np. gradacji owadów, okiści, wiatrołomów, pożarów i wielu innych czynników. Niektóre badania wskazują, że sosnę można skutecznie odnowić naturalnie pod drzewostanem macierzystym, ale wymaga to aktywności człowieka (odsłanianie odnowienia) [Barzdajn i in. 1996; Andrzejczyk 2003]. O konieczności wspierania odnowień sosny w konkurencji ze świerkiem wspominał też Matuszkiewicz [1952].

Niniejsze badania pokazały, że naloty i niskie podrosty dębu co prawda występowały w borze brusznicowym i w borze trzcinnikowo-świerkowym, ale nie awansowały do wyższych warstw drzewostanu. Świadczy to o nieskuteczności odnowienia dębu w obecnych warunkach. Odnowienie tego gatunku systematycznie powstaje w różnych warunkach siedliskowych, ale nie znajduje odpowiednich warunków do wzrostu [Sokołowski 2004; Drozdowski i in. 2012; Paluch 2015].

W świetle zaprezentowanych wyników badań grab wydaje się bardzo ekspansywny. Na siedliskach boru mieszanego silnie konkuruje on m.in. ze świerkiem, a jego odnowienie jest co najmniej tak samo liczne jak jego konkurentów. Wskutek tego odnowienie gatunków wymagających więcej światła, np. dębu, spotyka się rzadko. Jeśli opisywane tendencje utrzymają się, to płaty opalone przez grab ulegną całkowitemu przekształceniu w grądy. Taka sytuacja obecnie ma miejsce w przypadku ciepłolubnego zespołu lasu miodownikowo-grabowego. Zdecydowana większość płatów tego zespołu uległa już przekształceniu w grądy typowe. W tym zespole w okresie ostatnich 15 lat odnotowano wielokrotny wzrost zagęszczenia grabu we wszystkich warstwach drzewostanu, w tym zwłaszcza w warstwie nalotów, podrostów i w drugim piętrze. Gatunek ten wyparł z warstwy odnowień wszystkich swoich konkurentów, włączając w to świerk, który dominował tam na początku badań, prawie 40 lat temu. W oparciu o systematycznie prowadzone badania na stałych powierzchniach w rezerwacie ścisłym Białowieskiego Parku Narodowego Brzeziecki i in. [2018] twierdzą, że grab zdominował wiele zbiorowisk leśnych, powodując ich ujednolicenie. W miejscach, gdzie tego gatunku brakuje, np. w Puszczy Augustowskiej, silnie zwarte dolne warstwy drzewostanu tworzy leszczyna. Taką sytuację stwierdzano zwykle w lesie miodownikowo-grabowym, rzadziej w borze trzcinnikowo-świerkowym.

Wnioski

✚ W Puszczy Knyszyńskiej udział świerka w budowaniu drzewostanów zmniejszył się istotnie, zaś w Puszczy Augustowskiej zanotowano tendencje odwrotne. Udział sosny pod względem pierścnicowego pola przekroju był w obu obiektach stabilny.

- ✚ W okresie minionych 30-40 lat skład gatunkowy i zagęszczenie odnowień naturalnych powstałych bez ingerencji człowieka nie są zadowalające z punktu widzenia trwałości lasu. Naturalne procesy zachodzące w badanych obiektach nie pozwalają na realizację celów hodowlanych w sąsiadujących z nimi lasach gospodarczych. Brakowało zupełnie odnowień sosny, a odnowienia dębu zdarzały się sporadycznie.
- ✚ Świerk na siedliskach boru i boru mieszanego świeżego dobrze odnawia się naturalnie. Powstające spontanicznie odnowienia powinny być w sposób racjonalny wykorzystywane do realizacji celów gospodarczych i przyrodniczych.
- ✚ W lasach gospodarczych oraz niektórych obiektach chronionych (zgodnie z ich celami ochrony) uzasadnione jest podejmowanie świadomych działań z zakresu ochrony czynnej, mających na celu inicjowanie i kontrolowane wykorzystywanie odnowień naturalnych.
- ✚ Najważniejszym czynnikiem bezpośrednio wpływającym na kierunek i tempo zmian składu gatunkowego badanych drzewostanów była ekspansja grabu i/lub leszczyny. Gatunki te powodują zmiany warunków ekologicznych dna lasu, prowadzące do ujednoczenia składu gatunkowego zbiorowisk leśnych oraz mniejsze lub większe upodobnienie ich do grądu.
- ✚ Świerk wycofał się do najbardziej oligotroficznych zbiorowisk leśnych, np. boru świeżego. W ostatnich dekadach gatunek ten uległ drastycznej redukcji w wielu drzewostanach borów mieszanych i gradów.

Literatura

- Andrzejczyk T. 2003. Różnowiekowe drzewostany sosnowe. Powstanie, struktura, hodowla. Rozprawy Nauk. i Monografie. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 1996. Struktura odnawiających się drzewostanów sosny zwyczajnej w Nadleśnictwie Gubin. Sylwan 140 (11): 19-32.
- Bernadzki E., Bolibok L., Brzeziecki B., Zajączkowski J., Żybuła 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 Białowieżskiego Parku Narodowego: *Pino-Quercetum* i *Tilio-Carpinetum*. Studia Naturae 54 (2): 9-22.
- Brzeziecki B., Andrzejczyk T., Żybuła H. 2018. Odnowienie naturalne drzew w Puszczy Białowieżskiej. Sylwan 162 (11): 883-896. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.20181116>.
- Brzeziecki B., Keczyński A., Zajączkowski J., Drozdowski S., Gawron L., Buraczyk W., Bielak K., Szeli-gowski H., Dzwonkowski M. 2012. Zagrożone gatunki drzew Białowieżskiego Parku Narodowego (Rezerwat Ścisły). Sylwan 156 (4): 252-261. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2011082>.
- Drozdowski S., Brzeziecki B., Żybuła H., Żybuła B., Gawron L., Buraczyk W., Zajączkowski J., Bolibok L., Szeli-gowski H., Bielak K., Widawska Z. 2012. Wieloletnia dynamika starodrzewów w zagospodarowanej części Puszczy Białowieżskiej: gatunki ekspansywne i ustępujące. Sylwan 156 (9): 663-671. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2012016>.
- Faliński J. B. 1986. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests. Ecological studies in Białowieża Forest. Geobotany 8: 1-537.
- Faliński J. 2003. Rola pożarów w długoterminowej dynamice borów sosnowych. W: Zróżnicowanie i przekształcenia roślinności borowej. UAM, Poznań. 36-37.
- Jakubowska-Gabara J., Przemyski A., Bednorz L. 1991. Relacje między sosną i świerkiem w borze świeżym (*Peucedano-Pinetum*) w Białowieżskim Parku Narodowym. Sem. Geobot. Phytocoenosis 3: 141-150.
- Matuszkiewicz W. 1952. Zespoły leśne Białowieżskiego Parku Narodowego. Annales UMCS. Lublin – Polonia. Suppl. 6, Sectio C. UMCS, Lublin.
- Paluch R. 2015. Wieloletnie zmiany składu gatunkowego drzewostanów naturalnych w Puszczy Białowieżskiej. Sylwan 159 (4): 278-288. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2014083>.
- Sannikow S. N., Sannikowa N. S. 1985. Ekologija estestvenno vozobnavlenija sosny pod połogom lesa. Moskwa.
- Sokołowski A. W. 1991. Changes in species composition of a mixed Scots pine – Norway spruce forest at the Augustów Forest during the period 1964-1987. Folia Forest. Pol. A, Forestry 33: 5-24.
- Sokołowski A. W. 1993. Fitosocjologiczna charakterystyka zbiorowisk leśnych Białowieżskiego Parku Narodowego. Parki Nar. i Rez. Przyrody 12 (3): 5-190.
- Sokołowski A. W. 2004. Lasy Puszczy Białowieżskiej. CILP, Warszawa.
- Sokołowski A. W. 2006. Lasy północno-wschodniej Polski. CILP, Warszawa.

- Sudnik A. 2002.** Rol pyrogenego fatora v formirovanii raznovozrastnyh sosniakov. Lesa Eurazii v XXI wiekie Vostok-Zapad. Moskva.
- Szwagrzyk J. 2000.** Rozległe naturalne zaburzenia w ekosystemach leśnych: ich zasięg, charakter i znaczenie dla dynamiki lasu. Wiad. Ekol. 1: 3-19.
- Zajączkowski J. 1996.** Możliwości i celowość hodowli dwu- i wieloregeneracyjnych drzewostanów sosnowych. Sylwan 140 (11): 11-18.
- Zin E., Drobyshev I., Bernacki D., Niklasson M. 2015.** Dendrochronological reconstruction reveals a mixed-intensity fire regime in *Pinus sylvestris* dominated stands of Białowieża Forest, Belarus and Poland. J. of Veget. Sc. 26: 934-945.