

Odnowienie naturalne w rezerwacie przyrody „Czmoń” (Wielkopolska)

Natural regeneration in the ‘Czmoń’ nature reserve (Wielkopolska Region)

Paweł Horodecki¹, Katarzyna Wiczyńska¹, Andrzej M. Jagodziński^{1,2*}

¹ Instytut Dendrologii PAN, ul. Parkowa 5, 62–035 Kórnik; ² Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Łowiectwa i Ochrony Lasu, Zakład Ochrony Lasu, ul. Wojska Polskiego 71c, 60–625 Poznań

* Tel. +48 61 8170033; e-mail: amj@man.poznan.pl

Abstract. The ‘Czmoń’ nature reserve (23.65 ha) was established in 1998 to protect one of the best-retained areas of natural oak-hornbeam forest (*Galio-Carpinetum*) in the center of the Wielkopolska Region. Apart from oak-hornbeam forest, the ash-elm riparian forest (*Quercus-Ulmetum*) and alder riparian forest (*Fraxino-Alnetum*) are found in the reserve. These plant communities, both natural and degenerated as a consequence of previous forest management, have created the convenient conditions for assessment the phytocoenoses’ regeneration potential. The aim of this study was to assess the age and species structure of woody species natural regeneration of the whole area of the nature reserve.

To achieve that target, during August and September 2012, 142 sample plots were established with the total area 3550 m² on which tree and shrub composition and densities were calculated.

Woody species regeneration created various diverse communities among individual sub-units, however oak-hornbeam forest species were predominant in the whole regeneration layer.

The character of a ‘natural’ forest was retained on a part of the stands. Moreover, regeneration in degenerated parts of the ‘Czmoń’ nature reserve stands is changing according to potential vegetation. Whereas, the establishment of gaps in the Scots pine stands using artificial regeneration was not worthwhile. The natural regeneration structure under the canopy layer of Scots pine stands unambiguously supports the claim that phytocoenoses can regenerate on their own. In spite of the oak regeneration being infrequent, all stands within the ‘Czmoń’ nature reserve retain substantial rejuvenation potential.

Key words: natural regeneration, phytocoenoses regeneration, oak-hornbeam forest.

1. Wstęp

Lasy łąkowe w przeszłości występowały powszechnie w niżowej części Polski. Ze względu na żywność zajmowanych siedlisk zostały częściowo przekształcone w pola uprawne w okresie najintensywniejszego rozwoju rolnictwa (Danielewicz, Pawlaczyk 2004a). Zdarzało się również przekształcanie łąk w uboższe zespoły leśne poprzez wprowadzanie szybko rosnących i mniej wymagających gatunków drzew, jak np. *Pinus sylvestris* (Olaczek 1974; Jaszczak et al. 2011).

Powstałe w ten sposób jednogatunkowe drzewostany cechują się mniejszą stabilnością biologiczną niż drzewostany mieszane czy liściaste (Dobrowolska 2006). Część zachowanych w Polsce łąk jest przekształcona, co widać nie tylko w odmiennym składzie gatunkowym i strukturze drzewostanów, ale i w wyraźnym zubożeniu składu gatunkowego runa (Danielewicz, Pawlaczyk 2004a; Woziwoda 2007). Wiele badań prowadzonych w tak przekształconych zbiorowiskach leśnych pozwoliło na dobre rozpoznanie skutków wynikających z hodowli drzewostanów na siedlisku niezgod-

nym z wymaganiami ekologicznymi poszczególnych gatunków drzew (Balcerkiewicz 1991; Łaska 1996). Wzrosło również zainteresowanie naturalnymi procesami samoregulacyjnymi w przekształconych zbiorowiskach leśnych (Jaszczak et al. 2011). Preferowanie odnowienia naturalnego znacząco podnosi stabilność i bioróżnorodność zespołów roślinnych (Dobrowolska 2006), stąd też duży nacisk kładzie się obecnie na wykorzystanie regeneracyjnych sił natury, starając się ograniczać ingerencję człowieka w środowisko. Niewiele jest jednak przykładów badań przedstawiających potencjał regeneracyjny grądów, w tym zdegenerowanych (Sowa et al. 1993; Bobiec 2007; Miścicki 2012).

Rezerwat przyrody „Czmoń” został utworzony w 1998 roku w celu zachowania jednego z najbardziej naturalnych fragmentów lasu grądowego *Galio-Carpinetum* w środkowej Wielkopolsce (Lisiewska, Król 2007). Spotykane tu drzewostany charakteryzują się dość dużą zmiennością. Jest to wynikiem zarówno procesów o charakterze spontanicznym, jak i zabiegów gospodarczych, o zróżnicowanej intensywności, stosowanych na tym terenie w przeszłości. Obszar obecnego rezerwatu został objęty nieformalną ochroną pod koniec lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku, kiedy zabiegi gospodarcze ograniczono do minimum (Bernat 1989). Od tego czasu występujące tu zbiorowiska roślinne, zarówno naturalne lub zbliżone do naturalnych, jak i w różnym stopniu zdegenerowane, podlegają tylko spontanicznym procesom przemian. Jedynie w drzewostanach sosnowych rosnących na siedliskach grądowych zdecydowano się na przebudowę drzewostanów, wprowadzając sztuczne odnowienie na gniazdach (Wiczyńska et al. 2013). Zróżnicowany stopień przekształcenia drzewostanów w rezerwacie oraz zachodzące w nim procesy naturalnej regeneracji czynią go niezwykle ciekawym obiektem prac badawczych.

Głównym celem niniejszej pracy jest ocena stanu oraz struktury wiekowej i gatunkowej odnowienia naturalnego drzew i krzewów w obrębie rezerwatu. Uzyskane dane pozwalają także na porównanie procesów regeneracyjnych zachodzących we fragmentach grądu dobrze zachowanych oraz spinetyzowanych.

2. Materiały i metody

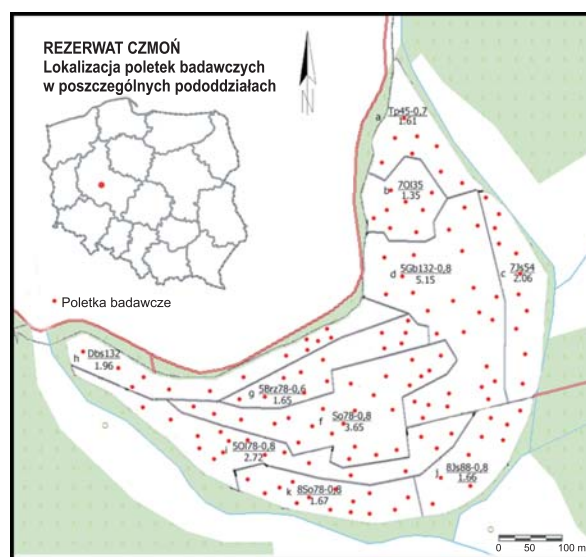
Teren badań

Badania prowadzono w rezerwacie przyrody „Czmoń” (52°09'06" N, 17°02'43" E), położonym 30 km na południe od Poznania, na terenie gminy Śrem (ryc. 1). Zgodnie z regionalizacją przyrodniczo-leśną Tramplera i współautorów (1990) rezerwat położony jest w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (III), Dzielnicy Niziny Wiel-

kopolsko-Kujawskiej (7) i Mezoregionie Pojezierza Wielkopolskiego (III.7.b), a w nowszym ujęciu (Zielony, Kliczkowska 2012) w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (III) i Mezoregionie Kotliny Śremskiej (III.29). Według regionalizacji fizyczno-geograficznej Kondrackiego (2002) teren ten znajduje się w prowincji Niżu Środkowoeuropejskiego, podprowincji Pojezierzy Południowobałtyckich, makroregionie Pradoliny Warciańsko-Odrzańskiej i mezoregionie Kotliny Śremskiej. Administracyjnie rezerwat pozostaje pod zarządem Nadleśnictwa Babki.

Rezerwat usytuowany jest na terenie płaskim, na wysokości ok. 76 m n.p.m. Obszar ten cechuje się stosunkowo krótką i łagodną zimą oraz latem z ilością opadów większą niż w pozostałej części roku (Woś 1994). Średnioroczna temperatura dla dziesięciolecia 1988–1998 wyniosła 8,8°C, natomiast średnioroczna suma opadów – 556 mm. Okres wegetacyjny na omawianym obszarze trwa średnio 220 dni (Plan ochrony rezerwatu „Czmoń” 2006).

Według danych z Planu ochrony rezerwatu „Czmoń” na lata 2006–2025 (2006) wewnątrz rezerwatu można wyróżnić trzy typy siedlisk: las świeży związany z zespołem *Galio sylvatici-Carpinetum betuli corydaletosum* (12,32 ha), las wilgotny związany z zespołem *Querc-Ulmetum minoris* (9,60 ha) oraz ols jesionowy związany z zespołem *Fraxino-Alnetum* (1,35 ha). Późniejsze badania (Lisiewska, Król 2007) wykazały również istnienie w północno-wschodniej części rezerwatu zbiorowiska świetlistej dąbrowy – *Potentillo albae-Quercetum*.



Rycina 1. Lokalizacja poletek badawczych wytypowanych do analizy struktury odnowienia naturalnego na terenie rezerwatu przyrody „Czmoń”
Figure 1. The location of sample plots established for structure analysis of natural regeneration of the ‘Czmoń’ nature reserve

Według informacji zawartych w Planie ochrony rezerwatu (2006) wyróżniono na tym terenie gleby szarobrunatne, występujące na 93% powierzchni rezerwatu oraz gleby murszowo-mineralne, spotykane w północnej jego części, na obszarze 1,35 ha.

Drzewostany w obrębie rezerwatu nie są jednorodne (tab. 1): wyróżniono 10 wydzieleni różnych pod względem drzewostanu oraz warunków siedliskowych. W pododdziałach 92 d oraz h, zgodnie z potencjałem siedliska, występuje bardzo dobrze zachowany las łąkowy, z dominacją grabu i dębu szypułkowego w górnych warstwach drzewostanu. W pododdziałach c, i oraz j w górnej warstwie drzewostanu dominują gatunki łąkowe (*F. excelsior*, *A. glutinosa*), a skład gatunkowy odpowiada roślinności potencjalnej (Plan ochrony... 2006). W pododdziałach a oraz g w drzewostanach dominują gatunki obce geograficznie lub siedliskowo (*P. × canadensis* oraz *P. sylvestris*). Występujące tam zbiorowiska leśne znajdują się w fazie regeneracji. Proces regeneracji zachodzi również w wydzieleniu b, w którym olsza, jesion oraz grab coraz intensywniej wkraczają w drugie piętro drzewostanu. Zbiorowiska leśne występujące w pododdziałach f oraz k opisane są w Planie ochrony rezerwatu „Czmoń” (2006) jako degeneracyjne postaci łąki. Związane jest to z dominacją sosny zwyczajnej w górnych warstwach drzewostanu. W dwóch ostatnich wydzieleniach (f i k) założono gniazda z wprowadzonym odnowieniem sztucznym, mające przyspieszyć proces przebudowy drzewostanów (Wiczyńska et al. 2013).

Metody prac badawczych

W celu określenia struktury odnowienia naturalnego w całym rezerwacie wyznaczono 142 powierzchnie badawcze o wymiarach 25 m² (5×5 m) każda (ryc. 1). Liczbę powierzchni, na których wykonano inwentaryzację odnowienia naturalnego, uzależniono od wielkości pododdziału, zmienności drzewostanów w jego obrębie oraz zróżnicowania stanu odnowienia naturalnego drzew i krzewów. Wyboru powierzchni dokonano kierując się zasadą proporcjonalności, tzn. jeśli w danym pododdziale oszacowano występowanie nalotu i podrostu na 20% powierzchni, taki sam odsetek poletek badawczych ulokowano w obrębie nalotów i podrostów, jeśli luki zajmowały 5% powierzchni, tyleż samo poletek ulokowano w lukach. Badania przeprowadzono w sierpniu i wrześniu 2012 roku.

W granicach każdej z powierzchni badawczych określono stan odnowienia naturalnego, z podziałem na gatunki drzew i krzewów oraz kategorie wiekowo-wysokościowe. W ten sposób wyróżniono:

- siewki (rośliny tegoroczne),
- rośliny jednoroczne oraz
- rośliny starsze niż jednoroczne (do wysokości 0,5 m).

Oddzielnie sklasyfikowano drzewa i krzewy o wysokości od 0,5 m do 1,3 m. Ponadto w obrębie każdej powierzchni policzono drzewa i krzewy martwe.

Wewnątrz gniazd założonych celem przebudowy drzewostanu sosnowego w dwóch pododdziałach (f i k) zlokalizowano 20 poletek badawczych. Stan odnowienia określono w analogiczny sposób jak w analizie odnowienia na pozostałym obszarze, dodając dwie kolejne kategorie:

- rośliny o wysokości ponad 1,3 m oraz
- rośliny ogłowione podczas czyszczeń.

W dalszych analizach zagęszczenie odnowienia naturalnego w gniazdach określono jako rzeczywistą liczebność odnowienia pomniejszoną o liczebność sadzonek danego gatunku wprowadzonych sztucznie.

3. Wyniki

Podczas oceny stanu odnowienia w obrębie powierzchni badawczych w rezerwacie „Czmoń” stwierdzono występowanie 28 gatunków drzew i krzewów w tej warstwie lasu. Zanotowano obecność odnowienia naturalnego *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Carpinus betulus*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Euonymus europaea*, *Fagus sylvatica*, *Frangula alnus*, *Fraxinus excelsior*, *Padus avium*, *P. serotina*, *Pinus sylvestris*, *Populus alba*, *P. tremula*, *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Rhamnus cathartica*, *Salix caprea*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, *U. laevis* oraz *Viburnum opulus*. Odnowienie naturalne *B. pubescens*, *P. alba*, *P. tremula* oraz *S. caprea* zaobserwowano tylko na terenie czterech gniazd założonych w przebudowywanych drzewostanach sosnowych.

Średnie zagęszczenie odnowienia naturalnego drzew i krzewów o wysokości do 1,3 m wynosiło 59 935 szt. ha⁻¹, w tym niespełna 1,5% stanowiły osobniki martwe (w analizie pominięto gniazda odnowione sztucznie w drzewostanach sosnowych; tab. 2). Spośród wszystkich gatunków najliczniej odnawiał się jesion, jawor, grab oraz dereń świdwa. Z kolei najsłabiej odnawiającymi się gatunkami były: dąb bezszypułkowy, buk zwyczajny, brzoza brodawkowata, kruszyna pospolita, czeremcha amerykańska oraz lipa drobnolistna.

Ze względu na występowanie na terenie rezerwatu trzech typów siedlisk (por. Wstęp) oraz związane z tym zróżnicowanie drzewostanów (tab. 1) stan odnowienia naturalnego (skład gatunkowy, zagęszczenie, udział osobników martwych) w poszczególnych wydzieleniach różnił się wyraźnie.

W pododdziale a (1,61 ha) stwierdzono siedlisko łąki dębowo-wiązowego. Dominującą grupą odnowienia były drzewa i krzewy starsze niż jednoroczne, o wy-

Tabela 1. Charakterystyka drzewostanów w rezerwacie przyrody „Czmoń” (dane w kol. 2-4 za Planem ochrony... 2006, w kol. 5-9 za Wiczyńską et al. 2013)
Table 1. The description of stands in the ‘Czmoń’ nature reserve (data in col. 2-4 after Plan ochrony... 2006, in col. 5-9 after Wiczyńska et al. 2013)

Pododdział (pow. ha)	Typ siedliskowy Lasu	Roslinność potencjalna	Wiek AI Age of AI	Średnia średnica AI Mean DBH of AI (cm)	Średnia wysokość AI Mean height of AI (m)	Zagęszczenie drzew w poszczególnych warstwach (szt. ha ⁻¹) Density of trees of given layer (ind. ha ⁻¹)			B Podszycie i podrost Shrubs and undergrowth
						A1 Drzewa wysokie Upper storey	A2 Drzewa niskie Lower storey	B Podszycie i podrost Shrubs and undergrowth	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
a (1,61)	Lw	F-U	46	35,4; 74,5	24,5	<i>P. canadensis</i> (219), <i>F. excelsior</i> (10)	-	<i>C. sanguinea</i> (7781), <i>F. excelsior</i> (695), <i>C. avellana</i> (924), pozostale / others (1639)	
b (1,35)	OJJ	F-A	36	20,0	19,5	<i>A. glutinosa</i> (1040)	-	<i>C. sanguinea</i> (3538), <i>P. avium</i> (890), <i>A. glutinosa</i> (621), pozostale / others (284)	
c (2,06)	Lw	F-U	55	29,7; 26,3; 26,9	24,1	<i>F. excelsior</i> (117), <i>B. pendula</i> (111), <i>A. glutinosa</i> (11)	<i>C. betulus</i> (100), <i>A. pseudoplatanus</i> (28), <i>T. cordata</i> (22), pozostale / others (29)	<i>C. avellana</i> (2411), <i>A. pseudoplatanus</i> (456), <i>C. sanguinea</i> (339), pozostale / others (174)	
d* (5,15)	Lśw	G-C	133	52,7; 40,0; 46,7	26,8	<i>Q. robur</i> (58), <i>F. excelsior</i> (17), <i>C. betulus</i> (10), pozostale / others (5)	<i>C. betulus</i> (232), <i>A. pseudoplatanus</i> (7), <i>Q. robur</i> (2), pozostale / others (2)	<i>A. pseudoplatanus</i> (698), <i>C. betulus</i> (218), <i>C. avellana</i> (185), pozostale / others (26)	
f** (3,65)	Lśw	G-C	79	28,1; 28,4; 30,0	25,7	<i>P. sylvestris</i> (464), <i>P. abies</i> (8), <i>B. pendula</i> (8), pozostale / others (15)	<i>C. betulus</i> (124), <i>P. sylvestris</i> (73), <i>A. pseudoplatanus</i> (34), pozostale / others (69)	<i>C. avellana</i> (1355), <i>C. betulus</i> (462), <i>C. sanguinea</i> (194), pozostale / others (140)	
g (1,65)	Lw	F-U	79	31,3; 29,0; 27,7	26,0	<i>B. pendula</i> (155), <i>P. sylvestris</i> (135), <i>A. pseudoplatanus</i> (45), pozostale / others (34)	<i>C. betulus</i> (135), <i>P. sylvestris</i> (18), <i>A. pseudoplatanus</i> (18), pozostale / others (39)	<i>C. avellana</i> (1830), <i>A. pseudoplatanus</i> (1188), <i>C. sanguinea</i> (630), pozostale / others (243)	
h (1,96)	Lw	G-C	133	48,9; 32,0; 27,9	25,1	<i>Q. robur</i> (178), <i>B. pendula</i> (6), <i>P. sylvestris</i> (4), pozostale / others (6)	<i>C. betulus</i> (304), <i>Q. robur</i> (4), <i>A. glutinosa</i> (6)	<i>C. avellana</i> (2830), <i>C. sanguinea</i> (1611), <i>C. betulus</i> (144), pozostale / others (159)	
i (2,72)	Lw	F-U	79	32,5; 32,9; 38,5	28,0	<i>F. excelsior</i> (91), <i>A. glutinosa</i> (84), <i>B. pendula</i> (15), pozostale / others (13)	<i>A. glutinosa</i> (97), <i>C. betulus</i> (32), <i>A. pseudoplatanus</i> (12), pozostale / others (5)	<i>C. avellana</i> (3118), <i>C. sanguinea</i> (1701), <i>A. pseudoplatanus</i> (170), pozostale / others (236)	
j (1,56)	Lw	F-U	89	34,2; 47,6; 42,1	28,5	<i>F. excelsior</i> (200), <i>Q. robur</i> (20), <i>A. pseudoplatanus</i> (4), pozostale / others (8)	<i>C. betulus</i> (80), <i>A. pseudoplatanus</i> (36)	<i>C. avellana</i> (3744), <i>C. sanguinea</i> (560), <i>P. avium</i> (216), pozostale / others (344)	
k** (1,56)	Lśw	G-C	79	29,5; 33,0; 25,4	26,0	<i>P. sylvestris</i> (303), <i>B. pendula</i> (118), <i>C. betulus</i> (53), pozostale / others (13)	<i>C. betulus</i> (118), <i>A. pseudoplatanus</i> (13), <i>B. pendula</i> (13)	<i>C. avellana</i> (4368), <i>A. pseudoplatanus</i> (368), <i>C. sanguinea</i> (303), pozostale / others (13)	

* dane uzyskane z 5 powierzchni badawczych z „grądowej” części wydzielenia d / data based on 5 sample plots from ‘oak-hornbeam’ part of sub-unit d

** z wyłączeniem gniazd odnowieniowych w drzewostanach sosnowych / excluding the gap areas in Scots pine stands

Skróty / Abbreviations: F-U – *Ficario-Ulmelum*; F-A – *Fraxino-Alnetum*; G-C – *Galio-Carpinetum*

Tabela 2. Średnie zagęszczenie odnowienia naturalnego (\pm SE) poszczególnych gatunków drzew i krzewów dla całego rezerwatu (szt. ha⁻¹; z pominięciem odnowienia sztucznego w gniazdach w drzewostanach sosnowych)Table 2. Mean densities of natural regeneration (\pm SE) of particular tree and shrub species growing on the whole nature reserve area (ind. ha⁻¹; excluding artificial regeneration in gap areas in Scots pine stands)

Gatunek Species	Zagęszczenie (szt. ha ⁻¹) Density (ind. ha ⁻¹)		Udział drzew i krzewów martwych (%) Share of dead trees and shrubs (%)
	sumaryczne total	osobniki martwe dead specimens	
<i>F. excelsior</i>	18908 \pm 8037	214 \pm 70	1,1
<i>A. pseudoplatanus</i>	13805 \pm 4056	338 \pm 169	2,5
<i>C. betulus</i>	10131 \pm 4528	12 \pm 7	0,1
<i>U. laevis</i>	1719 \pm 825	11 \pm 11	0,7
<i>A. glutinosa</i>	360 \pm 360	0	0,0
<i>P. sylvestris</i>	109 \pm 109	6 \pm 6	5,3
<i>A. platanoides</i>	60 \pm 50	0	0,0
<i>Q. robur</i>	54 \pm 20	0	0,0
<i>U. glabra</i>	47 \pm 47	15 \pm 15	30,8
<i>A. campestre</i>	45 \pm 40	0	0,0
<i>T. cordata</i>	9 \pm 9	0	0,0
<i>B. pendula</i>	8 \pm 6	0	0,0
<i>F. sylvatica</i>	4 \pm 4	0	0,0
<i>Q. petraea</i>	2 \pm 2	0	0,0
<i>C. sanguinea</i>	8382 \pm 2632	129 \pm 28	1,5
<i>E. europaea</i>	4618 \pm 2102	48 \pm 34	1,0
<i>P. avium</i>	1124 \pm 312	74 \pm 30	6,6
<i>C. avellana</i>	418 \pm 44	24 \pm 21	5,8
<i>R. cathartica</i>	45 \pm 45	0	0,0
<i>V. opulus</i>	40 \pm 23	0	0,0
<i>S. aucuparia</i>	16 \pm 11	0	0,0
<i>S. nigra</i>	14 \pm 8	0	0,0
<i>P. serotina</i>	9 \pm 9	0	0,0
<i>F. alnus</i>	8 \pm 5	0	0,0

sokości do 0,5 m (40%; tab. 3), natomiast najmniej licznie występowały siewki. W wydzieleniu tym najliczniej odnawiał się dereń świdwa, który stanowił ponad 51% ogółu rosnących tu młodych osobników drzew i krzewów. Udział wszystkich gatunków krzewów odnotowanych w omawianej części rezerwatu (*C. sanguinea*, *E. europaea*, *P. avium*, *C. avellana*, *R. cathartica*) stanowił ok. 62% składu gatunkowego odnowienia (tab. 4). Drugim pod względem liczebności gatunkiem w odnowieniu był *C. betulus*, a trzecim, występujący w niewielkim udziale w górnej warstwie drzewostanu – *F. excelsior*. Wśród siewek zwraca uwagę brak grabu oraz znaczny udział jesionu (63%). Najmniej licznie odnawiał się w tym wydzieleniu *Q. robur*, *A. pseudoplatanus* i *A. campestre*. W nalocie nie odnotowano osobników obcej geograficznie *P. \times canadensis*.

Pododdział b, o łącznej powierzchni 1,35 ha, porastał drzewostan olszowy na siedlisku łągu jesionowo-olszowego, jednak udział olszy w odnowieniu naturalnym nie przekraczał 3% (tab. 4). Do gatunków o najliczniejszym odnowieniu naturalnym w omawianym wydzieleniu należały: *F. excelsior*, *A. pseudoplatanus* oraz *C. betulus*. Najliczniejszą grupę wiekową odnowienia tych gatun-

ków stanowiły osobniki dwuletnie i starsze. Podobnie jak w pododdziale a, również tutaj najslabiej odnawiał się dąb szypułkowy oraz klon polny. Około 19% odnowienia naturalnego stanowiły krzewy – głównie *C. sanguinea* – 15% (20 800 szt. ha⁻¹) i *E. europaea* – 2% (2850 szt. ha⁻¹). Udział *P. avium*, *C. avellana* i *F. alnus* łącznie nie przekraczał 2% sumarycznego odnowienia. Sumaryczne zagęszczenie młodych drzew i krzewów w pododdziale b było większe niż w pozostałych wydzieleniach rezerwatu (tab. 3).

W pododdziale c (2,06 ha), obejmującym siedlisko łągu wiązowo-jesionowego, średnie zagęszczenie odnowienia naturalnego wynosiło 46 036 szt. ha⁻¹. Połowę tej liczby stanowiły rośliny dwuletnie i starsze o wysokości do 0,5 m (tab. 3). Najliczniej odnawiał się *A. pseudoplatanus*, a w dalszej kolejności *F. excelsior*, *C. betulus* i *U. laevis*. Wśród krzewów w odnowieniu naturalnym dominowały *C. sanguinea* (7%), *E. europaea* (4%) oraz *P. avium* (2%; tab. 4). W najniższej warstwie lasu oprócz wymienionych gatunków odnotowano obecność pięciu innych (trzech gatunków drzew i dwóch gatunków krzewów), i choć ich łączne zagęszczenie nieznacznie przekraczało 1300 szt. ha⁻¹, to wart odnotowania jest sam

Tabela 3. Zagęszczenie odnowienia naturalnego drzew i krzewów w poszczególnych pododdziałach rezerwatu (szt. ha⁻¹) z podziałem na kategorie wiekowo-wysokościowe

Table 3. Density of natural regeneration of trees and shrubs in the particular sub-units of the nature reserve (ind. ha⁻¹; divided into age and height groups)

Pod-oddział Sub-unit	Zagęszczenie odnowienia naturalnego Density of natural regeneration				
	sumaryczne total	siewki seedlings	rośliny jednoroczne one-year-old plants	rośliny dwuletnie i starsze do wys. 0,5 m two-year-old plants and older, lower than 0.5 m	rośliny dwuletnie i starsze wyższe niż 0,5 m two-year-old plants and older, higher than 0.5 m
	szt. ha ⁻¹ ind. ha ⁻¹			%	
a	45 300	15,1	18,2	40,1	26,6
b	136 600	17,9	4,7	69,7	7,7
c	46 036	21,2	14,0	47,9	16,9
d ₁ *	118 273	5,8	38,9	44,1	11,2
d ₂ *	28 800	0,7	0,3	51,7	47,2
f	61 457	4,4	13,9	72,1	9,7
g	67 233	19,8	3,3	56,5	20,4
h	32 831	3,2	6,2	78,9	11,7
i	23 882	13,6	8,0	53,8	24,6
j	25 200	0,5	2,6	57,8	39,0
k	56 300	5,7	15,6	64,1	14,6

* d₁ – wartości na podstawie 22 poletek badawczych z „grądowej” części wydzielenia; d₂ – wartości na podstawie 4 poletek badawczych z „olszowej” części wydzielenia

d₁ – values based on 22 sample plots from ‘oak-hornbeam’ part of the sub-unit d; d₂ – values based on 4 sample plots from ‘alder’ part of the sub-unit d

Tabela 4. Zagęszczenie odnowienia naturalnego (±SE) różnych gatunków drzew i krzewów (łącznie) w poszczególnych pododdziałach (szt. ha⁻¹) oraz ich udział (%) w sumarycznym zagęszczeniu odnowienia naturalnego w danym pododdziale. Wartość 0,0 oznacza udział mieszczący się w przedziale (0; 0,05)

Table 4. Density of natural regeneration (±SE) of various tree and shrub species (in total) in the particular sub-units of the nature reserve (ind. ha⁻¹) and their share (%) in the total natural regeneration density of a given sub-unit. Value of 0.0 is included in the range of (0; 0.05)

Pododdział / Sub-unit	Gatunek Species	Zagęszczenie odnowienia naturalnego Density of natural regeneration						
		sumaryczne total	udział gatunku share of species	udział osobników martwych share of dead specimens	siewki seedlings	rośliny je- dnoroczne one-year-old plants	rośliny dwulet- nie i starsze do wys. 0,5 m two-year-old plants and older, lower than 0.5 m	rośliny dwulet- nie i starsze wyższe niż 0,5 m two-year-old plants and older, higher than 0.5 m
		szt. ha ⁻¹ / ind. ha ⁻¹				%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	<i>C. betulus</i>	9100 ±5443	20,1	0	0	48,4	50,5	1,1
	<i>F. excelsior</i>	7450 ±3512	16,4	0	63,1	12,8	23,5	0,7
	<i>A. campestre</i>	400 ±200	0,9	0	25,0	25,0	50,0	0
	<i>A. pseudoplatanus</i>	250 ±199	0,6	0	20,0	0	80,0	0
	<i>Q. robur</i>	200 ±107	0,4	0	0	25,0	75,0	0
	Krzewy (5 gat.)	27900	61,6	1,3	7,2	9,9	40,3	42,7
b	<i>F. excelsior</i>	88350 ±44297	64,7	0,3	18,1	1,0	80,1	0,8
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9150 ±6804	6,7	0	2,2	0	95,6	2,2
	<i>C. betulus</i>	8850 ±5450	6,5	0	1,7	39,0	59,3	0
	<i>A. glutinosa</i>	3600 ±2729	2,6	0	95,8	2,8	1,4	0
	<i>U. laevis</i>	1050 ±845	0,8	0	23,8	61,9	14,3	0
	<i>Q. robur</i>	100 ±100	0,1	0	0	0	100	0
	<i>A. campestre</i>	50 ±50	0,0	0	0	0	100	0
	Krzewy (5 gat.)	25450	18,6	0,4	17,5	5,3	39,7	37,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
c	<i>A. pseudoplatanus</i>	14582 ±3431	31,7	3,7	5,5	3,2	58,1	33,2
	<i>F. excelsior</i>	10982 ±5027	23,9	6,0	78,1	12,3	8,3	1,3
	<i>C. betulus</i>	7636 ±2214	16,6	0	0,5	49,5	45,2	4,8
	<i>U. laevis</i>	5527 ±3727	12,0	0	0	5,9	91,4	2,6
	<i>A. platanoides</i>	509 ±259	1,1	0	0	7,1	85,7	7,1
	<i>U. glabra</i>	473 ±318	1,0	30,8	7,7	38,5	53,8	0
	<i>F. sylvatica</i>	36 ±36	0,1	0	0	100	0	0
	Krzewy (5 gat.)	6291	13,7	4,0	5,2	4,0	54,9	35,8
d ₁	<i>C. betulus</i>	56255 ±27498	47,6	0,0	0,2	73,3	25,8	0,7
	<i>A. pseudoplatanus</i>	32655 ±6140	27,6	1,2	0,3	1,7	71,7	26,3
	<i>F. excelsior</i>	25891 ±7756	21,9	0,5	24,3	14,6	47,8	13,3
	<i>T. cordata</i>	109 ±75	0,1	0	0	0	83,3	16,7
	<i>Q. robur</i>	55 ±30	0,0	0	33,3	0	66,7	0
	<i>A. platanoides</i>	36 ±36	0,0	0	0	0	50,0	50,0
	<i>B. pendula</i>	18 ±18	0,0	0	100	0	0	0
	Krzewy (5 gat.)	3255	2,8	1,1	10,1	14,0	53,6	22,3
d ₂	<i>A. pseudoplatanus</i>	15200 ±5571	52,8	0,7	0	0,7	38,2	61,2
	<i>F. excelsior</i>	4600 ±3672	16,0	0	4,3	0	95,7	0
	<i>C. betulus</i>	2400 ±1532	8,3	0	0	0	95,8	4,2
	<i>U. laevis</i>	700 ±574	2,4	0	0	0	57,1	42,9
	Krzewy (3 gat.)	5900	20,5	0	0	0	33,9	66,1
f	<i>F. excelsior</i>	20571 ±11467	33,5	2,6	6,3	17,1	76,0	0,7
	<i>A. pseudoplatanus</i>	17714 ±4928	28,8	1,1	2,6	10,6	81,8	5,0
	<i>U. laevis</i>	7457 ±4249	12,1	1,5	0,0	13,4	69,3	17,2
	<i>C. betulus</i>	5257 ±2531	8,6	0,0	0,0	30,4	69,0	0,5
	<i>P. sylvestris</i>	1086 ±1086	1,8	5,3	78,9	15,8	5,3	0
	<i>A. platanoides</i>	29 ±29	0,0	0	0	0	100	0
	<i>Q. robur</i>	29 ±29	0,0	0	0	100	0	0
	Krzewy (6 gat.)	9314	15,2	2,1	0,9	3,4	57,1	38,7
g	<i>A. pseudoplatanus</i>	40633 ±10339	60,4	4,3	1,6	1,2	72,0	25,2
	<i>F. excelsior</i>	18267 ±9995	27,2	0,7	68,1	5,5	23,0	3,5
	<i>U. laevis</i>	1300 ±553	1,9	0	12,8	7,7	66,7	12,8
	<i>C. betulus</i>	733 ±255	1,1	0	0	63,6	36,4	0
	<i>A. platanoides</i>	33 ±33	0,0	0	0	0	100	0
	<i>Q. robur</i>	33 ±33	0,0	0	0	100	0	0
	Krzewy (6 gat.)	6233	9,3	3,7	1,1	2,1	53,5	43,3
h	<i>F. excelsior</i>	4308 ±2605	13,1	2,1	18,6	8,6	57,9	15,0
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2031 ±999	6,2	1,5	0	0	81,8	18,2
	<i>C. betulus</i>	831 ±682	2,5	7,4	0	0	77,8	22,2
	<i>B. pendula</i>	62 ±42	0,2	0	50,0	50,0	0	0
	<i>Q. robur</i>	31 ±31	0,1	0	0	100	0	0
	Krzewy (5 gat.)	25569	77,9	2,3	0,8	6,3	82,6	10,3
i	<i>F. excelsior</i>	6118 ±2085	25,6	3,5	51,5	4,2	40,4	3,8
	<i>A. pseudoplatanus</i>	4235 ±1276	17,7	5,6	0,6	2,8	72,8	23,9
	<i>C. betulus</i>	1976 ±1076	8,3	0	0	65,5	34,5	0
	<i>U. laevis</i>	1247 ±1128	5,2	0	1,9	3,8	18,9	75,5
	<i>Q. petraea</i>	24 ±24	0,1	0	0	0	100	0
	Krzewy (5 gat.)	10282	43,1	4,3	0,5	1,8	61,8	35,9
	j	<i>A. pseudoplatanus</i>	12489 ±2718	49,6	2,1	0,7	2,1	59,8
<i>F. excelsior</i>		1422 ±554	5,6	0	3,1	6,3	68,8	21,9
<i>C. betulus</i>		1156 ±459	4,6	3,8	0	23,1	65,4	11,5
Krzewy (5 gat.)		10133	40,2	3,5	0	0,4	53,1	46,5
k	<i>C. betulus</i>	17800 ±15590	31,6	0	0,6	37,6	61,8	0
	<i>F. excelsior</i>	9000 ±2553	16,0	1,1	24,4	13,3	54,4	7,8
	<i>A. pseudoplatanus</i>	7000 ±2877	12,4	0	5,7	0	87,1	7,1
	<i>U. laevis</i>	500 ±500	0,9	0	0	80,0	20,0	0
	<i>Q. robur</i>	100 ±100	0,2	0	0	100	0	0
	Krzewy (5 gat.)	21900	38,9	0,9	2,3	1,8	63,9	32,0

* d₁ i d₂ – jak w Tabeli 3 / d₁ and d₂ – as in Table 3

fakt ich występowania, gdyż odnowienie *U. glabra* oraz *F. sylvatica* w najniższej warstwie lasu można było spotkać jedynie w tym miejscu rezerwatu.

W wydzieleniu d (5,15 ha), pokrywającym największą część rezerwatu (ok. 22%), występuje grąd środkowoeuropejski, a w północno-wschodniej części, na niewielkim obszarze, drzewostan olszowy, pominięty w dalszej analizie.

Ponad 55% odnowienia naturalnego stanowiły w omawianym grądzie rośliny dwuletnie i starsze (do 1,3 m wysokości), a zaledwie 6% siewki (tab. 3). Spośród dwunastu gatunków drzew i krzewów odnotowanych w warstwie regeneracyjnej „grądowej” części pododdziału d, trzy gatunki typowo grądowe, tj. *C. betulus*, *A. pseudoplatanus* i *F. excelsior* (często spotykany na siedliskach najbardziej żyznych i wilgotnych), stanowiły ponad 97% całości odnowienia (tab. 4). Zagęszczenie pozostałych drzew gatunków typowych dla grądów (*T. cordata*, *Q. robur*, *A. platanoides*) nie przekraczało łącznie 200 szt. ha⁻¹. W omawianym grądzie zagęszczenie krzewów (*C. sanguinea*, *E. europaea*, *P. avium*, *C. avellana*, *S. nigra*) nie przekraczało 3% sumarycznego zagęszczenia roślin w odnowieniu.

W pododdziale f występuje zdegenerowana postać grądu *Galio sylvatici-Carpinetum* (spinyzowany grąd). Sumaryczne zagęszczenie odnowienia naturalnego wynosiło tu 61 457 szt. ha⁻¹, z czego 83% stanowiły młode drzewa *F. excelsior*, *A. pseudoplatanus*, *U. laevis*, *C. betulus*, *A. platanoides* i *Q. robur* (tab. 4). W odnowieniu dominowały drzewa dwuletnie i starsze o wysokości do 0,5 m (72%). Spośród krzewów odnotowanych w tym pododdziale, najliczniej odnawiał się *C. sanguinea*.

W drzewostanie sosnowym, w celu jego przebudowy, założono dwa gniazda z odnowieniem sztucznym. Na każdym z gniazd (po 0,3 ha) w 2010 roku sztucznie wprowadzono sadzonki dębu szypułkowego (zagęszczenie początkowe: 5700 szt. ha⁻¹) i bezszypułkowego (830 szt. ha⁻¹), lipy (830 szt. ha⁻¹), grabu (620 szt. ha⁻¹), jaworu (580 szt. ha⁻¹) i jesionu (330 szt. ha⁻¹). W 2012 r., oprócz sadzonek wymienionych gatunków, na gniazdach odnotowano drzewa i krzewy naturalnego pochodzenia, a ich zagęszczenie (tab. 5) wskazuje na duży potencjał regeneracyjny. Na sztucznych gniazdach na uwagę zasługuje stosunkowo niewielkie zagęszczenie siewek i roślin jednorocznych najbardziej pożądaných gatunków grądowych, łącznie nieprzekraczające 400 szt. ha⁻¹. Ponadto nie sposób pominąć bardzo dużego zagęszczenia nalotu sosnowego, a więc gatunku niepożądanego na występującym tu siedlisku.

W wydzieleniu g ponad 60% odnowienia naturalnego stanowiły osobniki *A. pseudoplatanus*, a 27% – *F. excelsior* (tab. 4). Zagęszczenie pozostałych gatunków drzew nie przekraczało łącznie 2100 szt. ha⁻¹. Wyjątko-

wo niewielki, w porównaniu do innych części rezerwatu, był udział odnowienia grabu (1%), pomimo iż drzewa tego gatunku dominują w warstwie drzew niskich (tab. 1). Podobnie jak w przypadku wcześniej omawianych pododdziałów, również w wydzieleniu g najliczniej reprezentowaną grupą wiekową odnowienia były drzewa i krzewy dwuletnie i starsze. Na uwagę zasługuje brak nalotu gatunków dominujących w górnej warstwie drzewostanu – *B. pendula* i *P. sylvestris*.

W wydzieleniu h (1,96 ha) w odnowieniu naturalnym zdecydowanie dominowało młode pokolenie *E. europaea*, stanowiące ponad 71% wszystkich odnotowanych w omawianej warstwie drzew i krzewów. Spośród drzew najlepiej w tym pododdziale odnawiał się *F. excelsior* (tab. 4), w którego odnowieniu dominowały rośliny dwuletnie i starsze (73%). Wśród stosunkowo licznych drzewek *A. pseudoplatanus* i *C. betulus* w ogóle nie odnotowano roślin tegorocznych ani jednorocznych. Udział dębu szypułkowego w odnowieniu był marginalny (31 szt. ha⁻¹).

W wydzieleniu i (2,72 ha) na siedlisku łągu wiązo-wo-dębowego w odnowieniu naturalnym dominował jesion i jawor (tab. 4). Pomimo dużego udziału olszy w górnych warstwach drzewostanu, nie odnotowano tu najmłodszego pokolenia tego gatunku. Nie stwierdzono również młodych drzewek dębu szypułkowego. Pojawiło się natomiast, choć bardzo nielicznie, odnowienie dębu bezszypułkowego (24 szt. ha⁻¹); było to jedyne miejsce w rezerwacie, gdzie na powierzchniach próbnych odnotowano młode pokolenie tego gatunku. Udział krzewów w odnowieniu naturalnym wyniósł 43%, a ich zagęszczenie sumaryczne 10 282 szt. ha⁻¹, z czego większość stanowiły *C. sanguinea* (3294 szt. ha⁻¹), *E. europaea* (3224 szt. ha⁻¹) oraz *P. avium* (3082 szt. ha⁻¹). Pozostałe gatunki krzewów (*C. avellana* i *S. nigra*) nie przekraczały łącznie 700 szt. ha⁻¹.

Zagęszczenie odnowienia naturalnego w pododdziale j (1,56 ha) wynosiło 25 200 szt. ha⁻¹ (tab. 3), z czego połowa przypadła na *A. pseudoplatanus* (tab. 4). Spośród gatunków krzewów najliczniej występował dereń świdwa, którego udział w odnowieniu stanowił ponad 20%. W wydzieleniu j nalot tegoroczny oraz rośliny jednoroczne tworzyły grupy mniej liczne niż w pozostałych wydzieleniach rezerwatu (tab. 3).

W pododdziale k występuje spinyzowana postać grądu. Podobnie jak w wydzieleniu f, tutaj również w 2010 roku założono dwa gniazda odnowieniowe o powierzchni 0,3 ha każde. Na gniazdach wprowadzono sadzonki następujących gatunków: *Q. robur* (2380 szt. ha⁻¹), *C. betulus* (1930 szt. ha⁻¹), *A. pseudoplatanus* (1000 szt. ha⁻¹), *T. cordata* (830 szt. ha⁻¹), *F. excelsior* (500 szt. ha⁻¹), *A. platanoides* (170 szt. ha⁻¹) oraz *Q. petraea* (70 szt. ha⁻¹). Analizując stan odnowienia na tych gniazdach, stwierdzono znikome zagęszczenie

Tabela 5. Zagęszczenie odnowienia naturalnego i sztucznego (\pm SE) różnych gatunków drzew i krzewów w gniazdach założonych w drzewostanach sosnowych (szt. ha^{-1}) oraz udział tych gatunków (%) w sumarycznym zagęszczeniu odnowienia (żywego oraz martwego) w gniazdach danego pododdziału

Table 5. Density of natural and planted regeneration (\pm SE) of various tree and shrub species in the gap areas established in Scots pine stands (ind. ha^{-1}) and their share in the total regeneration's density (living and dead) of a given sub-unit

Pododdział Sub-unit	Gatunek Species	Zagęszczenie odnowienia naturalnego i sztucznego Density of natural and planted regeneration												
		sumaryczne total	udział gatunku share of species	udział osobników martwych share of dead specimens	siewki seedlings		rośliny jednoroczne one-year-old plants		rośliny dwuletnie i starsze do wys. 0,5 m two-year-old plants and older, lower than 0,5 m		rośliny dwuletnie i starsze wyższe od 0,5 m two-year-old plants and older, higher than 0,5 m		rośliny wyższe od 1,3 m older plants, higher than 1.3 m	rośliny ścięte cutted plants
					3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2	%												
f	<i>P. sylvestris</i>	114520 \pm 41087	75,2	29,2	0	0,3	90,2	3,0	0	0	0	10	11	
	<i>A. pseudoplatanus</i>	12960 \pm 4797	8,5	0	0	0,3	33,0	36,1	0	3,1	3,1	0	6,5	
	<i>C. betulus</i>	4800 \pm 864	3,2	0	0	2,5	36,7	42,5	0	10,0	10,0	0	27,5	
	<i>F. excelsior</i>	3960 \pm 3305	2,6	2,0	1,0	6,1	38,4	48,5	0	2,0	2,0	0	8,3	
	<i>B. pendula</i>	3640 \pm 1198	2,4	1,1	0	0	6,6	29,7	0	7,7	7,7	0	4,0	
	<i>C. avellana</i>	3160 \pm 1792	2,1	0	0	0	5,1	19,0	0	1,3	1,3	0	56,0	
	<i>Q. robur</i>	2920 \pm 820	1,9	0	0	0	19,2	79,5	0	1,4	1,4	0	74,7	
	<i>U. laevis</i>	2400 \pm 2356	1,6	0	0	0	5,0	45,0	0	33,3	33,3	0	0	
	<i>C. sanguinea</i>	1320 \pm 798	0,9	0	0	6,1	45,5	42,4	0	3,0	3,0	0	16,7	
	<i>T. cordata</i>	720 \pm 278	0,5	0	0	0	0	0	0	38,9	38,9	0	3,0	
	<i>B. pubescens</i>	520 \pm 231	0,3	0	0	0	7,7	46,2	0	33,3	33,3	0	27,8	
	<i>Q. petraea</i>	440 \pm 256	0,3	0	0	0	18,2	81,8	0	0	0	0	46,2	
	<i>S. aucuparia</i>	360 \pm 242	0,2	0	0	0	11,1	11,1	0	66,7	66,7	0	0	
	<i>E. europaea</i>	200 \pm 123	0,1	0	0	0	60,0	40,0	0	0	0	0	11,1	
	<i>P. tremula</i>	120 \pm 120	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>P. avium</i>	80 \pm 53	0,1	0	0	0	50,0	50,0	0	0	0	0	0	
	<i>P. serotina</i>	40 \pm 40	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
	<i>S. caprea</i>	40 \pm 40	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
	<i>S. nigra</i>	40 \pm 40	0,0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	
k	<i>C. betulus</i>	23480 \pm 11672	30,7	0	0,2	1,2	63,7	30,5	0	1,5	1,5	0	2,9	
	<i>A. pseudoplatanus</i>	20680 \pm 5770	27,0	0,6	0	0	12,8	23,4	0	19,3	19,3	0	44,5	
	<i>C. sanguinea</i>	13160 \pm 4298	17,2	0	0	0,3	6,1	22,2	0	51,4	51,4	0	20,1	
	<i>P. sylvestris</i>	7760 \pm 5463	10,1	1,0	0	0,5	97,4	1,5	0	0	0	0	0,5	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	<i>C. avellana</i>	2800 ±888	3,7	0	0	0	10,0	14,3	2,9	72,9
	<i>E. europaea</i>	2360 ±959	3,1	0	0	0	30,5	62,7	3,4	3,4
	<i>F. excelsior</i>	2040 ±1186	2,7	0	0	2,0	41,2	54,9	2,0	0
	<i>S. nigra</i>	1040 ±322	1,4	11,5	0	0	7,7	42,3	15,4	34,6
	<i>T. cordata</i>	1000 ±255	1,3	0	0	0	0	48,0	36,0	16,0
	<i>Q. robur</i>	680 ±274	0,9	0	0	0	58,8	41,2	0	0
	<i>B. pendula</i>	560 ±392	0,7	0	0	0	0	35,7	0	64,3
	<i>P. avium</i>	440 ±193	0,6	0	0	0	0	90,9	9,1	0
	<i>P. tremula</i>	200 ±200	0,3	0	0	0	20,0	60,0	0	20,0
	<i>U. laevis</i>	160 ±88	0,2	0	0	0	25,0	50,0	25,0	0
	<i>A. platanoides</i>	120 ±85	0,2	0	0	0	0	66,7	0	33,3
	<i>P. alba</i>	40 ±40	0,1	0	0	0	100	0	0	0
	<i>R. cathartica</i>	40 ±40	0,1	0	0	0	0	0	100	0

siewek oraz roślin jednorocznych (poniżej 440 szt. ha⁻¹, z czego 82% to drzewa gatunków łąkowych). Młode pokolenie grabu oraz jaworu stanowiło tutaj największą część odnowienia naturalnego (tab. 5). Z kolei sosna zwyczajna, dominująca w drzewostanie otaczającym gniazda, odnawiała się słabo w porównaniu z sosną w pododdziale f, tak że jej udział wynosił nieco ponad 10% ogółu drzew i krzewów w najniższej warstwie lasu. Poza gniazdami zagęszczenie odnowienia naturalnego wynosiło 56 300 szt. ha⁻¹ (tab. 3), z czego najliczniejszą grupę stanowiły rośliny dwuletnie i starsze. Najliczniej występującymi gatunkami w odnowieniu były *C. betulus* oraz *C. sanguinea*, a najmniej liczny – *Q. robur* (tab. 4).

4. Dyskusja

Sumaryczne średnie zagęszczenie odnowienia naturalnego wszystkich gatunków na całym obszarze rezerwatu sięga 60 000 szt. ha⁻¹, znacznie przekracza zatem zagęszczenie rekomendowane przy sztucznych nasadzeniach (Modrý et al. 2004; Zasady hodowli lasu 2012). Najważniejsze gatunki łąkowe stanowią prawie 75% całości odnotowanych młodych drzew i krzewów. Spośród wszystkich gatunków wykazanych w rezerwacie najliczniej odnawia się *F. excelsior* (blisko 32% całości odnowienia). Chwistek (2007) w badaniach struktury składu gatunkowego drzewostanów Ojcowskiego Parku Narodowego, w tym rosnących na siedliskach łąkowych, stwierdził zbliżony udział odnowienia jesionu, wynoszący prawie 26% całego nalotu. Wspomniany autor wykazał jedynie nalot do 0,5 m wysokości, pomijając w analizie siewki jednoroczne. Biorąc pod uwagę tylko grupy roślin analizowane przez Chwistka (2007), ustalono, że udział młodego pokolenia jesionu w całości odnotowanego w rezerwacie odnowienia wynosi nieco ponad 33% (11 523 szt. ha⁻¹). Z kolei wyniki uzyskane przez Modrego i współautorów (2004) dotyczące odnowienia naturalnego w 120-letnim drzewostanie bukowym z domieszką grabu i jaworu, wykazują nieco większe zagęszczenia jesionu. Średnie zagęszczenie jesionu w cytowanych badaniach oszacowano na 27 000 szt. ha⁻¹, co stanowiło 18% całości stwierdzonego odnowienia naturalnego. Natomiast Bobiec (2007) w zbiorowisku *Tilio-Carpinetum* w Puszczy Białowieskiej, zarówno w lukach, jak i pod okapem drzewostanu, stwierdził śladowy (średnio poniżej 3%) udział odnowienia jesionu. Na uwagę zasługuje fakt, że znacząca część młodych osobników jesionu nie dorasta do warstwy podrostu wysokiego. Problem ten zauważyli w swoich badaniach także Chwistek (2007) i Miścicki (2012), którzy wykazali niewielki udział drzew tego gatunku przechodzących do wyższych warstw drze-

wostanu. Również w obrębie badanego rezerwatu udział jesionów w warstwie podrostu (tutaj powyżej 1,3 m wysokości) wynosi zaledwie 3% (Wiczyńska et al. 2013). Świadczy to o stosunkowo szybkim zamieraniu jesionu w warstwie nalotu i podrostu niskiego, co może być spowodowane warunkami świetlnymi niekorzystnymi dla młodych osobników tego gatunku, charakteryzującego się umiarkowaną światłożądnością (Faliński, Pawlaczyk 1995). Udział jesionów starszych w badanych warstwach nalotu i podrostu niskiego (64%) wskazuje niejako na „oczekiwanie” młodych osobników na dogodniejsze warunki wzrostu. Przyczyną zamierania młodych drzewek jesionu nie jest raczej notowana od końca ubiegłego wieku choroba zamierania jesionu, powodowana przez grzyba *Chalara fraxinea* (np. Schumacher et al. 2010; Kowalski, Kraj 2012), gdyż udział martwych osobników jesionu w całości odnowienia tego gatunku w obrębie rezerwatu wynosi jedynie 1%.

Młode osobniki *A. pseudoplatanus* stanowią w rezerwacie „Czmoń” ponad 23% całości odnowienia, pomimo iż udział drzew tego gatunku w górnych warstwach lasu wynosi tylko nieco ponad 4% (Wiczyńska et al. 2013). Nalot i podrost jaworu notowany jest w każdym z pododdziałów, dorosłe drzewa występują natomiast tylko w siedmiu wydzieleniach. Warunki świetlne panujące w rezerwacie są wystarczające dla rozwoju młodego pokolenia jaworu, który uważany jest za gatunek umiarkowanie tolerancyjny na niedostatek światła (Boratyński, Filipiak 1999; Saniga, Balanga 2008; Szwagrzyk et al. 2012). Warto także zwrócić uwagę na duże zagęszczenie tego gatunku w drzewostanach sosnowych rosnących na terenie rezerwatu (w wydzieleniu f – 17 700 szt. ha⁻¹, a w wydzieleniu k – 7000 szt. ha⁻¹). Taki układ spotyka się także na Pomorzu, gdzie w drzewostanach sosnowych stwierdza się ekspansję jaworu czy klonu (Danielewicz, Pawlaczyk 2004b). Gieruszyński (1961), badając dynamikę rozwojową rezerwatu cisowego, zauważył, że spośród wykazanych tam gatunków siedlisk lasowych, łęgowych i olsowych jawor charakteryzuje się największą dynamiką sukcesyjną. Emborg (1998) z kolei nazywa masowe pojawianie się jaworu wręcz niepożądanym z punktu widzenia stwarzania konkurencji dla odnowienia gatunków docelowych.

Odnowienie grabu stanowi średnio 17% sumarycznej liczebności młodych drzew i krzewów na badanym obszarze, jednakże w poszczególnych wydzieleniach jego udział jest wyraźnie zróżnicowany. Najlepsze warunki rozwoju grab znajduje w pododdziale d, gdzie stanowi prawie 48% całości odnowienia, natomiast najmniej licznie (1,1% udziału) występuje w wydzieleniu g. Sama obecność grabu w górnych warstwach drzewostanu nie musi mieć wpływu na zagęszczenie młodych osobników tego gatunku. Na przykład w pododdziałach

h oraz d, gdzie udział osobników *C. betulus* w drugim piętrze drzewostanu jest jednakowy (Wiczyńska et al. 2013), zagęszczenie odnowienia tego gatunku różni się blisko dwudziestokrotnie (tab. 4). Losowe rozmieszczenie siewek, odwzorowujące rozmieszczenie nasion docierających do dna lasu drogą barochorii oraz wtórnie zoochorii (Faliński, Pawlaczyk 1993), przy również losowym zakładaniu poletek doświadczalnych, może mieć niewielki wpływ na ocenę liczebności zagęszczenia. Dobrowolska (2006) w badaniach odnowienia naturalnego pod okapem drzewostanu sosnowego, rosnącego na żyznym siedlisku lasowym, wykazała liczebność nalotu grabu równą 200 750 szt. ha⁻¹, co stanowiło prawie 89% całości odnowienia naturalnego. Wykazana przez autorkę liczebność nalotu grabowego blisko dwudziestokrotnie przewyższa zagęszczenie odnowienia grabu w rezerwacie przyrody „Czmoń” – zarówno średnie dla całego rezerwatu, jak i średnie tylko dla dwóch pododdziałów z dominacją sosny w górnej warstwie drzewostanu (f oraz k). Analiza danych dla pododdziału d – jednego z najlepiej zachowanych fragmentów lasu grądowego (*Galio-Carpinetum*) w Wielkopolsce (Żukowski, Jackowiak 1992, za Lisiewska, Król 2007), pokazuje, że zagęszczenie młodych grabów w tym wydzieleniu, choć stanowiące prawie 48% całości odnowienia, jest ponadczterokrotnie mniejsze od zagęszczenia wykazanego przez Dobrowolską (2006). Przyczyn tak liczego odnowienia grabu wykazanego przez Dobrowolską (2006) należy upatrywać zarówno w korzystnych warunkach mikrosiedliskowych, jak i w zdolności regeneracyjnej siedliska pod drzewostanem sosnowym. Dane uzyskane w badaniach prowadzonych na mniej żyznych siedliskach (np. Mirschel et al. 2011) ukazują zdecydowanie mniejsze zagęszczenie grabu w odnowieniu naturalnym.

Z pozostałych gatunków pożądaných w zbiorowiskach grądowych, jedynie *U. laevis* charakteryzuje się zauważalnym zagęszczeniem młodych osobników w warstwie odnowienia naturalnego. Udział tego gatunku w sumarycznej liczbie młodych drzew odnotowanych w rezerwacie wynosi niespełna 3%.

Nalot *A. platanoides*, *Q. robur* i *T. cordata* stanowi 0,2% sumarycznej liczebności odnowienia. Niewielkie zagęszczenie odnowienia lipy i klonu można tłumaczyć znikomą liczbą dojrzałych drzew tych gatunków w górnych warstwach drzewostanów. Nieznaczna ilość młodych osobników dębu, mimo dominującego udziału w znacznej części rezerwatu w warstwie drzew, jest natomiast sprawą niepokojącą. Dąb cechuje się odmienną od grabu strategią życiową. Zdaniem Falińskiego i Pawlaczyka (1993), Danielewicza i Pawlaczyka (2004a) oraz Palucha (2012) stałą obecność w grądzie dąb zawdzięcza trwałości osobniczej drzew, co pozwala na pojawianie się i rozwój odnowienia naturalnego nawet

przy niewielkim prawdopodobieństwie uzyskania sukcesu reprodukcyjnego w kolejnych latach. Ponadto dąb szypułkowy jest gatunkiem trudno odnawiającym się (Lorimer et al. 1994; Harmer et al. 2005; Bobiec, Jaszcz 2010), co może wynikać z dużej wrażliwości tego gatunku na niedobór wody i składników pokarmowych w wierzchnich poziomach gleby (Modrzyński et al. 2006; Mirschel et al. 2011). Emborg i współautorzy (1996) zauważają ogólny brak znaczącego sukcesu regeneracyjnego dębu w dzisiejszych czasach. W przypadku rezerwatu „Czmoń” brak masowego odnawiania się dębu można tłumaczyć tym, że fragmenty drzewostanów z dużym udziałem dębu nie wkroczyły jeszcze w fazę terminalną (Plan ochrony... 2006; Wiczyńska et al. 2013), w której powstające po wypadaniu drzew luki mogłyby stanowić dogodny warunki dla rozwoju nalotu dębowego (Saniga, Balanga 2008; Bobiec, Jaszcz 2010), a także znacznym udziałem grabu w wyższych warstwach drzewostanu w większości pododdziałów, co zdaniem Zerby (2002) oraz Palucha i Bielaka (2009) może hamować odnowienie gatunków potrzebujących więcej światła. Nie ulega wątpliwości, że dąb – jeden z najważniejszych w Polsce gatunków liściastych (Dobrowolska 2006; Ceitel 2006) – powinien być traktowany ze szczególną uwagą w procesach przebudowy drzewostanu z wykorzystaniem odnowienia naturalnego (Mirschel et al. 2011). Przygotowanie gleby, zalecane w celu wzmocnienia szans regeneracji dębu (Nilsson et al. 1996; Löf et al. 1998; Harmer et al. 2005), na obszarach chronionych kłóci się z ideą ochrony całych ekosystemów. W przypadku rezerwatów, w celu zwiększenia regeneracji dębu można w ich sąsiedztwie, polepszyć warunki bytowania ptaków, które odgrywają niebagatelną rolę w procesie rozsiewania żołądki (Mosandl, Kleinert 1998; Götmark et al. 2005; Danielewicz, Pawlaczyk 2006; Mirschel et al. 2011; Paluch 2012).

W wydzieleniach f oraz k, w celu przebudowy drzewostanów sosnowych, zdecydowano się na założenie czterech gniazd odnowieniowych na łącznej powierzchni 1,2 ha. Niektórzy badacze zalecają tego typu zabiegi nawet w rezerwach (np. Jakubowska-Gabara 1992). W 2010 roku na zrębach wprowadzono sadzonki gatunków pożądaných w grądzie (por. Wyniki). Porównując stan oraz strukturę gatunkową i wiekową odnowienia na gniazdach z odnowieniem naturalnym na pozostałym obszarze ww. pododdziałów (4,01 ha), należy odpowiedzieć na pytanie, czy wycięcie drzewostanu i wprowadzenie odnowienia sztucznego było uzasadnione. W podokapowej części pododdziałów f oraz k sumaryczne średnie zagęszczenie najbardziej pożądaných gatunków grądowych (*F. excelsior*, *A. pseudoplatanus*, *C. betulus*, *U. laevis*, *Q. robur* oraz *A. platanoides*) wynosi 42 729 szt. ha⁻¹ i stanowi prawie 73% całości odnowienia w tych wydzieleniach. Struk-

tura wiekowa oraz gatunkowa nie odbiega w tych wydzieleniach od średniej dla całego rezerwatu. Götmark i współautorzy (2005) oceniają jako naturalne pojawianie się odnowienia gatunków liściastych w drzewostanach z dominacją gatunków iglastych. Potwierdzają to wyniki Zerby (2002), który twierdzi, że w drzewostanach sosnowych na żyznych siedliskach lasowych gatunki o mniejszych wymaganiach troficznych zmniejszają swój udział, ustępując miejsca bardziej wymagającym gatunkom liściastym. Jest to jego zdaniem związane ze wzrostem zawartości składników pokarmowych w organicznych warstwach gleby, co z kolei jest wypadkową naturalnej regeneracji gleby po zaprzestaniu eksploatacji drzewostanu. Z tezą tą zgadza się Czerepko (2004), który twierdzi nawet, że regeneracja warunków w kierunku potencjalnego siedliska następuje prawie równocześnie z chwilą wprowadzenia drzewostanu sosnowego.

Ogólną liczbę młodych drzew i krzewów odnotowanych na powierzchniach badawczych w gniazdach oszacowano średnio na 114 400 szt. ha⁻¹ (wliczając osobniki powyżej 1,3 m wysokości oraz osobniki ogłowione podczas czyszczeń wczesnych w 2011 roku), z czego najwyżej 7900 szt. ha⁻¹ pochodzi z odnowienia sztucznego. Na tak dużą sumaryczną liczebność składa się głównie sosna, stanowiąca ponad 53% ogólnej liczby odnowienia (61 140 szt. ha⁻¹). Dla porównania, udział młodych osobników tego gatunku w części podokapowej wydzieleni f i k nie przekracza 1%. Co więcej – tylko 6% odnowienia naturalnego *P. sylvestris* odnotowanego wewnątrz gniazd przekracza wysokość 0,5 m, co pozwala przypuszczać, że zagęszczenie siewek tego gatunku było niewielkie przed założeniem gniazd. Wyłączając z analiz nalot sosnowy oraz nasadzenia sztuczne, można uznać, że struktura gatunkowa odnowienia naturalnego zbliżona jest do tej w pododdziale d (z części „grądowej”; tab. 4). Rozpatrując jednak rzeczywistą liczebność odnowienia, należy stwierdzić, że zagęszczenie młodych drzew gatunków grądowych w gniazdach jest stosunkowo niewielkie w porównaniu z zagęszczeniem odnowienia w innych częściach drzewostanu (pięciokrotnie mniejsze niż w „grądowej” części pododdziału d oraz dwukrotnie mniejsze niż średnia w podokapowej części drzewostanów pododdziału f oraz k). W gniazdach na uwagę zasługuje brak naturalnego odnowienia dębów: szypułkowego i bezszypułkowego oraz lipy drobnolistnej, których średnie zagęszczenie jest niższe od liczby sadzonek wprowadzonych sztucznie.

Analizując powyższe wyniki, można wnioskować, iż wycięcie fragmentów drzewostanu sosnowego oraz założenie gniazd z odnowieniem sztucznym stworzyło dogodny warunki kiełkowania nasion sosny – gatunku niepożądanego na siedlisku grądu. Założenie gniazd wy-

daje się być nieuzasadnione. Potwierdza to dynamicznie rozwijające się tu odnowienie naturalne gatunków grądowych. Struktura odnowienia w sosnowych fragmentach drzewostanu pozwala przypuszczać, iż regeneracja zbiorowiska w kierunku potencjalnej roślinności właściwej dla grądu może z powodzeniem następować na drodze spontanicznych procesów. Według niektórych autorów istnieje duże prawdopodobieństwo odtworzenia się roślinności potencjalnej bez ingerencji człowieka (np. Keczyński 2007). Może to nastąpić już w drugim pokoleniu lasu, dlatego Karczmarski i Kunz (2010) poddają w wątpliwość wykonywanie jakichkolwiek zabiegów gospodarczych w rezerwach. Według innych autorów roślinność może powrócić do stanu zgodnego z siedliskiem dopiero po wykluczeniu czynników degenerujących (Mąkosa 1991; Czerepko 2004).

Przestrzenne zróżnicowanie roślinności w lasach klimatu umiarkowanego stwarza specyficzny mikroklimat, znacząco wpływający na stan procesu regeneracji (Podlaski 2010). Rezerwat przyrody „Czmoń”, mimo zróżnicowanego stopnia zdegenerowania drzewostanów stwarza ogólnie dobre warunki dla naturalnego odnowienia lasu. Wskazuje na to znaczący udział gatunków grądowych w każdej z warstw lasu. W drzewostanach objętych ochroną różnorodność gatunkowa może być zdecydowanie większa od tej w drzewostanach gospodarczych (Graae, Heskjær 1997). To z kolei może mieć ogromny wpływ na dynamikę odtwarzania się fitocenozy w rezerwacie. Należy również przypuszczać, że brak młodych drzew dębów w warstwie regeneracyjnej jest stanem przejściowym. Po przejściu drzewostanów rezerwatu do fazy terminalnej, poprzez wydzielanie się drzew z górnych warstw drzewostanu, zwiększy się dostęp światła do dna lasu, co z kolei stworzy bardziej dogodne warunki dla wzrostu i rozwoju siewek dębu szypułkowego (Danielewicz, Pawlaczyk 2006; Dobrowolska 2006; Bobiec, Jaszcz 2010).

5. Wnioski

Rezerwat przyrody „Czmoń” jest obiektem, w którym istnieją dogodne warunki do obserwacji spontanicznego procesu regeneracji fitocenozy zdegenerowanych oraz rozwoju fitocenozy zbliżonych do stanu naturalnego. Analiza stanu i struktury odnowienia naturalnego w omawianym rezerwacie pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

– dynamiczne procesy przekształceń we wszystkich zdegenerowanych fitocenozach w rezerwacie przyrody „Czmoń” postępują w kierunku pożądanej grądowej roślinności potencjalnej, a naturalnie zachodzące procesy samoregulacyjne w zdegenerowanych zbiorowiskach leśnych są wystarczające do przebudowy drzewostanów

o składzie gatunkowym niezgodnym z warunkami siedliskowymi,

– przebudowa drzewostanów w rezerwacie jest zbędna, o czym świadczy struktura gatunkowa odnowienia naturalnego, które odnotowano w sztucznie założonych gniazdach w drzewostanach sosnowych, oraz jego liczebność,

– mały udział młodych osobników jesionu wyniosłego w warstwie podrostu wyższego, choć jest to najliczniej odnawiający się gatunek spośród drzew występujących w rezerwacie, występujący we wszystkich warstwach lasu, może wynikać z dużego zagęszczenia odnowienia naturalnego innych gatunków drzew i krzewów, a tym wzmoczonej konkurencji o ograniczone zasoby (przestrzeń i światło),

– ze względu na prowadzoną do niedawna w rezerwacie ekstensywną gospodarkę leśną i utrzymywanie pełnego zwarcia drzewostanu w grądowej części rezerwatu, panujące tu warunki świetlne, wynikające z braku naturalnie powstałych luk, są niekorzystne dla odnowienia naturalnego dębów, choć niewielkie jego zagęszczenie wydaje się być stanem przejściowym.

Literatura

- Balcerkiewicz S. 1991. Wybrane problemy ochrony rezerwatowej na tle degeneracji fitocenozy leśnych w Wielkopolskim Parku Narodowym. *Prądnik. Prace i Materiały Muzeum im. Prof. Władysława Szafera*, 4: 113–123.
- Bernat Z. 1989. Charakterystyka przyrodnicza rezerwatu przyrody „Czmoń”. Maszynopis, Praca magisterska, Katedra Urządzania Lasu SGGW, Warszawa.
- Bobiec A. 2007. The influence of gaps on tree regeneration: A case study of the mixed lime-hornbeam (*Tilio-Carpinetum* Tracz. 1962) communities in the Białowieża primeval forest. *Polish Journal of Ecology*, 55 (3): 441–455.
- Bobiec A., Jaszcz E. 2010. Dąb szypułkowy w Białowieżskim Parku Narodowym: fala naturalnego odnowienia? *Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody*, 29 (2): 63–80.
- Boratyński A., Filipiak M. 1999. Zarys ekologii. w: Klony *Acer campestre* L., *Acer platanoides* L., *Acer pseudo-platanus* L. Instytut Dendrologii PAN, Bogucki Wyd. Nauk., Poznań-Kórnik: 275–327. ISBN 83-88163-11-6.
- Ceitel J. 2006. Lasy dębowe w Polsce. w: Dęby *Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Instytut Dendrologii PAN, Bogucki Wyd. Nauk., Poznań-Kórnik: 114–145. ISBN 83-60247-22-6.
- Chwistek K. 2007. Kierunki i dynamika zmian składu gatunkowego i struktury drzewostanów Ojcowskiego Parku Narodowego w latach 1990–2003. *Prądnik. Prace i Materiały Muzeum im. Prof. Władysława Szafera*, 17: 95–111.
- Czerepko J. 2004. Rola drzewostanu sosnowego w rozwoju fitocenozy na siedlisku lasu grądowego. *Leśne Prace Badawcze*, 4: 77–102.
- Danielewicz W., Pawlaczyk P. 2004a. 9170 Grąd środkowo-europejski i subkontynentalny *Galio-Carpinetum* i *Tilio-*

- Carpinetum*. w: Herlich J. (red.). Lasy i bory. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa. Tom 5: 113–137. ISBN 83-86564-43-1.
- Danielewicz W., Pawlaczyk P. 2004b. 9160 Grąd subatlantycki (*Stellario-Carpinetum*). w: Herlich J. (red.). Lasy i bory. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa. Tom 5: 104–112. ISBN 83-86564-43-1.
- Danielewicz W., Pawlaczyk P. 2006. Rola dębów w strukturze i funkcjonowaniu fitocenozy. w: Dęby *Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Instytut Dendrologii PAN, Bogucki Wyd. Nauk., Poznań-Kórnik: 474–564. ISBN 83-60247-22-6.
- Dobrowolska D. 2006. Oak natural regeneration and conversion processes in mixed Scots pine stands. *Forestry*, 79 (5): 503–513.
- Emborg J. 1998. Understorey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management*, 106: 83–95.
- Emborg J., Christensen M., Heilmann-Clausen J. 1996. The structure of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest and Landscape Research*, 1 (4): 311–333.
- Faliński J.B., Pawlaczyk P. 1993. Zarys ekologii. w: Grab zwyczajny *Carpinus betulus* L. Instytut Dendrologii PAN, Sorus, Poznań: 157–264. ISBN 83-85599-27-4.
- Faliński J.B., Pawlaczyk P. 1995. Zarys ekologii. w: Jesion wyniosły *Fraxinus excelsior* L. Instytut Dendrologii PAN, Sorus, Poznań: 217–306. ISBN 83-85599-87-8.
- Gieruszyński T. 1961. Struktura i dynamika rozwojowa drzewostanów rezerwatu cisowego w Wierzchlesie. *Ochrona Przyrody*, 27: 41–90.
- Götmarmark F., Fridman J., Kempe G., Norden B. 2005. Broad-leaved tree species in conifer-dominated forestry: Regeneration and limitation of saplings in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*, 214: 142–157.
- Graae B.J., Heskjær V.S. 1997. A comparison of understorey vegetation between untouched and managed deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management*, 96: 111–123.
- Harmer R., Boswell R., Robertson M. 2005. Survival and growth of tree seedlings in relation to changes in the ground flora during natural regeneration of an oak shelterwood. *Forestry*, 78 (1): 21–32.
- Jakubowska-Gabara J. 1992. Wpływ gospodarki zrębowej na zbiorowiska leśne rezerwatu Puszcza Mariańska. *Acta Universitatis Lodzianensis*, 9: 3–22.
- Jaszczak R., Magnuski K., Miotke M., Piątkowski S. 2011. Problemy przebudowy lasów w Polsce – zagadnienia ogólne. *Nauka Przyroda Technologie*, 5 (3): #21.
- Karczmarzski J., Kunz Ł. 2010. Budowa i struktura naturalnego drzewostanu bukowego w rezerwacie „Zamkowa Góra” koło Kartuz. *Leśne Prace Badawcze*, 71 (3): 239–248.
- Keczyński A. 2007. Regeneracja gądoży *Tilio-Carpinetum* Tracz. 1962 w następstwie dawnego użytkowania lasu w Białowieżskim Parku Narodowym. *Sylwan*, 1: 58–65.
- Kondracki J. 2002. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa. ISBN 83-01138-97-1.
- Kowalski T., Kraj W. 2012. Badania nad zamieraniem jesionu w drzewostanach Nadleśnictwa Rokita. *Acta Agraria et Silvicultura, Series Silvestris*, 50: 3–22.
- Lisiewska M., Król M. 2007. Macromycetes na tle fitocenozy lasów dębowych rezerwatu „Czmoń” (Centralna Wielkopolska). *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B*, 56: 15–37.
- Löf M., Gemmel P., Nilsson U., Welander N.T. 1998. The influence of site preparation on growth in *Quercus robur* L. seedlings in a southern Sweden clear-cut and shelterwood. *Forest Ecology and Management*, 109: 241–249.
- Lorimer C.G., Chapman J.W., Lambert W.D. 1994. Tall understorey vegetation as a factor in the poor development of oak seedlings beneath mature stands. *Journal of Ecology*, 82: 227–237.
- Łaska G. 1996. Tendencje dynamiczne roślinności Puszczy Knyszyńskiej – kierunki degeneracji i regeneracji fitocenozy leśnych w świetle badań eksperymentalnych. *Przegląd Przyrodniczy*, 7 (3-4): 41–51.
- Mąkosza K. 1991. Charakterystyka ekologiczna form aktualnego stanu żyzności siedlisk leśnych w aspekcie meliorowania degradacyjnego siedlisk zdegradowanych. *Sylwan*, 9: 31–51.
- Mirschel F., Zerbe S., Jansen F. 2011. Driving factors for natural tree rejuvenation in anthropogenic pine (*Pinus sylvestris* L.) forests of NE Germany. *Forest Ecology and Management*, 261: 683–694.
- Miścicki S. 2012. Structure and dynamics of temperate lowland natural forest in the Białowieża National Park, Poland. *Forestry*, 85 (4): 473–483.
- Modrý M., Hubený B., Rejšek K. 2004. Differential response of naturally regenerated European shade tolerant tree species to soil type and light availability. *Forest Ecology and Management*, 188: 185–195.
- Modrzyński J., Robakowski P., Zientarski J. 2006. Zarys ekologii. w: Dęby *Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Instytut Dendrologii PAN, Bogucki Wyd. Nauk., Poznań-Kórnik: 411–474. ISBN 83-60247-22-6.
- Mosandl R., Kleinert A. 1998. Development of oaks (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) emerged from bird-dispersed seeds under old-growth pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. *Forest Ecology and Management*, 106: 35–44.
- Nilsson U., Gemmel P., Löf M., Welander T. 1996. Germination and early growth of sown *Quercus robur* L. in relation to soil preparation, sowing depths and prevention against predation. *New Forests*, 12: 69–86.
- Olaczek R. 1974. Etapy pinetyzacji gądoży. *Phytocoenosis*, 3, 3/4: 201–214.
- Paluch R. 2012. Dolne warstwy dębów (*Quercus robur* L., *Q. petraea* Loebl.) w drzewostanach sosnowych w północno-wschodniej Polsce – występowanie, wzrost, rozwój i gospodarstwo wykorzystanie. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa. Rozprawy i Monografie*, 18: 1–152. ISBN 978-83-62830-09-1.
- Paluch R., Bielak K. 2009. Przebudowa drzewostanów z wykorzystaniem naturalnych procesów sukcesyjnych w Puszczy Białowieżskiej. *Leśne Prace Badawcze*, 70 (4): 339–354.
- Plan ochrony rezerwatu „Czmoń” na lata 2006-2025. 2006. Maszynopis BULiGL, Oddział Poznań.

- Podlaski R. 2010. Diversity of patch structure in Central European forests: are tree diameter distributions in near-natural multilayered *Abies-Fagus* stands heterogeneous? *Ecological Research*, 25: 599–608.
- Saniga M., Balanga M. 2008. Dynamics of tree species composition and characteristics of available space utilization in the natural forest of the National Nature Reserve Hrončokovský Grúň. *Journal of Forest Science*, 54 (11): 497–508.
- Schumacher J., Kehr R., Leonhard S. 2010. Mycological and histological investigations of *Fraxinus excelsior* nursery saplings naturally infected by *Chalara fraxinea*. *Forest Pathology*, 40: 419–429.
- Sowa R., Filipiak E., Andrzejewski H. 1993. Regeneracja grądu jodłowego w rezerwacie „Jamno”. *Acta Universitatis Lodzianensis*, 10: 3–21.
- Szwagrzyk J., Szewczyk J., Maciejewski Z. 2012. Shade-tolerant tree species from temperate forests differ in their competitive abilities: A case study from Roztocze, south-eastern Poland. *Forest Ecology and Management*, 282: 28–35.
- Trampl T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa. ISBN 83-913320-6-3.
- Wiczyńska K., Horodecki P., Jagodziński A.M. 2013. Stand structure and species composition in the ‘Czmoń’ nature reserve. *Nauka Przyroda Technologie*, 7 (4): #69.
- Woś A. 1994. Klimat Niziny Wielkopolskiej. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań. ISBN 83-232-0618-X.
- Woźniak B. 2007. Identyfikacja i ocena stanu zachowania siedlisk grądowych (kod Natura 2000: 9170) w lasach Polski środkowej. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 9 (2/3): 59–69.
- Zasady hodowli lasu. 2012. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa. ISBN 978-83-61633-65-5.
- Zerbe S. 2002. Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantations. *Forest Ecology and Management*, 167: 27–42.
- Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych. Warszawa. ISBN 978-83-61633-62-4.
- Żukowski W., Jackowiak B. 1992. Dokumentacja projektu rezerwatu leśnego „Czmoń”. Maszynopis. Wielkopolski Urząd Wojewódzki, Wydz. Środowiska i Rolnictwa. Poznań.

Wkład autorów

Wszyscy autorzy wnieśli istotny wkład w koncepcję badań, gromadzenie danych, analizę i interpretację wyników oraz opracowanie manuskryptu pracy. P.H. i K.W. zebrali dane terenowe, przygotowali bazę danych oraz wykonali analizy statystyczne, P.H. napisał wstępną wersję pracy, A.M.J. zaplanował badania i zakres publikacji, wniósł krytyczne uwagi do manuskryptu i służył wiedzą wykorzystaną do jego ulepszenia. Wszyscy autorzy przeczytali i zatwierdzili ostateczną wersję manuskryptu.

