

POLSKA AKADEMIA NAUK — ODDZIAŁ W KRAKOWIE
KOMISJA NAUK ROLNICZYCH I LEŚNYCH

ACTA
AGRARIA ET SILVESTRIA

SERIES SILVESTRIS

Vol. XLVIII, 2010

WYDAWNICTWO ODDZIAŁU POLSKIEJ AKADEMII NAUK
KRAKÓW

KOMITET REDAKCYJNY
Władysław Filek, Andrzej Jaworski, Janusz Rząsa,
Jerzy Starzyk, Kazimierz Zarzycki — przewodniczący

REDAKTOR SERII
Andrzej Jaworski

ADRES REDAKCJI
Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
31-425 Kraków, ul. 29 Listopada 46

REDAKTOR TOMU
Krystyna Duszyk

© *Copyright by Authors, Polska Akademia Nauk — Oddział w Krakowie*
Kraków 2010

Polska Akademia Nauk — Oddział w Krakowie
31-018 Kraków, ul. św. Jana 28
tel.: (12) 422-64-34; fax: (12) 422-27-91
Druk i oprawa: FALL, ul. Garczyńskiego 2, 31-524 Kraków

BUDOWA, DYNAMIKA, STRUKTURA I MOŻLIWOŚCI PRODUKCYJNE BORÓW GÓRNOREGŁOWYCH NA PILSKU

Andrzej Jaworski

Maciej Pach

Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu
Uniwersytet Rolniczy
al. 29 Listopada 46
PL 31-425 Kraków
ajaworski@ur.krakow.pl

ABSTRACT

A. Jaworski, M. Pach 2010. *The structure, dynamics and production possibilities of the upper mountain forests at Pilsko*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 48: 3–31.

The purpose of the paper is to report on the structure and the potential production of tree stands in the belt of dense forest in the locality of Pilsko, which were formed as a result of connecting natural processes with various methods of cuttings. In two stands single cutting harvesting was applied, corresponding to single tree selection cutting (Einzelpflenterung in German). In the third stand there was cutting in the form of small gaps which corresponds to mountain selection cutting (Gebirgspflenterung in German). In the control period (1998–2008) the stand volume on two plots, Pilsko 1 and Pilsko 3 increased from 448 to 479 m³/ha and from 237 to 298 m³/ha respectively, however, in Pilsko 2 the stand volume decreased slightly from 401 to 397 m³/ha. The increase in the volume of the stand reached from almost 5 m³/ha in Pilsko 2 to approximately 8 m³/ha per year in the other plots. The stability of the stand is ensured mainly by the presence of trees in the thinnest classes in the lower and medium layer of the stand as well as the continuous process of regeneration. In this context the stand in which cuttings were taken in the past, characteristic of mountain selection, exhibited more beneficial features. All the researched stands exhibited great differences in the age of trees which enabled them to be classified as uneven-aged stands. The age at the breast height diameter of the oldest drilled spruce was 344 years and frequently the encountered specimens of this variety are of the age of 223 and 276 years. The uneven-aged structure of the stands, however, does not simultaneously ensure a complex and stable structure. In order to form, or to maintain, stable upper mountain spruces, which are under partial active protection (outside reservations with total protection) mountain selection cutting, or cutting by a method of group selection, should be recommended. These methods of cuttings ensure the variations within the structure of the stands, which minimises the risk of large-area disintegration.

KEY WORDS: *Picea abies*, upper mountain zone, selection cutting, mountain selection cutting, stand volume, d.b.h. distribution, increment, regeneration

SŁOWA KLUCZOWE: *Picea abies*, reglał górny, rębnia przerębowa, rębnia przerębowa górńska, zasobność, rozkład pierśnic, przyrost, odnowienie

WSTĘP

Drzewostany górnoreglowe w Tatrach i Beskidach są obiektem badań od dziesiętności lat, zarówno w Polsce (Sokołowski 1928, Myczkowski 1964; Puchalski 1961, 1966; Zawada 1973; Sikorska 1975; Zientarski 1976; Szymański 1981a,

1981b; Ceitel i in. 1989; Jaworski i Karczmarski 1995; Karczmarski 1995; HOLEKSA 1998; Modrzyński 2002; HOLEKSA i in. 2008; Jaworski i in. 2008), jak i Słowacji (m.in.: Korpeł 1980; Saniga i Kmet' 1995; Saniga 2002; Kucbel 2003; Saniga 2007; Saniga i Kucbel 2008).

Zagadnieniu struktury i dynamiki borów górnoreglowych zostało poświęcone także specjalne sympozjum (Kraków–Zakopane 25–27.09.1998), którego wyniki opublikowano w Zeszytach Naukowych AR w Krakowie Nr 332.

Szczególnie cenne drzewostany górnoreglowe, lokalnie nawet naturalne, dorównujące babiogórskim, zachowały się na północno-wschodnich zboczach Pilska na wysokości 1180–1390 m n.p.m. (Szymański 1981a). W celu ochrony tych drzewostanów utworzono (w 1971 roku) rezerwat o powierzchni 105,21 ha, który ma status rezerwatu częściowego.

Obecność dość licznych pniaków na obszarze rezerwatu Pilsko wskazują, że były tam prowadzone cięcia. W stosunkowo małym pasie wysokości od około 1200 do 1300 m n.p.m. wyróżnić można fragmenty drzewostanów różniące się zasadniczo między sobą budową i strukturą. Drzewostany te były obiektem badań na założonych w 1998 roku trzech stałych powierzchniach próbnych (Jaworski i in. 2000; Pach i in. 2001).

Głównym celem prezentowanej pracy jest poznanie budowy, struktury i możliwości produkcyjnych drzewostanów w pasie boru zwartego Pilska, które wykształciły się, jak należy sądzić, w wyniku połączenia procesów naturalnych z różnymi sposobami cięć. W dwóch drzewostanach prowadzone było sztuczne użytkowanie, nawiązujące do rębni przerębowej, a w trzecim wykonywano cięcia w formie niewielkich gniazd, co odpowiada rębni przerębowej górskiej (Mayer i Ott 1991; Jaworski 1998). Ostatnie wykonane cięcia sanitarne na tych powierzchniach odnotowano w Planie Urządzenia obowiązującym w latach 1984–1993.

Stan świerczyn w reglu górnym Pilska budził szczególnie zainteresowanie w świetle katastroficznego rozpadu monokultur świerkowych w Beskidzie Żywieckim i Śląskim, które rozpoczęły się w latach 2006/2007, jak również borów górnoreglowych na Babiej Górze i słowackiej części Pilska. Oczekiwano, że pomiary kontrolne po 10 latach dadzą odpowiedź na następujące pytania:

- Czy drzewostany ukształtowane w wyniku naturalnych procesów i jednostkowego przerebywania wykazują takie same zmiany jak drzewostany powstałe w wyniku cięć grupowych, nawiązujących do rębni przerębowej górskiej?
- Jakie są tendencje zmian budowy i struktury borów górnoreglowych, w których zaniechano cięć rębnych?
- Jak kształtują się możliwości produkcyjne badanych drzewostanów, w których stopień ingerencji w wyniku cięć był różny?

METODYKA BADAŃ

Dokładną metodykę badań przedstawiono w pracy Jaworskiego i współautorów (2000). W sierpniu 2008 roku przeprowadzono analogiczne prace terenowe jak w roku 1998, w tym m.in.:

- pełny pomiar pierśnic ($d_{1,3} \geq 6$ cm), wysokości drzew i żywych złomów oraz klasyfikację generacji rozwojowych (Řehák 1964),
- ocenę liczebności odnowienia na trwale wyznaczonych transektach.

Na podstawie wykonanych na powierzchniach próbnych pomiarów grubości i wysokości drzew ($d_{1,3} \geq 8$ cm, drzewa o grubości 6–7,9 cm zaliczono do wyrosniętego podrostu) obliczono zasobność, dorost, ubytek oraz podstawowe parametry rozkładu pierśnic i wysokości. Przeprowadzone pomiary pozwoliły także na określenie przyrostu wzorem:

$$I_V = V_{08} - V_{98} + V_L - V_R \text{ [m}^3\text{/ha/10 lat]},$$

gdzie:

- V_{98} — miąższość na początku okresu kontrolnego w 1998 roku,
- V_{08} — miąższość na końcu okresu kontrolnego w 2008 roku,
- V_L — miąższość drzew, które obumarły (ubytek) w latach 1998–2008,
- V_R — miąższość drzew, które dorosły (przekroczyły próg 8 cm pierśnicy w latach 1998–2008).

Taką samą formułą obliczono przyrost pola powierzchni przekroju pierśniowego I_G .

CHARAKTERYSTYKA SIEDLISKOWA POWIERZCHNI BADAWCZYCH

Badania prowadzono na trzech powierzchniach próbnych zlokalizowanych w pasie boru zwartego około 300 m poniżej szczytu Pilska (1557 m n.p.m.), który znajduje się po stronie słowackiej. Kompleks badanych drzewostanów położony jest na terenie Nadleśnictwa Jeleśnia (RDLP Katowice).

Masyw Pilska posiada cechy klimatu górskiego, charakteryzującego się zwiększoną ilością opadów, mniejszą ciepłotą, wzmożoną insolacją i siłą wiatrów (Romer 1962).

Najważniejsze cechy klimatu rejonu Pilska przedstawia poniższe zestawienie (dane z lat 1954–1963, dla stacji meteorologicznej na Hali Miziowej — 1330 m n.p.m., oddalonej od rezerwatu o około 1 km):

- średnia roczna temperatura — 3°C,
- średnia temperatura stycznia — -5°C,
- średnia temperatura lipca — 11,6°C,
- długość okresu wegetacyjnego (>5°C) — 148 dni,
- roczna suma opadów — 1048 mm,
- suma opadów w okresie wegetacyjnym — 631 mm.

Badane drzewostany położone są w reglu górnym (tab. 1) w pasie wysokości od około 1220 do 1275 m n.p.m.

Tabela 1 — Table 1

Lokalizacja powierzchni badawczych, charakterystyka siedliskowa i stosowana rębnia
Location of the sample plots, site characteristics and cutting methods employed

Powierzchnia — Sample plot	Pilsko 1	Pilsko 2	Pilsko 3
Nadleśnictwo — Forest Inspectorate	Jeleśnia		
Leśnictwo — Forest district	Korbielów		
Oddział, pododdział Compartment, subcompartment	111c	107c	107c
Wielkość — Size [ha]	1/3	0,50	0,50
Ekspozycja — Exposure	NEE	NEE	N
Nachylenie — Slope [°]	11–20	17–26	9–11
Wysokość n.p.m. [m] Altitude above sea level [m]	1220	1240	1275
Forma rębni Form of cutting method	rębnia przerębowa single tree selection cutting		rębnia przerębowa górską mountain selection cutting
Gleba — Soil	bielicowa — podzols		
Zespół leśny — Association	<i>Plagiothecio-Piceetum tatricum</i>		
Siedliskowy typ lasu Site type of the forest	bor wysokogórski high mountain forest		

Pilsko pod względem geologicznym w swej szczytowej partii jest zbudowane z piaskowców magurskich górnego eocenu, które wchodzi w skład płaszczowiny magurskiej (Książkiewicz 1972). W tych warunkach ukształtowały się tu gleby bielice (Mucha i in. 1981).

Wszystkie powierzchnie reprezentują zespół karpackiego boru świerkowego *Plagiothecio-Piceetum tatricum*, co odpowiada siedlisku boru wysokogórskiego.

SPOSOBY POSTĘPOWANIA HODOWLANEGO W BADANYCH DRZEWOSTANACH

Krótką charakterystykę gospodarowania w borach górnoreglowych na Pilsku od XV wieku zawiera wspomniana wyżej publikacja Jaworskiego i in. (2000).

Autorzy w 1998 roku stwierdzili na powierzchniach Pilsko 1 i Pilsko 2 liczne, pojedyncze pniaki wskazujące na posztuczne cięcia, natomiast na powierzchni Pilsko 3 — pniaki rozmieszczone w formie grup (po 3–4/5–7), co świadczy, że wykonywane były cięcia grupowe w formie małych gniazd. Można zatem przyjąć, że w świerczynach objętych od 1971 roku ochroną, w latach 1950–1970 (1990) prowadzono cięcia. Na powierzchniach Pilsko 1 i Pilsko 2 miały one

charakter cięć jednostkowych, polegających na usuwaniu drzew grubych i najgrubszych, a więc dojrzałych do wyrębu (najstarsze drzewa wykazujące osłabienie przyrostu usuwano w ramach cięć sanitarnych, uznając je za drzewa o osłabionej żywotności), natomiast na pow. Pilsko 3 prowadzono cięcia grupowe połączone z uzupełnieniem odnowień naturalnych — dosadzaniem świerka.

Autorzy są świadomi, że cięcia te odbiegały znacznie od postępowania charakterystycznego dla rębni ciągłej (Pilsko 1 i 2). Podobne postępowanie prowadzone jest w innych beskidzkich świerczynach górnoreglowych objętych ochroną częściową. Należy dodać, że takie postępowanie (rębnia przerebowe) zalecały stosować „Zasady hodowli lasu” z 1979 i 1988 roku. Cięcia grupowe (Pilsko 3) były prawdopodobnie reakcją na trudności związane z uzyskaniem lub utrzymaniem odnowienia w niekorzystnych warunkach oświetlenia powstających w wyniku cięć jednostkowych. Ponieważ cięcia grupowe stosowano w świerczynach wyjątkowo, autorzy uznali, że ocena efektów takiego postępowania zasługuje na dokładniejszą analizę.

WYNIKI BADAŃ

Zasobność, powierzchnia przekroju pierśnicowego, liczba drzew

W okresie kontrolnym (lata 1998–2008) zasobność drzewostanów na dwu powierzchniach Pilsko 1 oraz Pilsko 3 zwiększyła się odpowiednio: z 448 do 479 m³/ha i 237 do 298 m³/ha, a na powierzchni Pilsko 2 nieznacznie się zmniejszyła (z 401 do 397 m³/ha) (por. tab. 2).

Pole powierzchni przekroju pierśnicowego zwiększyło się w okresie 10 lat tylko w drzewostanie Pilsko 3 o 3,87 m²/ha, a na obu pozostałych powierzchniach Pilsko 1 i Pilsko 2 zmalało odpowiednio o 0,65 i 2,02 m²/ha.

Ogólna liczba drzew zmalała na wszystkich powierzchniach (tab. 2).

Ubytek, dorost i przyrost

Ubytek świerków na badanych powierzchniach wynosił: Pilsko 1 — 30 szt./ha, Pilsko 2 — 44 szt./ha i Pilsko 3 — 60 szt./ha. Największy ubytek pod względem miąższości nastąpił na powierzchni Pilsko 2 (53,42 m³/ha/10 lat), a najmniejszy — w drzewostanie Pilsko 3 (17,69 m³/ha/10 lat) (tab. 2).

W okresie kontrolnym dorost najliczniej wystąpił w drzewostanie Pilsko 3, natomiast na obu pozostałych powierzchniach był nieznaczny (tab. 2).

Miąższość dorostu na powierzchni Pilsko 3 wyniosła niewiele ponad 1,0 m³/ha/10 lat, a na pozostałych powierzchniach nie przekroczyła nawet 0,1 m³/ha/10 lat (tab. 2).

Przyrost miąższości osiągnął wielkość od około 5 m³/ha/rok (Pilsko 2) do prawie 8 m³/ha/rok na pozostałych powierzchniach (tab. 2).

Liczba drzew (N), pole powierzchni przekroju pierśnicowego (G), zasobność (V) i przyrost pola powierzchni przekroju pierśnicowego oraz miąższości w okresie 10 lat

Number of trees (N), basal area (G), volume (V) and increment of basal area and volume during a 10-year period

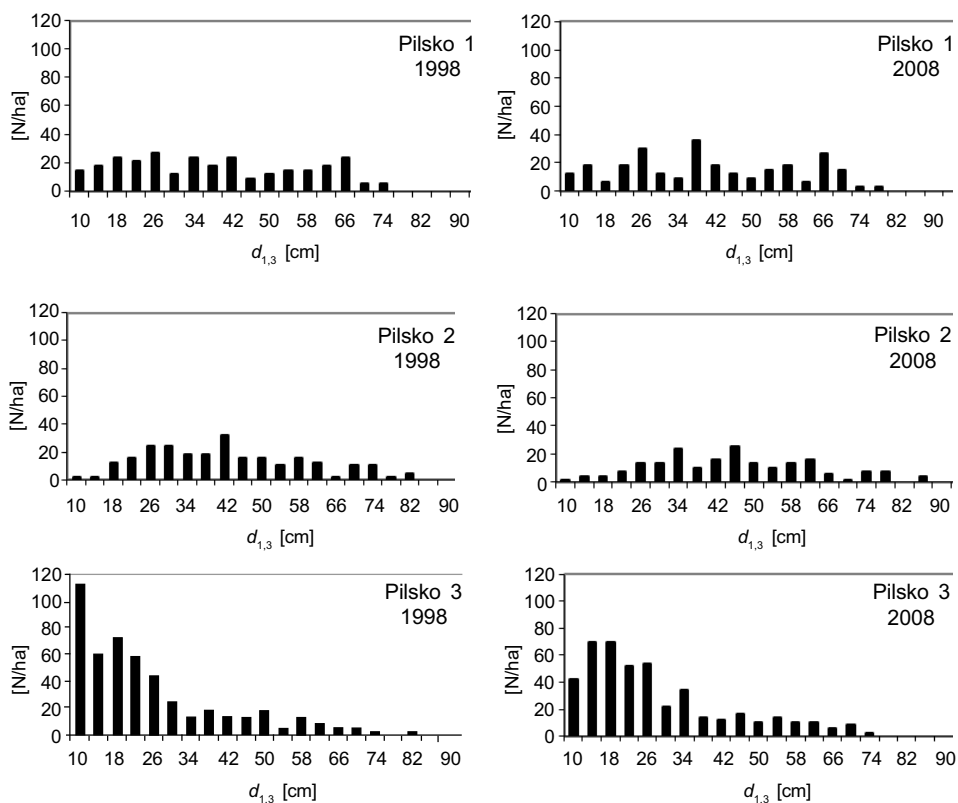
Gatunek Species	1998			2008			Ubytek Loss			Dorost Recruitment			Przyrost Increment 1998-2008	
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	I _G	I _V
	[szt./ha] [no./ha]	[m ² /ha]	[m ³ /ha]	[szt./ha] [no./ha]	[m ² /ha]	[m ³ /ha]	[szt./ha] [no./ha]	[m ² /ha]	[m ³ /ha]	[szt./ha] [no./ha]	[m ² /ha]	[m ³ /ha]	[m ² /ha]	[m ³ /ha/ 10 lat] [m ³ /ha/ 10 year]
Pilsko 1														
<i>Picea abies</i>	291	42,83	448,24	267	42,18	479,40	30	4,65	48,87	6	0,04	0,08	3,96	79,95
Pilsko 2														
<i>Picea abies</i>	246	39,40	401,07	204	37,38	397,12	44	5,34	53,42	2	0,02	0,04	3,30	49,43
Pilsko 3														
<i>Picea abies</i>	474	30,85	236,17	444	34,79	297,17	60	2,58	17,35	30	0,27	1,06	6,25	77,29
<i>Sorbus aucuparia</i>	4	0,17	0,96	2	0,10	0,74	2	0,07	0,34	0	0,00	0,00	0,00	0,12
Razem Total	478	31,02	237,13	446	34,89	297,91	62	2,65	17,69	30	0,27	1,06	6,25	77,41

Rozkład pierśnic

Średnie pierśnice świerków na wszystkich powierzchniach wzrosły o 2–4 cm, odchylenie standardowe nie uległo zasadniczym zmianom, współczynnik zmienności zmniejszył się, ale bardzo nieznacznie (tab. 3).

Na powierzchniach Pilsko 1 i Pilsko 2 rozstęp pierśnic zwiększył się, natomiast Pilsko 3 — zmniejszył (ryc. 1, tab. 3). Na powierzchni Pilsko 3 zwraca uwagę bardzo wyraźne zmniejszenie liczby drzew w grupie o najniższym stopniu grubości (ryc. 1).

W okresie kontrolnym typy rozkładu pierśnic Pearsona nie uległy zmianom (tab. 3).



Ryc. 1. Struktura pierśnic świerka w badanych drzewostanach
Fig. 1. Distribution of the spruce d.b.h. in the researched stands

Tabela 3 — Table 3

Charakterystyka rozkładu pierśnic świerka ($d_{1,3} \geq 8$ cm) w latach 1998 i 2008
 Characteristics of spruce d.b.h. distribution ($d_{1,3} \geq 8$ cm) in 1998 and 2008

Powierzchnia Sample plot	Liczebność prób* [szt.] Sample size [no.]		Pierśnica — Breast height diameter [cm]			Odchylenie standardowe Standard deviation		Współczynniki — Coefficient of				Parametry parameters		Typ rozkładu Pearsona		
	1998	2008	min.	max.	średnia average	1998	2008	zmienności variation	asymetrii skewness	ekscesu excess	β_1 beta 1	β_2 beta 2	1998	2008	Type of Pearson's distribution	
Pilsko 1	94	86	9,0	92,0	39,4	19,0	18,3	0,48	0,44	0,29	0,07	-0,85	0,18	2,15	1,89	1
	112	92	10,5	82,0	45,5	16,5	15,7	0,39	0,36	0,43	0,23	-0,46	0,18	2,54	2,54	1
Pilsko 2	121	177	8,0	81,0	41,9	15,5	15,7	0,62	0,54	1,21	0,96	0,63	0,93	3,63	3,08	1(0)
	201	177	8,0	71,0	28,9	15,5	15,7	0,62	0,54	1,21	0,96	0,63	0,93	3,63	3,08	1(0)
Pilsko 3	201	177	8,0	81,0	28,9	15,5	15,7	0,62	0,54	1,21	0,96	0,63	0,93	3,63	3,08	1(0)
	201	177	8,0	81,0	28,9	15,5	15,7	0,62	0,54	1,21	0,96	0,63	0,93	3,63	3,08	1(0)

* Bez drzew złamanych — Ignoring broken trees.

Test Kołmogorowa-Smirnowa wykazał, że rozkłady pierśnic między badanymi powierzchniami zarówno w 1998, jak i 2008 roku różniły się tylko w przypadku powierzchni Pilsko 1 i Pilsko 3 oraz Pilsko 2 i Pilsko 3. Test ten wykazał również, że na powierzchniach Pilsko 1 i Pilsko 2 rozkłady pierśnic z 1998 roku i 2008 roku nie różniły się. Różnice takie stwierdzono natomiast w przypadku powierzchni Pilsko 3 (tab. 4).

Tabela 4 — Table 4

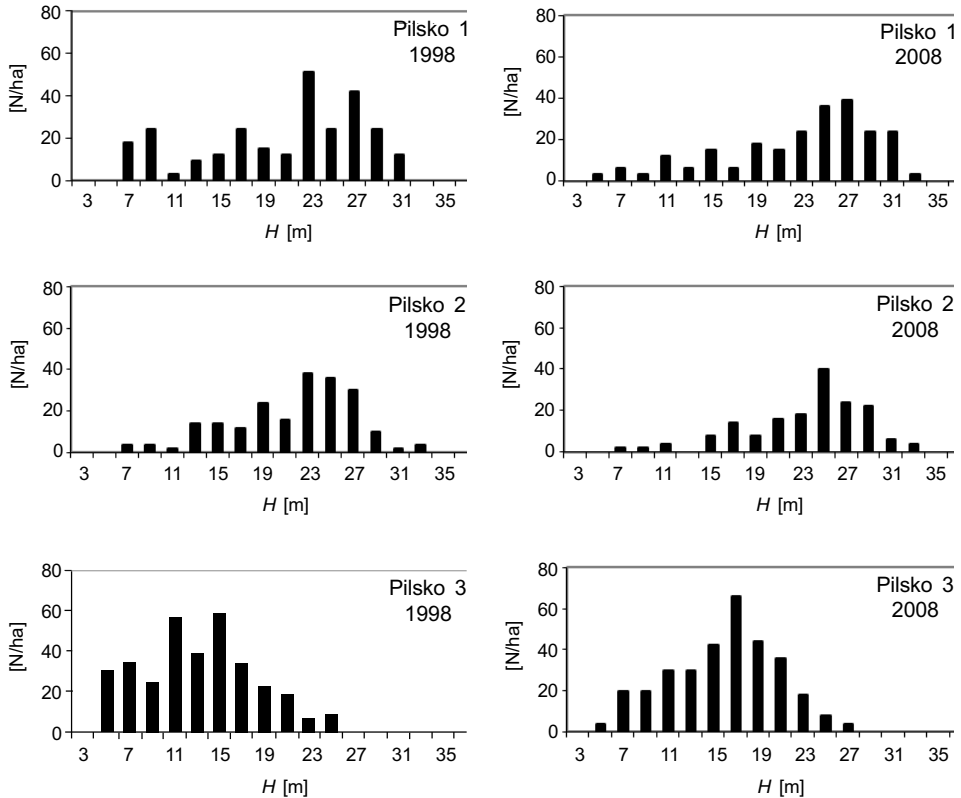
Porównanie rozkładów pierśnic badanych drzewostanów testem Kołmogorowa-Smirnowa ($\alpha = 0,05$)
Comparison of the d.b.h. distributions of the researched stands using the Kolmogorov-Smirnov test ($\alpha = 0.05$)

Porównywane rozkłady pierśnic Compared d.b.h. distributions	Wartość krytyczna testu $D_{kryt.}$ Critical value of the test $D_{crit.}$	Wartość obliczona $D_{obl.}$ Calculated value $D_{cal.}$	Decyzja* Decision*
Pilsko 1 — Pilsko 2 (1998)	0,1954	0,1413	brak różnic no differences
Pilsko 1 — Pilsko 3 (1998)	0,1784	0,3833	są różnice differences exist
Pilsko 2 — Pilsko 3 (1998)	0,1700	0,5024	są różnice differences exist
Pilsko 1 — Pilsko 2 (2008)	0,1962	0,1169	brak różnic no differences
Pilsko 1 — Pilsko 3 (2008)	0,1811	0,3415	są różnice differences exist
Pilsko 2 — Pilsko 3 (2008)	0,1738	0,4628	są różnice differences exist
Pilsko 1 (1998) Pilsko 1 (2008)	0,2016	0,0109	brak różnic no differences
Pilsko 2 (1998) Pilsko 2 (2008)	0,1895	0,1262	brak różnic no differences
Pilsko 3 (1998) Pilsko 3 (2008)	0,1455	0,2404	są różnice differences exist

* Różnice występują kiedy $D_{obl.} > D_{kryt.}$ — Differences occur only when $D_{cal.} > D_{crit.}$

Struktura wysokości, krzywe wysokości i budowa pionowa

Na wszystkich powierzchniach średnie wysokości zwiększyły się, odchylenie standardowe utrzymało zbliżone wartości. Rozstęp wysokości zwiększył się na wszystkich powierzchniach, przy czym w drzewostanach Pilsko 2 i 3 nieznacznie (tab. 5). Typy rozkładu wysokości na wszystkich powierzchniach w okresie kontrolnym nie uległy zmianom (ryc. 2, tab. 5).



Ryc. 2. Struktura wysokości świerka w badanych drzewostanach
Fig. 2. Distribution of the spruce height in the researched stands

Porównanie rozkładów wysokości drzew testem Kołmogorowa-Smirnowa dało takie same wyniki jak w wypadku rozkładu pierśnic. Rozkłady wysokości z 1998 i 2008 roku na powierzchniach Pilsko 1 i Pilsko 2 nie różniły się, różnicę stwierdzono w wypadku powierzchni Pilsko 3.

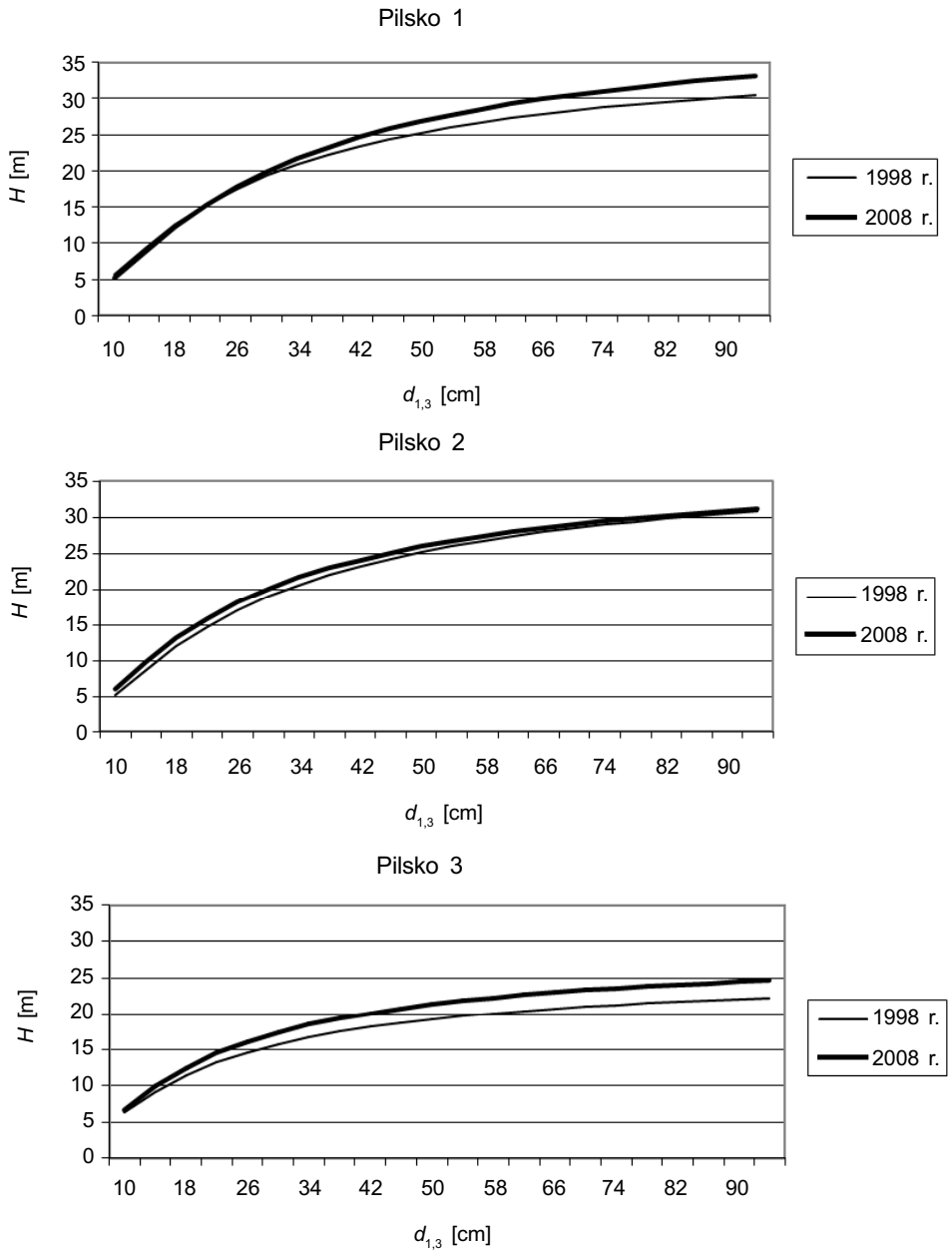
Krzywe wyrównane wysokości badanych drzewostanów z 2008 roku położone są nieco ponad krzywymi z 1998 roku (ryc. 3).

Tabela 5 — Table 5

Charakterystyka rozkładu wysokości świerka ($d_{1,3} \geq 8$ cm) w latach 1998 i 2008
 Characteristics of spruce height distribution ($d_{1,3} \geq 8$ cm) in 1998 and 2008

Powierzchnia Sample plot	Liczebność prób* [szt.] Sample size [no.]		Wysokość — Breast height diameter [m]				Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynniki — Coefficient of				Parametry parameters		Typ rozkładu Pearsona Type of Pearson's distribution			
	1998	2008	min.	max.	średnia average	zmienności variation		asymetrii skewness	ekscesu excess	β_1 beta 1	β_2 beta 2	1998	2008				
Piłsko 1	90	81	6,2	31,5	20,5	7,1	0,35	1998	0,31	2008	0,29	0,35	1998	2008	1(0)	1998	2008
			4,3	32,8	22,6	7,0	0,35	1998	0,31	2008	0,29	0,35	1998	2008	1(0)	1998	2008
Piłsko 2	105	85	6,9	32,4	23,5	5,5	0,25	1998	0,23	2008	0,29	0,35	1998	2008	1	1998	2008
			7,8	33,5	27,0	5,3	0,25	1998	0,23	2008	0,29	0,35	1998	2008	1	1998	2008
Piłsko 3	192	171	3,5	25,4	12,4	4,9	0,40	1998	0,31	2008	0,13	0,13	1998	2008	1	1998	2008
			4,9	27,0	15,6	4,9	0,40	1998	0,31	2008	0,13	0,13	1998	2008	1	1998	2008

* Bez złomów i drzew, u których nie dano się pomierzyć wysokości, np. silnie pochyłych — Ignoring broken trees and trees whose height could not be measured, eg severely bent.



Na obserwowanych powierzchniach, w związku ze znacznym zmniejszeniem liczby drzew, zmniejszyła się też ich liczba w poszczególnych warstwach drzewostanu (tab. 6).

Na powierzchni Pilsko 1 udział drzew w warstwie górnej i środkowej zwiększył się nieznacznie, a w dolnej — zmalał. W drzewostanie Pilsko 2 udział świerków w warstwie górnej wzrósł, a środkowej i dolnej zmalał. Na powierzchni Pilsko 3 zwiększył się udział świerków w warstwie górnej dość wyraźnie, a w pozostałych — zmalał (tab. 6).

Generacje rozwojowe i wiek

Na wszystkich powierzchniach w okresie kontrolnym zmalała liczba i udział drzew generacji dożywania (A) oraz dorastania (C), natomiast zmalała liczba a wzrósł udział drzew optymalnego wzrostu (B) (tab. 7). W 2008 roku na wszystkich powierzchniach wyodrębniono klasę przejściową C_1/B (według klasyfikacji Rehaka 1964).

Struktura generacji drzew (udział generacji drzew) różnicuje wyraźnie badane drzewostany. W drzewostanie Pilsko 1 na początku okresu kontrolnego największy udział wykazały drzewa generacji dorastania (nieco ponad 46%), a następnie drzewa generacji optymalnego wzrostu, udział drzew generacji dożywania był znacznie mniejszy. Po 10 latach na analizowanej powierzchni nieco większy udział miały drzewa generacji optymalnego wzrostu niż dorastania. Udział drzew generacji dożywania zmniejszył się także nieznacznie. Na powierzchni Pilsko 2, zarówno w 1998, jak i w 2008 roku, przeważały drzewa generacji optymalnego wzrostu, których udział w ciągu 10 lat zwiększył się. Udział drzew generacji C w ciągu 10 lat uległ wyraźnemu zmniejszeniu, a generacji dożywania nieznacznemu zmniejszeniu (tab. 7).

Na powierzchni Pilsko 3 dominowały drzewa generacji dorastania, a ich udział w ciągu 10 lat zmniejszył się nieznacznie, ale zawsze przekraczał 75% ogólnej liczby drzew. Drzewa generacji dożywania występowały sporadycznie, a udział drzew generacji optymalnego wzrostu nie przekroczył 20% (tab. 7).

Dane zawarte w tabeli 8, ze względu na małą liczbę nawierconych świerków, nie oddają w pełni struktury wieku, pozwalają jednak określić w przybliżeniu jego zróżnicowanie. Na powierzchni Pilsko 1 świerki generacji dorastania osiągnęły w 2008 r. wiek od około 60 do ponad 150 lat, a generacji dożywania od około 260 do prawie 280 lat. W drzewostanie Pilsko 2 drzewa generacji dorastania osiągnęły (w 2008 roku) wiek od około 105 do około 145 lat, optymalnego wzrostu od około 100 do około 125 lat, a dożywania — od 145 do około 344 lat. W drzewostanie Pilsko 3 wiek świerków generacji dorastania wynosił (w 2008 roku) od 45 lat do około 90 lat, a dożywania — do ponad 170 lat (tab. 8).

Tabela 6 — Table 6

Udział drzew w wyróżnionych warstwach drzewostanu (według IUFRO) w latach 1998 i 2008
Participation of trees in the selected layers of the stand according to IUFRO in 1998 and 2008

Warstwa IUFRO Layer IUFRO	Piłsko 1				Piłsko 2				Piłsko 3			
	[szt./ha] [no./ha]		[%]		[szt./ha] [no./ha]		[%]		[szt./ha] [no./ha]		[%]	
	1998	2008	1998	2008	1998	2008	1998	2008	1998	2008	1998	2008
100	171	162	58,8	60,7	142	132	57,8	64,7	84	122	17,6	27,4
200	78	75	26,8	28,1	96	66	39,0	32,4	254	224	53,1	50,2
300	42	30	14,4	11,2	8	6	3,2	2,9	140	100	29,3	22,4
Razem — Total	291	267	100,0	100,0	246	204	100,0	100,0	478	446	100,0	100,0

Tabela 7 — Table 7

Kategorie drzew według klasyfikacji Řehaka (lata 1998 i 2008)
Categories of trees according to the Řehak classification in 1998 and 2008

Powierzchnia Sample plot	Generacje rozwojowe drzew — Generations of trees																	
	A — dożywania A — of old age			B — optymalnego wzrostu B — of optimum growth			C — dorastania C — of growing op			C1/B			Razem — Total					
	[szt./ha] [no./ha]	[%]		[szt./ha] [no./ha]	[%]		[szt./ha] [no./ha]	[%]		[szt./ha] [no./ha]	[%]		[szt./ha] [no./ha]	[%]				
Piłsko 1	36	27	12,4	10,1	120	117	41,2	43,8	135	111	46,4	41,6	12	4,5	291	267	100	100
Piłsko 2	30	20	12,2	9,8	116	108	47,2	52,9	100	72	40,6	35,3	4	2,0	246	204	100	100
Piłsko 3	22	18	4,7	4,1	82	80	17,3	18,0	370	334	78,0	75,2	12	2,7	474	444	100	100

Tabela 8 — Table 8

Kategorie i wiek odziomkowy świerków w badanych drzewostanach w latach 1998 i 2008
 Categories and basal age of spruces in the researched stands in 1998 and 2008

Numer drzewa Tree number	Kategorie drzew Tree category		Wiek [lata] Age [years]		Pierśnica D.b.h. [cm]		Wysokość Height [m]	
	1998	2008	1998	2008	1998	2008	1998	2008
Pilsko 1								
11	C1	C1	49	59	32,5	36,5	22,3	25,5
36	C1	C1	67	77	19,0	21,0	15,5	18,4
45	C2	C2	58	68	19,5	22,5	12,3	15,8
35	C2	C2	88	98	23,0	24,0	15,2	16,2
45	C2	C2	141	151	19,5	22,5	12,3	15,8
18	B1	B2	266	276	49,0	53,5	23,0	25,3
12	A1	A1	266	276	63,5	68,0	28,5	31,1
3	A2	ubytek loss	248	258	92,0	94,0	30,0	—
26	A2	A2	266	276	68,5	70,5	29,8	31,3
Pilsko 2								
76	C1	ubytek loss	93	—	26,0	28,0	18,7	—
50	C1	C1	94	104	24,5	28,0	17,2	19,0
56	C1	C1/B	135	145	34,0	38,0	20,4	22,5
59	C2	C1	107	117	29,5	31,5	19,4	21,8
51	C2	C2	118	128	18,5	20,0	14,0	15,0
72	C2	ubytek loss	121	—	21,0	22,0	15,2	—
120	B2	B2	92	102	48,5	52,5	24,3	26,5
94	B2	B2	93	103	43,0	45,0	19,8	22,0
78	B2	B2	114	124	51,0	54,0	26,0	27,5
71	B2	ubytek loss	119	—	43,0	45,5	22,4	—
89	A1	A1	334*	344	72,0	76,5	27,8	28,8
53	A2	A2	135	145	68,5	70,5	26,7	27,5
49	A2	A2	213	223	82,0	84,0	29,4	29,8

Tabela 8 cd. — Table 8 cont.

Numer drzewa Tree number	Kategorie drzew Tree category		Wiek [lata] Age [years]		Pierśnica D.b.h. [cm]		Wysokość Height [m]	
	1998	2008	1998	2008	1998	2008	1998	2008
Pilsko 3								
129	C1	C1	41	51	25,0	28,5	15,5	14,2 (złom scrap)
59	C1	C1	42	52	19,0	23,5	14,0	17,3
197	C1	C1	44	54	28,0	32,0	15,7	20,0
204	C1	C1	48	58	21,0	24,0	14,8	17,6
54	C1	C1	49	59	26,5	24,5	14,2	18,8
155	C2	C1	35	45	22,5	28,5	10,7	15,0
128	C2	C3	52	62	15,5	16,5	10,8	12,5
70	C2	C3	58	68	14,5	16,0	11,1	6,4 (złom scrap)
126	C2	C1	77	87	28,5	31,5	14,6	13,3 (złom scrap)
185	C3	C2	38	48	15,5	18,5	8,6	13,5
201	A2	A2	123	133	62,5	64,5	21,4	22,8
200	A2	A2	162	172	64,5	67,0	23,5	24,2
205	A3	posusz stojący dry standing	287	—	60,0	61,5	19,5	—

* Wiek pierśnicowy — Age at d.b.h.

Mięszczość posuszu leżącego i stojącego (nekromasa)

Prowadzone w latach 1950–90 cięcia posztuczne i usuwanie drzew obumarłych zmniejszyły zapewne ilość nekromasy jaka wystąpiła w badanych drzewostanach. Dlatego pomierzona mięszczość leżaniny i obumarłych drzew stojących nie oddaje w pełni potencjalnej nekromasy, charakterystycznej dla naturalnych borów górnoeregłowych. Na powierzchniach Pilsko 1 i Pilsko 3 mięszczość posuszu stojącego była większa od leżaniny odpowiednio: ponad dwukrotnie i po-

Tabela 9 — Table 9
 Miąższość leżaniny, posuszu stojącego oraz zasobność drzewostanów (drzew żywych) w 2008 roku
 Volume of lying and standing dead wood and stand volume (living trees) in 2008

Gatunek Species	Leżanina Lying dead-wood (V_L)		Posusz stojący Dead standing trees (V_p)		Ogółem nekromasa Total necromass ($V_L + V_p$)		Zasobność Volume (V)		Stosunek nekromasy ($V_L + V_p = 1$) do zasobności (V) ($V_L + V_p$) : V Ratio of necromass to stand volume ($V_L + V_p$) : V
	[m ³ /ha]	[%]	[m ³ /ha]	[%]	[m ³ /ha]	[%]	[m ³ /ha]	[%]	
Pilsko 1									
<i>Picea abies</i>	18,66	100,00	44,04	100,00	62,70	100,00	479,40	100,00	1:7,7
Pilsko 2									
<i>Picea abies</i>	109,31	100,00	51,70	100,00	161,01	100,00	397,12	100,00	1:2,5
Pilsko 3									
<i>Picea abies</i>	10,53	99,62	32,23	98,96	42,76	99,12	297,17	99,75	1:7
<i>Sorbus aucuparia</i>	0,04	0,38	0,34	1,04	0,38	0,88	0,74	0,25	1:2
Razem — Total	10,57	100,00	32,57	100,00	43,14	100,00	297,91	100,00	1:6,9

Liczebność oraz udział nalołu w badanych drzewostanach w latach 1998 i 2008
 Number and percentage of natural regeneration in the researched stands in 1998 and 2008

Gatunek Species	Jednolatki — 1-year old seedlings		< 50 cm				Razem — Total					
	[szt./ha] [no./ha]	[%]	[szt./ha] [no./ha]	[%]	[szt./ha] [no./ha]	[%]	[szt./ha] [no./ha]	[%]				
	1998	2008	1998	2008	1998	2008	1998	2008				
Pilsko 1												
<i>Picea abies</i>	2456	94 474	14,1	98,8	14 734	877	84,4	0,9	17 190	95 351	98,5	99,7
<i>Sorbus aucuparia</i>	0	0	0,0	0,0	263	263	1,5	0,3	263	263	1,5	0,3
Razem — Total	2456	94 474	14,1	98,8	14 997	1 140	85,9	1,2	17 453	95 614	100,0	100,0
Pilsko 2												
<i>Picea abies</i>	3944	77 113	44,8	86,9	4 718	11 127	53,6	12,5	8 662	88 240	98,4	99,4
<i>Sorbus aucuparia</i>	0	0	0,0	0,0	141	493	1,6	0,6	141	493	1,6	0,6
Razem — Total	3944	77 113	44,8	86,9	4 859	11 620	55,2	13,1	8 803	88 733	100,0	100,0
Pilsko 3												
<i>Picea abies</i>	1714	173 000	14,1	94,6	10 071	286	82,9	0,2	11 785	173 286	97,0	94,8
<i>Sorbus aucuparia</i>	0	7 000	0,0	3,8	357	2 572	3,0	1,4	357	9 572	3,0	5,2
<i>Fagus sylvatica</i>	0	0	0,0	0,0	0	71	0,0	0,0	0	71	0,0	0,0
Razem — Total	1714	180 000	14,1	98,4	10 428	2 929	85,9	1,6	12 142	182 929	100,0	100,0

Tabela 11 — Table 11

Liczebność oraz udział podrostu w badanych drzewostanach w latach 1998 i 2008
 Number and percentage of underwood in the researched stands in 1998 and 2008

Gatunek Species	Podrost młodszy Young underwood				Podrost starszy Older underwood						Razem — Total						
	wysokość (<i>h</i>) = 51–130 height (<i>h</i>) = 51–130 cm		h > 130 cm (<i>d</i> _{1,3} ≤ 3,9 cm)		<i>d</i> _{1,3} = 4– 5,9 cm												
	[szt./ha] [no./ha]	[%]	[szt./ha] [no./ha]	[%]	[szt./ha] [no./ha]	[%]	[szt./ha] [no./ha]	[%]	[szt./ha] [no./ha]	[%]	[szt./ha] [no./ha]	[%]					
	1998	2008	1998	2008	1998	2008	1998	2008	1998	2008	1998	2008					
Piłsko 1																	
<i>Picea abies</i>	298	632	6,0	94,8	175	0	3,5	0,0	0,0	175	17	3,5	2,6	648	649	13,2	97,4
<i>Sorbus aucuparia</i>	4088	0	83,0	0	175	17	3,5	2,6	2,6	17	0	0,4	0,0	4280	17	86,8	2,6
Razem — Total	4386	632	89,0	94,8	350	17	7,0	2,6	2,6	192	17	3,9	2,6	4928	666	100,0	100,0
Piłsko 2																	
<i>Picea abies</i>	577	113	22,6	22,9	239	14	9,4	2,8	2,8	56	0	2,2	0,0	872	127	34,2	25,7
<i>Sorbus aucuparia</i>	1549	338	60,7	68,6	127	28	5,0	5,7	5,7	0	0	0,0	0,0	1676	366	65,8	74,3
Razem — Total	2126	451	83,3	91,5	366	42	14,4	8,5	8,5	56	0	2,2	0,0	2548	493	100,0	100,0
Piłsko 3																	
<i>Picea abies</i>	100	29	18,3	10,6	171	58	31,3	21,2	21,2	114	29	20,8	10,6	385	116	79,4	42,3
<i>Sorbus aucuparia</i>	100	129	18,3	47,0	0	29	0	10,6	10,6	0	0	0	0	100	158	20,6	57,7
Razem — Total	200	158	36,6	57,6	171	87	31,3	31,8	31,8	114	29	20,8	10,6	485	274	100,0	100,0

nad trzykrotnie. W drzewostanie Pilsko 2 miąższość leżaniny przewyższała miąższość posuszu stojącego ponad dwukrotnie (tab. 9).

Stosunek nekromasy do miąższości drzewostanu największą wartość osiągnął na powierzchni Pilsko 2, a znacznie mniejszy był na obu pozostałych powierzchniach (tab. 9).

Odnowienie

W 1998 roku nalot świerka (bez jednolatek) o wysokości do 50 cm najliczniej (około 14,7 tys. szt./ha) występował na powierzchni Pilsko 1. Na powierzchniach Pilsko 2 i Pilsko 3 było go mniej (odpowiednio: około 4,7 tys. szt./ha i około 10 tys. szt./ha). Po 10 latach najwięcej nalotu świerka stwierdzono na powierzchni Pilsko 2 (około 11,1 tys. szt./ha). W drzewostanach Pilsko 1 i Pilsko 3 było go mniej, odpowiednio około 900 szt./ha i około 300 szt./ha (tab. 10).

Nalot jarzębiny w 1998 roku spotykany był rzadziej, natomiast w 2008 roku — liczniej (za wyjątkiem Pilska 1), szczególnie na powierzchni Pilsko 3 (tab. 10).

W okresie 10 lat liczba podrostu świerka młodszego i starszego razem nie uległa zmianie na powierzchni Pilsko 1, na obu pozostałych zmniejszyła się znacznie (tab. 11).

Na powierzchniach Pilsko 1 i 2 podrost młodszy i starszy jarzębiny łącznie w 1998 roku był znacznie liczniejszy niż świerka — dominował w tej warstwie, natomiast na powierzchni Pilsko 3 był mniej liczny (tab. 10). Po 10 latach liczebność podrostu jarzębiny znacznie zmalała na powierzchniach Pilsko 1 i 2, a wzrosła nieznacznie na Pilsko 3. Pod względem liczebności świerk dominował nad jarzębiną na powierzchni Pilsko 1, ustępował na powierzchniach Pilsko 2 i 3 (tab. 11).

Podrost wyrosnięty na powierzchniach Pilsko 1 i 2 występował sporadycznie, a na Pilsko 3 był liczniejszy, mimo to bardzo mały (tab. 12).

Tabela 12 — Table 12

Liczebność podrostu wyrosniętego świerka ($d_{1,3} = 6,0-7,9$ cm)
Number of spruce advanced underwood ($d_{1,3} = 6.0-7.9$ cm)

Powierzchnia Sample plot	1998	2008
	[szt./ha] — [no./ha]	
<i>Picea abies</i>		
Pilsko 1	6	6
Pilsko 2	0	6
Pilsko 3	63	54

DYSKUSJA

W Tatrach i na Babiej Górze bory świerkowe regła górnego ze względu na ich naturalny lub pierwotny charakter objęte są ochroną ścisłą. Wyjątkowo w Beskidach: Żywieckim, Śląskim i Sądeckim świerczyny takie są lasami zagospodarowanymi, w których dominują jednak funkcje ochronne. W pasie boru zwartego świerczyny, mimo kilkugeneracyjnej struktury wieku, wykształcają w najdłuższej trwającej w całym cyklu rozwojowym drzewostanu fazie optymalnej budowę jednopiętrową (Korpeł 1989). Pralasy świerkowe o takiej budowie mogą być jednak dotknięte przed fazą odnowienia katastroficznymi zaburzeniami, powodującymi rozpad drzewostanów na dużych powierzchniach w postaci wiatrowałów i wiatrołomów (Bzowski i Dziewolski 1973; Myczkowski 1977; Korpeł 1989; Holeksa 1998) i przestają one pełnić wówczas funkcje ochronne.

W strefie regła górnego w pasie boru zwartego spotyka się też fragmenty o budowie bliskiej lasom przerębowym (Korpeł 1989; Mayer i Ott 1991, Jaworski i in. 2008), które trwale pełnią funkcje ochronne. W okresie poprzedzającym utworzenie rezerwatu na Pilsku (w 1971 roku) przyjęte w Polsce „Zasady hodowli lasu” zalecały stosowanie w borach górnoreglowych rębnię ciągłą. Okazało się jednak, że cięcia takie nie zapewniały odnowienia. Podobne wnioski wypływają z wcześniejszych długoletnich doświadczeń krajów alpejskich (Mayer i Ott 1991).

Nie ma wątpliwości co do słuszności uwzględniania zasad lasu przerębowego, pozwalających na ukształtowanie drzewostanów ochronnych wysokich położen górskich (Trepp 1981), ale utrzymanie lub ukształtowanie przerębowej budowy ze względu na powolny wzrost świerka w okresie młodocianym wymaga obfitego i ciągłego odnowienia oraz dużej liczby podrostu, czego nie zapewnia rębnię ciągłą w borach górnoreglowych. Ponadto uzyskanie odnowienia świerka w jednogatunkowych drzewostanach jest znacznie trudniejsze niż jodły (Schütz 2001). Dlatego konieczne jest uzyskanie odnowień przez wykonywanie małopowierzchniowych cięć (usunięcie 2–5, 5–8 drzew) nierównomiernie przerywających zwarcie. Postępowanie takie przyjęte jest w rębni przerębowej górskiej (Mayer i Ott 1991; Ott i in. 1995). Cięcia jednostkowe, nawiązujące do przerębowych, jak i podobne do cięć w rębni przerębowej górskiej, stosowano na Pilsku

Świerczyny górnoreglowe o złożonej budowie i strukturze wieku, pełniące funkcje ochronne, powinny charakteryzować się stabilnością, o której można wnioskować na podstawie zwiększających się lub utrzymujących pola powierzchni przekroju pierśnicowego i zasobności drzewostanu.

Pole powierzchni przekroju pierśnicowego na dwóch powierzchniach próbnych założonych w 1963 roku przez Puchalskiego (1966) wynosiło 42,18 i 32,58 m²/ha, a na sąsiadujących z nimi powierzchniach Pilsko 1 i Pilsko 2 odpowiednio 42,18 i 34,89 m²/ha (dane dla 2008 roku). Można zatem przyjąć, że cecha ta w ciągu 45 lat nie uległa zmianie.

Niżej położone świerczyny górnoreglowe, w których w latach 1950–90 wykonano cięcia jednostkowe, utrzymały większą zasobność drzewostanu na powierzchniach Pilsko 1 (1998 r. 448 m³/ha i w 2008 r. 479 m³/ha) i Pilsko 2

(401 oraz 397 m³/ha) niż na powierzchniach wyżej położonych, prowadzonych rębnią przerębową górską Pilsko 3 (237 i 297 m³/ha) (tab. 2).

Zasobność badanych drzewostanów na Pilsku osiąga zbliżone wielkości do większości drzewostanów słowackich z Pilska i Babiej Góry oraz z Babiogórskiego Parku Narodowego w Polsce, ustępuje jednak najzasobniejszym drzewostanom babiogórskim i tatrzańskim (tab. 13 — zasobność na końcu okresu kontrolnego).

Dane przedstawione w tabelach 2 i 13 wskazują, że w beskidzkich świerczynach górnoreglowych na ogół nastąpił spadek zasobności. Zmiany takie są naturalnym procesem, związanym ze stadiami i fazami rozwojowymi lasów pierwotnych i naturalnych (Korpeł 1989). Zmniejszanie zasobności może być też efektem emisji przemysłowych, na które w przeszłości narażone były lasy w Beskidach (Sawicka 1987; Saniga i Kmet' 1995; Modrzyński i Jakubiszak 1997; Maciaszek i Jaworski 2000).

O możliwościach produkcyjnych badanych drzewostanów można również wnioskować na podstawie przyrostu. Bieżący przyrost miąższości badanych drzewostanów (4,9 do 8,0 m³/ha/rok) jest większy niż w tablicach miąższości dla 110 letnich świerczyn (II bonitacja) (Czuraj 1990) i większy (powierzchnie Pilsko 1 i Pilsko 3) niż w alpejskich borach górnoreglowych Scatle i Rauterrigel (5–6 m³/ha/rok) (Mayer i Ott 1991).

Przyrost powierzchni pola przekroju pierśnicowego (od 3,3 do 6,6 m²/ha/10 lat) jest większy niż w drzewostanach babiogórskich (od 2,3 do 3,5 m²/ha/10 lat) (Jaworski i in. 2008).

Na badanych powierzchniach górnoreglowych na Pilsku nie zanotowano jeszcze procesów katastroficznego zaburzenia — zamierania i rozpadu, które objęło od lat 2006–07 monokultury świerkowe w reglu dolnym i naturalne bory górnoreglowe Beskidu Żywieckiego i Śląskiego. Proces taki obserwowany jest od 2006 roku na Babiej Górze i słowackiej części Pilska.

Ocena ubytku (liczba drzew i ich miąższość) (tab. 2) oraz związana z nimi nekromasa (tab.9) wskazują na znaczne szkody spowodowane przez wiatr, a także naturalne procesy obumierania. Mimo tych procesów, które przyczyniły się do zmniejszenia zagęszczenia drzew, zasobność w dwu drzewostanach (Pilsko 1 i Pilsko 3) wzrosła w porównaniu do 1998 roku. Na powierzchni Pilsko 2 tylko nieznacznie się zmniejszyła (tab. 2).

Krótki, zaledwie 10-letni okres badań, nie pozwala na daleko idące wnioski. Można jednak przypuszczać (założyć), biorąc pod uwagę wzrost zasobności, że stabilniejszy jest drzewostan Pilsko 3, w którym prowadzono przed laty grupowe przerębywanie niż pozostałe badane świerczyny, gdzie stosowano jednostkowe przerębywanie.

Zmniejszenie liczby drzew w najniższych klasach grubości oraz wysokości (ryc. 1 i 2), nieznaczna liczba dorostu (tab. 2) i mało podrostu wyrosniętego (tab. 12), a także zmniejszenie liczby drzew w dolnej warstwie drzewostanu (tab. 6), gdzie stosowano cięcia posztuczne (Pilsko 1 i Pilsko 2), wskazują na uproszczenie struktury pierśnic i wysokości oraz mniej złożoną budowę drzewostanu niż na powierzchni Pilsko 3. Zmiany te powodują, że drzewostany

Tabela 13 — Table 13

Zasobność wybranych drzewostanów górmoreglowych w Polsce i na Słowacji
Volume of selected upper mountain stands in Poland and Slovakia

Kraj Country	Powierzchnia Sample plot	Stadium i faza rozwojowa na końcu okresu kontrolnego Stage and phase of development at the end of the control period	Lata Years	Zasobność Volume [m ³ /ha]	Źródło	
Słowacja Slovakia	PRP 1	zaawansowane stadium rozpadu advanced stage breakdown	1977	628	Saniga i Kucbel (2008)	
			2007	416		
			1977	569		
	PRP 2	zaawansowane stadium optymalne advanced optimum stage	2007	429		
			1977	569		
	PRP 3	stadium dorastania growth stage	2007	429		
			1977	429		
	Pilsko	PRP 1	stadium optymalne, faza inicjalna initial phase of the optimum stage	1980		241
				2005		262
				1980		400
		PRP 2	zaawansowana faza stadium optymalnego na przejściu do stadium rozpadu advanced phase of the optimum stage in transition to the breakdown stage	2005		182
				1980		395
				2005		378
		PRP 3	stadium dorastania, faza zaawansowana advanced phase of the growth stage	1980		395
				2005		378
1980				395		
		Babia Góra				

Tabela 13 cd. — Table 13 cont.

Kraj Country	Powierzchnia Sample plot	Stadium i faza rozwojowa na końcu okresu kontrolnego Stage and phase of development at the end of the control period	Lata Years	Zasobność Volume [m ³ /ha]	Źródło
Słowacja Slovakia	PRP 4	stadium dorastania, faza inicjalna initial phase of the growth stage	1980	657	Jaworski, Kolodziej, Bartkowicz (2008)
			2005	668	
PRP 5	stadium rozpadu, faza zaawansowana advanced phase of the growth stage	1980	310		
		2005	260		
Polska Poland	Markowe Szczerwiny	stadium rozpadu, faza początkowa i odnowienia initial and regeneration phases of the breakdown stage	1984	470	
			2004	334	
	Żółty Szlak	stadium rozpadu, faza przerębowa i odnowienia selection and regeneration phases of the breakdown stage	1984	403	
			2004	297	
	Czerwony Szlak	stadium rozpadu, faza odnowienia regeneration phase of the breakdown stage	1984	430	
			2004	339	
	Akademicka Perć	stadium optymalne optimum stage	1984	318	
			2004	330	
	Górny Plaj	stadium rozpadu, faza odnowienia regeneration phase of the breakdown stage	1984	577	
			2004	534	
Tatry — Tatras					
	Pow. 8 — Plot. 8	—	1998	871	Modrzyński (1998)
	Pow. 9 — Plot. 9	—		242	

u uproszczonej budowie w przypadku katastroficznych zaburzeń egzogenicznych i endogenicznych — wielkopowierzchniowego rozpadu, przestają pełnić funkcje ochronne, bowiem powstaje odkryta powierzchnia. Ponadto, naturalne bory świerkowe, wcześniej użytkowane, są bardziej narażone na rozpad niż pierwotne bory górnoreglowe (Leibundgut 1979).

Cięcia grupowe sprzyjały odnawianiu i przemieszczaniu drzew w drzewostanie Pilsko 3. Dlatego charakteryzował się on największą liczbą dorostu (tab. 2), najlepiej rozwiniętą warstwą dolną (tab. 6) oraz największym udziałem drzew generacji dorastania wśród badanych drzewostanów (tab. 7).

Stabilność i trwałość borów świerkowych, jako podstawowego warunku pełnienia przez nie funkcji ochronnych, zależy od ciągłości procesu odnowienia występującego w lukach i miejscach przerzedzonych drzewostanu.

Liczebność odnowienia świerka na badanych powierzchniach była niewielka, zwłaszcza dotyczy to podrostu starszego (tab. 11) i wyrosniętego (tab. 12). Zwraca natomiast uwagę duża liczebność podrostu jarzębiny, szczególnie w drzewostanie Pilsko 1.

Naturalne odnowienie jest też podstawą cyklu rozwojowego lasu pierwotnego (Saniga i Kucbel 2008). W reglu górnym naturalne bory świerkowe są podatne na możliwość zaburzenia procesu odnowienia. W takich położeniach bór świerkowy narażony jest na działanie wielu czynników: niedoboru ciepła, wysokiej i długo zalegającej pokrywy śniegu, dużej ilości promieniowania świetlnego, zwartej pokrywy roślinnej, a także grubej, niekorzystnej formy próchnicy (Ott i in. 1995; Saniga i Kucbel 2008).

W prowadzonych badaniach nie określano liczebności odnowienia odrębnie w pokrywie roślinnej i na rozkładającym się drewnie moderowym, które — jak wiadomo — sprzyja jego obfitemu występowaniu (Eichrodt 1969; Holeksa 1998; Kucbel 2004).

Znacznie większa liczebność świerka w najcieńszych klasach grubości, tzn. dolnym piętrze (generacji dorastania) na powierzchni Pilsko 3 niż na obu pozostałych powierzchniach, wskazuje na korzystne warunki wzrostu w drzewostanie prowadzonym przed laty rębnią przerębową górską (ryc. 1, 2, tab. 6, 7).

Wszystkie badane drzewostany wykazały duże różnicowanie wieku, które pozwala je zaliczyć do wielogeneracyjnych. Wiek pierśnicowy najstarszego nawierconego świerka wynosił 344 lata, a często spotykane są okazy tego gatunku w wieku 223 i 276 lat (tab. 8). Maksymalny wiek świerka w borach górnoreglowych na Pilsku wynosił 380 lat, natomiast rozstęp wieku — 30–330 lat (Puchalski 1966).

Uzyskane wyniki potwierdzają wielogeneracyjny, zbliżony do wszechgeneracyjnego charakteru naturalnych świerczyn górnoreglowych w Karpatach (Jaworski i Karczmarzski 1995; Karczmarzski 1995; Holeksa 1998; Jaworski 1998).

Wielogeneracyjna struktura wieku borów górnoreglowych nie zapewnia jednak złożonej budowy i jednocześnie stabilności. Przykładem jest wiele karpaccich drzewostanów świerkowych (Korpeł 1989, 1995; Holeksa 1998; Jaworski i in. 2008). Wynika to również z naturalnego cyklu rozwojowego borów górnoreglowych (Leibundgut 1979; Korpeł 1989).

Rezultaty dotyczące budowy i struktury drzewostanu, ukształtowanego w wyniku grupowego przerebywania w porównaniu z jednostkowym przerebywaniem, znajdują potwierdzenie w sposobie zagospodarowania świerczyn alpejskich. Problemy dotyczące trwałości świerczyn wysokich położen górskich wiążą się zatem z stosowaniem odpowiedniej rębni (Mayer i Ott 1991).

W dążeniu do ukształtowania lub utrzymania stabilnych świerczyn górnoreglowych objętych ochroną częściową czynną (poza rezerwatami ścisłymi) zalecić należy rębnię przerębową górską lub stopniową cięciami grupowymi (Mayer i Ott 1991; Ott i in. 1995; Jaworski 2000). Rębnie te zapewniają zróżnicowanie budowy i struktury drzewostanów, dzięki czemu następuje rozproszenie ryzyka rozpadu wielkopowierzchniowego, powodowanego przez wiatr.

LITERATURA

- Bzowski M., Dziewolski J. 1973. *Zniszczenia w lasach Tatrzańkiego Parku Narodowego spowodowane przez wiatr halny wiosną 1968*. Ochr. Przyr. 38: 115–154.
- Ceitel J., Szymański St., Zientarski J. 1989. *Zmiany cech drzewostanowych w naturalnej świerczynie górnoreglowej w rezerwacie Pilsko w okresie 10 lat*. [W:] *Stav, vývoj, produkčné schopnosti a funkčné využívanie lesov v oblasti Babej Hory a Pilska*. Š. Korpeľ (red.). Praca zbiorowa. Lesnicka Fakulta VŠLD Zvolen, Zvolen–Poznań–Kraków: 10–27.
- Czuraj M. 1990. *Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów*. PWRiL, Warszawa.
- Eichrodt R. 1969. *Über die Bedeutung von Moderholz für die natürliche Verjüngung im subalpinen Fichtenwald*. Bühler Buchdruck, Zürich.
- Holeksa J. 1998. *Rozpad drzewostanu i odnowienie świerka a struktura i dynamika karpackiego boru górnoreglowego*. Monogr. Bot. 82: 3–209.
- Holeksa J., Żywiec M., Parusel J., Szewczyk J., Zielonka T. 2008. *Subalpine spruce in the Babia Góra National Park, Poland*. [W:] *Structure, production, coarse woody debris and regeneration processes of Norway spruce natural forest in National Nature Reserves Babia hora and Pilsko*. M. Saniga, S. Kucbel (red.). Technical University in Zvolen: 49–96.
- Jaworski A. 1998. *Budowa, struktura i dynamika górnoreglowych borów świerkowych w Karpatach a metody postępowania hodowlanego*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 332, Sesja Naukowa 56: 37–67.
- Jaworski A. 2000. *Zasady hodowli lasów górskich na podstawach ekologicznych*. [W:] *Nowoczesne metody gospodarowania w lasach górskich*. R. Poznański, A. Jaworski (red.). Wyd. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych: 81–228.
- Jaworski A., Karczmarzski J. 1995. *Budowa, struktura, dynamika i możliwości produkcyjne górnoreglowych borów świerkowych w Babiogórskim Parku Narodowym*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 33: 75–113.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Bartkowiec L. 2008. *Structure and dynamics of the upper mountain zone Norway spruce stands on Mt. Babia Góra (1984–2004)*. [W:] *Structure, production, coarse woody debris and regeneration processes of Norway spruce natural forest in National Nature Reserves Babia hora and Pilsko*. M. Saniga, S. Kucbel (red.). Technical Univeristy in Zvolen: 97–118.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Skoczeń W. 2000. *Budowa i struktura górnoreglowych borów świerkowych na Pilsku*. Sylwan 144, 7: 35–53.
- Karczmarzski J. 1995. *Budowa i struktura tatrzańskich górnoreglowych borów świerkowych o charakterze pierwotnym w Dolinach Rybiego Potoku, Pańszczycy i Gąsienicowej*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 33: 167–198.
- Korpeľ Š. 1980. *Vývoj a štruktúra prírodných smrekových lesov Slovenska vo vzťahu k protilavinovej ochrannej funkcii*. Acta Fac. Forest. Zvolen 22: 9–39.
- Korpeľ Š. 1989. *Pralesy Slovenska*. Veda, Bratislava.
- Korpeľ Š. 1995. *Die Urwälder der Westkarpaten*. G. Fischer-Verlag, Stuttgart.
- Książkiewicz M. 1972. *Budowa geologiczna Polski*. T. IV. Tektonika, część 3 Karpaty. Wyd. Geol., Warszawa.

- Kucbel S. 2003. *Charakteristika modelovej štruktúry vysokohorského smrekového lesa v oblasti Prašivej v Nizkých Tatrach*. Acta Fac. Forest. Zvolen 45: 173–186.
- Kucbel S. 2004. *Analýza prirodzenej obnovy vo vysokohorskom poraste s dĺžrazom na význam priameho slnečného žiarenia pre jej rast*. Acta Fac. Forest. Zvolen 46: 157–167.
- Leibundgut H. 1979. *Über die Dynamik europäischer Urwälder*. Schweiz. Z. Forstwes. 130, 9/10: 906–916.
- Maciaszek W., Jaworski A. 2000. *Zawartość siarki oraz niektórych makro- i mikropierwiastków w liściach buka i igłach świerka z wybranych drzewostanów o charakterze pierwotnym w Parkach Narodowych: Babogórskim, Bieszczadzkiem i Pienińskim*. Roczniki Bieszczadzkie 9: 213–224.
- Mayer H. i Ott E. 1991. *Gebirgswaldbau — Schutzwaldpflege*. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Modrzyński J. 1998. *Dendrometryczna i morfologiczna charakterystyka drzewostanów świerkowych położonych na różnych wysokościach nad poziomem morza w Tatrach*. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie Nr 332, Sesja Naukowa Z. 56: 97–109.
- Modrzyński J. 2002. *Defoliacja wybranych drzewostanów świerkowych w Tatrach i Beskidzie Wysokim*. Sylwan 146, 11: 15–28.
- Modrzyński J., Jakubiszak K. 1997. *Stopień defoliacji wybranych drzewostanów świerkowych w Tatrach i Beskidzie Wysokim*. Sylwan 141, 1: 67–76.
- Mucha W., Sienkiewicz A., Szymańska M., Gałązka St. 1981. *Gleby rezerwatu Pilsko*. [W:] Warunki przyrodnicze i charakterystyka lasów świerkowych w kompleksie Pilska. Praca zbiorowa. Lesnicka Fakulta VŠLD Zvolen, Zvolen–Poznań: 153–179.
- Myczkowski S. 1964. *Struktura i ekologia zespołu świerka Piceetum tatricum u górnej granicy zasięgu w Tatrzzańskim Parku Narodowym w dolinach Stawów Gąsienicowych i Pańszczycy*. Ochr. Przyr. 30: 51–105.
- Myczkowski S. 1977. *Świerczyny gór i wyżyn w Polsce*. [W:] Świerk pospolity. S. Białobok (red.). PWN, Warszawa: 405–460.
- Ott E., Hladik M., Korpeľ Š., Saniga M. 1995. *Pestovanie horských lesov Švajčiarska a Slovenska*. Technická Univerzita, Zvolen.
- Pach M., Bartkowiak L., Skoczeń W. 2001. *Charakterystyka cech biomorfologicznych świerka w borze górnoregionowym Pilska w zależności od budowy i struktury drzewostanów*. Sylwan 145, 1: 23–37.
- Puchalski T. 1961. *Kształtowanie się świerków pod wpływem różnego siedliska i zagęszczenia na przykładzie młodnika w górnym reglu Pilska (Beskid Żywiecki)*. Roczn. WSR w Poznaniu, Dodatek 3: 88.
- Puchalski T. 1966. *Świerk rodzimy w górnym reglu Pilska. Struktura drzewostanu, przyrost grubości i udział drewna późnego u drzew*. Sylwan 110, 12: 1–23.
- Řehák J. 1964. *Vývoj stromu a porostních útvarů přirozených lesov*. Ochr. Přír. 19: 105–113.
- Romer R. 1962. *Regiony klimatyczne Polski*. [W:] Wybór prac. T. III. PWN, Warszawa.
- Saniga M. 2002. *Štruktúra, regeneračné procesy a model výberkového lesa v orografickom celku Oravské Beskydy*. Acta Fac. Forest. Zvolen 44: 71–82.
- Saniga M. 2007. *Regeneračné procesy smrekového prírodného lesa na jeho hornej hranici*. Beskydy 20: 161–168.
- Saniga M., Kmet' J. 1995. *Stav smrekových porastov z pestovno-fyziologického hľadiska v oblasti Oravskej Polhory (Oravské Beskydy)*. Zpravodaj Beskydy, 7: 49–54.
- Saniga M., Kucbel S. 2008. *Structure, production and regeneration processes of Norway spruce natural forest in NNR Babia Hora and NNR Pilsko, Slovakia*. [W:] Structure, production, coarse woody debris and regeneration processes of Norway spruce natural forest in National Nature Reserves Babia hora and Pilsko. M. Saniga, S. Kucbel (red.) Technical Univeristy in Zvolen: 7–48.
- Sawicka E. 1987. *Accumulation of chosen heavy metals and of sulfur and nitrogen in the assimilation apparatus of some trees in the Babia Góra National Park*. Ekol. Pol. 35, 2., 449–463.
- Schütz J. Ph. 2001. *Der Plenterwald*. Berlin, Parey Buchverlag.
- Sikorska E. 1975. *Lasy północnych stoków Turbacza. Część I. Charakterystyka przyrodniczo-leśna. Część II. Typy siedliskowe lasu*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 15: 29–91.
- Sokołowski M. 1928. *O górnej granicy lasu w Tatrach*. Wyd. Fundacji „Zakłady Kórnickie”, Kraków.
- Szymański S. 1981a. *Rezerwat „Pilsko” w Beskidzie Żywieckim — ogólna charakterystyka i geneza powstania*. [W:] Warunki przyrodnicze i charakterystyka lasów świerkowych w kompleksie Pilska. Praca zbiorowa. Lesnicka Fakulta VŠLD Zvolen, Zvolen–Poznań: 115–125.

- Szymański S. 1981b. *Zmiany wieku, struktury, wzrostu, zwarcia i zagęszczenia drzew pod wpływem różnego wzniesienia nad poziomem morza w rezerwacie „Pilsko” (Beskid Żywiecki)*. [W:] *Warunki przyrodnicze i charakterystyka lasów świerkowych w kompleksie Pilska*. Praca zbiorowa. Lesnicka Fakulta VŠLD Zvolen, Zvolen–Poznań: 190–218.
- Trepp W. 1981. *Das Besondere des Plenterns im Gebirgswald*. Schweiz. Z. Forstwes. 132, 10: 823–846.
- Zasady hodowli lasu*. 1979. Wyd. IV. PWRiL, Warszawa.
- Zasady hodowli lasu*. 1988. Wyd. V. PWRiL, Warszawa.
- Zawada J. 1973. *O rozwoju świerków na zboczach nawietrznych Romanki*. Sylwan 117, 11: 56–64.
- Zientarski J. 1976. *Wpływ wzniesienia nad poziomem morza na zagęszczenie i ukształtowanie górnoregłowych borów świerkowych w Babiogórskim Parku Narodowym*. PTPN Prace Kom. Nauk Roln. Kom. Nauk Leśn. Prace z Zakr. Nauk Leśn. 42: 137–149.

Summary

Andrzej Jaworski, Maciej Pach

The structure, dynamics and production possibilities of the upper mountain forests at Pilsko

The paper presents the results of the research conducted in 1998 and 2008 on the three sample plots located in the upper mountain zone around Pilsko. Single cutting imitating selection cutting (Einzel-Plenterung in German) was made on two sample plots, Pilsko 1 and 2, between 1950 and 1990. In the stand of Pilsko 3 trees were removed by mountain selection cutting in groups of 3–4 (5–7 specimens) whereas the regeneration was done by planting (Tab. 1).

The upper mountain spruces with a complex age structure, which are to fulfil a protection role, should indicate the stability witnessed by an increasing or maintained stand volume.

During the control period of the years 1998 and 2008 the stand volume on two sample plots, Pilsko 1 and Pilsko 3, increased from 448 to 479 m³/ha and from 237 to 298m³/ha respectively and on the sample plot of Pilsko 2 it decreased slightly from 401 to 397m³/ha (see Tab. 2).

The volume of the researched stands of Pilsko has a size approximating to that of the majority of the Slovakian stands of Pilsko and the stands of Babia Góra and the Babiogórski National Park in Poland, however, it is not as abundant as the richest stands of Babia Góra and the Tatras (Tab. 13 — the volume stand at the end of the control period).

The data presented in Tables 2 and 13 indicate that the general trend in the Beskid upper mountain spruces was a decrease in the volume. This change is a natural process related to the development stages and phases of primeval and natural forests. The decrease in the stand volume may also be the result of industrial emissions, by which the Beskid forests have been threatened in the past.

The increment of the stand volume reached the size of approximately 5m³/ha/year in Pilsko 2 to almost 8m³/ha/year in the remaining plots (Tab. 2).

In the control period the types of d.b.h. distributions and Pearson's heights were not changed (Tabs. 3, 5; Figs. 1, 2). The comparison of d.b.h. distributions on the researched plots with the test of Kolmogorow-Smirnov is presented in Table 4. The 2008 curves showing the height of the researched stands are slightly above those for 1998 (Fig. 3).

All the sample plots exhibited a decrease in the number of trees and, as a result, the number of trees in the particular layers of the stand also decreased (Tab. 6).

In the researched stands, during the control period, the number and proportion of trees of the generations (A) of old age and (C) of growing up decreased, however, with the trees of optimum growth (B), the number of trees decreased and their proportion increased (Tab. 7).

In 2008 on sample plot Pilsko 1 the spruces of the generation of growing up were from 60 to over 150 years of age, those of the generation of old age were from 260 to 280 years old. In the same year in the stand of Pilsko 2 the trees of the generation of growing up reached the age of from about 105 to about 145, the trees of the optimum growth from about 100 to about 125, the trees of the old age from about 145 to about 344. In the stand of Pilsko 3 the age of the spruces

belonging to the generation of growing up was from 45 to about 90 years in 2008, the trees of the old age were over 170 years old (Tab. 8).

The obtained results confirm the uneven-aged character of natural upper mountain spruces in the Carpathian Mountains.

Single cuttings and the removal of dead trees was carried out between 1950 and 1990, which with great probability decreased the amount of necromass that was found in the researched stands. Therefore the measured volume of lying and standing dead trees does not fully reflect the potential necromass, which is characteristic of natural upper mountain forests (Tab. 9).

The amount of spruce regeneration on the three sample plots was slight, it refers to the older underwood which grew on sample plots Pilsko 1 and 2 (Tabs. 10, 11). The amount of the underwood which grew on sample plot Pilsko 3 was larger than on the other plots (Tab. 12).

The decrease in the number of trees in the lowest classes of thickness and height (Figs. 1, 2), little recruitment (Tab. 2) and little advanced underwood (Tab. 12), where single cuttings were used (Pilsko 1 and Pilsko 2) result in a simplification of the d.b.h. structure and the height and the less complex stand structure than on Pilsko 3.

Group cuttings were conducive to the regeneration and translocation of trees in the stand of Pilsko 3. This resulted in the greatest amount of recruitment (Tab. 2), the best developed lower bottom layer (Tab. 6) and the greatest proportion of the generation of growing up trees in the researched stands (Tab. 7).

The stands of a less diversified structure, in the case of catastrophic disturbances — large-area disintegration, cease their protective roles because of the formation of open spaces.

In order to form, or to maintain, stable upper mountain spruces, which are under partial active protection (outside reservations with total protection) mountain selection cutting (Gebirgspflenterung) in the belt of a loose forest, or cutting by a method of group selection (Gruppen-Femelschlag) in the belt of a thick forest should be recommended. These types of cuttings ensure the regeneration and variations within the structure of the stands, which minimises the risk of large-area disintegration, exemplified by the disintegration of upper mountain spruces in Beskid Śląski and Beskid Żywiecki Mts.

MOŻLIWOŚCI OKREŚLENIA RODZAJU ŚRODKA ZRYWKOWEGO NA PODSTAWIE ROZMIARU I CHARAKTERU NARUSZEŃ WIERZCHNIEJ WARSTWY GLEBY

Dariusz Kulak

Katedra Użytkowania Lasu i Drewna
Uniwersytet Rolniczy
al. 29 Listopada 43
31-425 Kraków
e-mail: rlikulak@cyf-kr.edu.pl

ABSTRACT

D. Kulak 2010. *Possibilities of determination of kind of the logrolling means on the basis of range and nature of top soil layer derogation.* Acta Agr. Silv. ser. Silv. 48: 33–42.

The present work makes an attempt to recognize the kind of logrolling means used while logging on the basis of range of disturbances of the top soil layer. The investigation covered horse skidding and skidding made with the MultiFKS hoisting winch. Graphical analysis of the diagrams representing disturbances characteristics of the top soil layer (surface and volume) allows one to perform correct recognition of the causative factor responsible for 18% of the damages. Application of artificial neuron networks allowed us to correct typing-out logging environment for 75–96.8% disturbances of the top soil layer.

KEY WORDS: logging damages, forest soil, neuron networks

SŁOWA KLUCZOWE: szkody pozyskaniowe, gleba leśna, sieci neuronowe

WSTĘP I CEL PRACY

Stosowanie środków w jak najmniejszym stopniu szkodliwych dla ekosystemów leśnych podczas pozyskiwania surowca drzewnego jest obecnie zasadą w pełni akceptowalną. Przykładowo w *Raporcie o stanie lasów...* (2003) stwierdza się, że niewłaściwe gospodarowanie może skutkować uszkodzeniami całego ekosystemu leśnego, trwałym ograniczeniem produktywności siedlisk i funkcji pozaprodukcyjnych lasu. Konieczne wydaje się zatem prowadzenie badań dotyczących uszkodzeń środowiska w trakcie pozyskiwania drewna różnymi technologiami, prac metodycznych umożliwiających określenie optymalnych sposobów pobierania w terenie danych oraz sposobu ich dalszej obróbki. Z dotychczas przeprowadzonych badań wynika, że zrywka konna jest mało szkodliwa dla ekosystemów leśnych (Giefing i in. 1995; Krag i in. 1986; Laurow 1990; Messingerova 1997). Prowadzone od kilku lat w Katedrze Użytkowania Lasu i Drewna Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie badania nad technologią pozyskiwania drewna, bazującą na zrywce za pomocą wciągarki napędzanej

silnikiem pilarki (Sowa i Stańczykiewicz 2005) wskazują, że pod względem oddziaływania na środowisko technologia ta jest konkurencyjna w stosunku do opartej na zrywce konnej.

Celem pracy było określenie, czy różnice w wymiarach naruszeń wierzchniej warstwy gleby powstałych podczas zrywki drewna różnymi środkami są na tyle duże, aby za ich pomocą stwierdzić, od jakiego sposobu zrywki pochodzą. Zakres prac ograniczono do drzewostanów sosnowych, w których wykonywano trzebież późną, zrywkę zaś zrealizowano za pomocą koni lub wciągarki MultiFKS napędzanej silnikiem pilarki.

METODYKA

Badania przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Dąbrowa Tarnowska (RDLP Kraków), w drzewostanie, w którym wykonywano zabieg trzebieży późnej. Podstawowe cechy obiektu badań zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1 — Table 1

Charakterystyka drzewostanu, w którym wykonano badania
Characteristic of research stand

Powierzchnia całkowita [ha] Total area [ha]	13,34
Typ siedliskowy lasu Forest site type	BMśw fresh mixed coniferous forest
Typ gospodarczy drzewostanu Potential stand type	Md-Db-So
Udział gatunków Species share	10 So
Wiek [lata] Age [years]	68
Zadrzewienie Stocking	0,9
Zwarcie Stand density	umiarkowane moderate
Przeciętna pierśnica [cm]/wysokość [m] Average breast height diameter [cm]/height [m]	27/25
Bonitacja Quality classification	Ia
Grubizna [m ³ /ha] Large timber	396

W wybranym obiekcie przed rozpoczęciem prac pozyskaniowych, na 4 działkach założono w siatce kwadratów o boku 12,5 m po 32 kołowe powierzchnie próbne o promieniu 3,99 m. Powierzchnie kołowe usytuowane były na 5 pasach, przy czym pas oznaczony numerem 1 znajdował się najbliżej szlaku operacyjnego, zaś oznaczony numerem 5 — najdalej. Na działkach 1 i 2 ścinę i okrzesywanie wykonał pilarz. Zrywka konna, w sposób wleczony, odbyła się z drzewostanu do szlaku operacyjnego. Dalsza zrywka — drewna znajdującego się przy szlaku — odbyła się za pomocą ciągnika rolniczego, jednak tego etapu nie analizowano w badaniach. Na działkach 3 i 4 pilarz wykonał identyczne czynności jak na działkach 1 i 2, zwracając uwagę, by zawsze zachować kierunek obalania przeciwny do szlaku operacyjnego, na którym zamontowana była wciągarka MultiFKS, zrywająca drewno do szlaku. Drugi etap zrywki był tu identyczny jak na działkach 1 i 2. Opisywana technologia ze zrywką wciągarką napędzaną silnikiem pilarki dokładnie przedstawiona została w innej publikacji (Sowa 2000). Prace zrębowe wykonane zostały w miesiącach letnich (VI–VII) w okresie bezdeszczowym.

Oceny uszkodzeń wierzchniej warstwy gleby dokonano na kołowych powierzchniach próbnych po zakończeniu prac pozyskaniowych, dokonując pomiarów stwierdzonych naruszeń za pomocą taśmy, z dokładnością do 1 cm. Metoda określania rozmiaru uszkodzeń na poszczególnych pasach oraz badania zależności pomiędzy odległością zrywki a rozmiarem naruszeń wierzchniej warstwy gleby została szczegółowo omówiona w innym opracowaniu (Sowa i in. 2008).

Wykorzystane dla celów niniejszej publikacji dane obejmują 225 przypadków naruszeń pokrywy glebowej, wraz z następującymi informacjami:

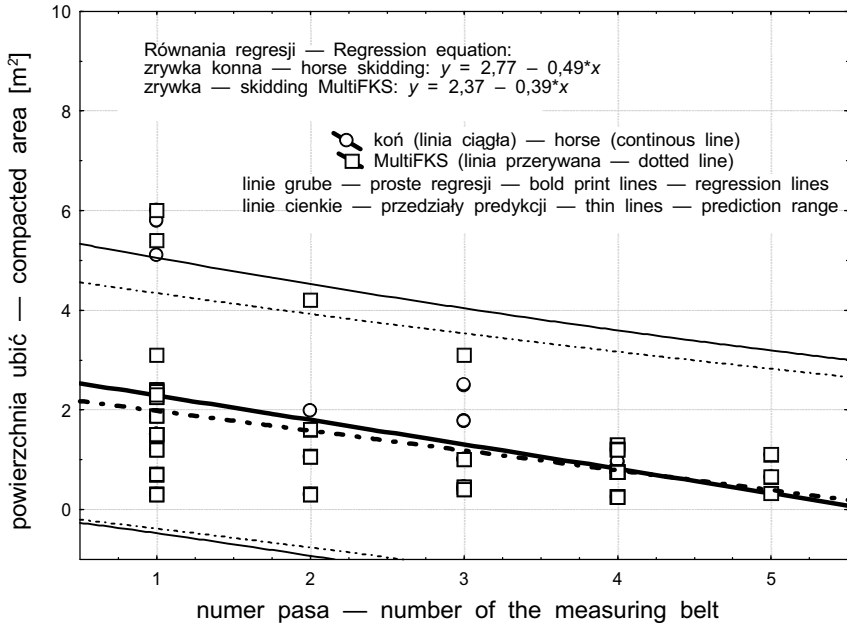
- a) zastosowany środek zrywkowy (koń, MultiFKS),
- b) charakter uszkodzenia — ścięcie pokrywy glebowej (*ś*) lub ubicie (*u*),
- c) wymiar powierzchniowy naruszenia gleby (w m²),
- d) wymiar objętościowy naruszenia gleby (w m³),
- e) odległość zrywki charakteryzowana numerem pasa (1–5).

Do obróbki statystycznej danych wykorzystano pakiet Statistica 7.0 pl (StatSoft, Inc. 2006).

WYNIKI

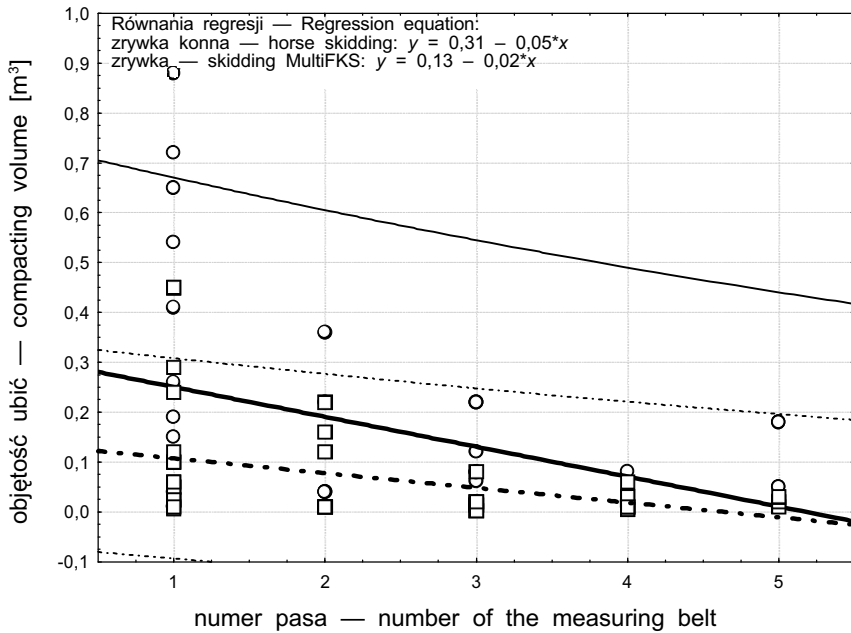
Dla określenia, czy możliwe jest rozpoznanie środka zrywkowego na podstawie parametrów naruszeń pokrywy glebowej przeprowadzono analizę graficzną wykresów ich rozrzutu z naniesionymi liniami predykcji, rozpoczynając od powierzchni ubić (ryc. 1).

Poprawne zaszeregowanie ubicia gleby na podstawie jego powierzchni do technologii ze zrywką konną jest możliwe wtedy, gdy powierzchnia ubicia znajdzie się na wykresie powyżej górnej linii predykcji dla zrywki wciągarką MultiFKS. W związku z tym, że dolne linie predykcji dla obu technologii zrywki praktycznie się pokrywają, nie można na ich podstawie określić, że



Ryc. 1. Zależność powierzchni ubić od odległości zrywki

Fig. 1. Dependence of the compacted area on skidding distance



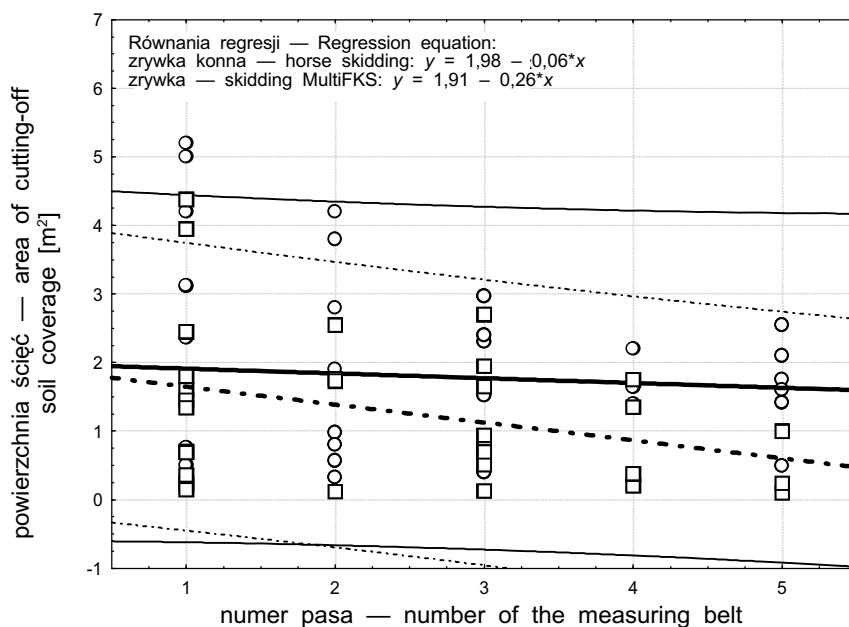
Ryc. 2. Zależność objętości ubić od odległości zrywki

Fig. 2. Dependence of the volume compacting on skidding distance

dane ubicie powstało podczas zrywki wciągarką MultiFKS. Analiza ryc. 1 wskazuje, że na podstawie powierzchni ubić można tylko 4 obserwacje z pierwszego pasa przypisać do technologii ze zrywką konną. Zależność objętości ubić od odległości zrywki przedstawia ryc. 2.

Na podstawie tej cechy można zidentyfikować przynależność większej liczby naruszeń gleby, ale również tylko do technologii ze zrywką konną. Z 95% pewnością można potwierdzić, że spośród uszkodzeń stwierdzonych na pierwszym pasie 5 powstało w trakcie zrywki konnej, na drugim 2 i na trzecim 1.

Na ryc. 3 przedstawiono wykres rozrzutu powierzchni ścięć pokrywy glebowej na kolejnych pasach.



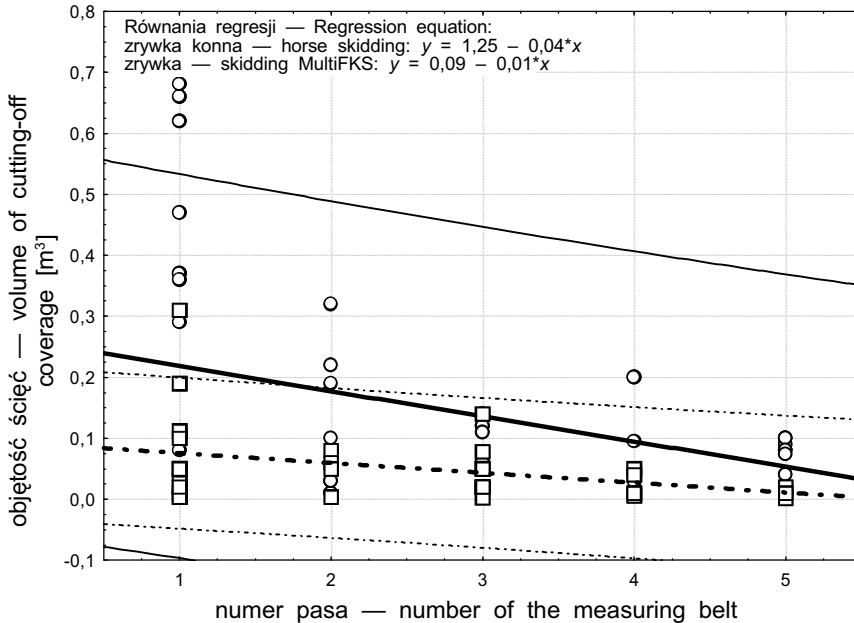
Ryc. 3. Zależność powierzchni ścięć od odległości zrywki

Fig. 3. Dependence of the area of cutting-off soil coverage on skidding distance

Również ta cecha jest mało przydatna do rozpoznawania środka zrywkowego, który wywołał szkodę. Tylko 5 obserwowanych na powierzchni zrębowej ścięć wywołanych zrywką konną miało wystarczająco dużą powierzchnię, by z 95% pewnością stwierdzić, że powstały podczas zrywki konnej. Ścięcia gleby powstałe podczas zrywki wciągarką nie są identyfikowalne za pomocą prezentowanej metody graficznej.

Objętość ścięć pokrywy glebowej wykazywała największą przydatność dyskryminacyjną, jednak również wyłącznie co do naruszeń gleby powstałych w trakcie zrywki konnej (ryc. 4).

Stosując to kryterium określania czynnika sprawczego obserwowanego naruszenia gleby można poprawnie wytypować stosowany środek zrywkowy w 21 przypadkach, co stanowi jedynie blisko 18% skuteczność tej metody.



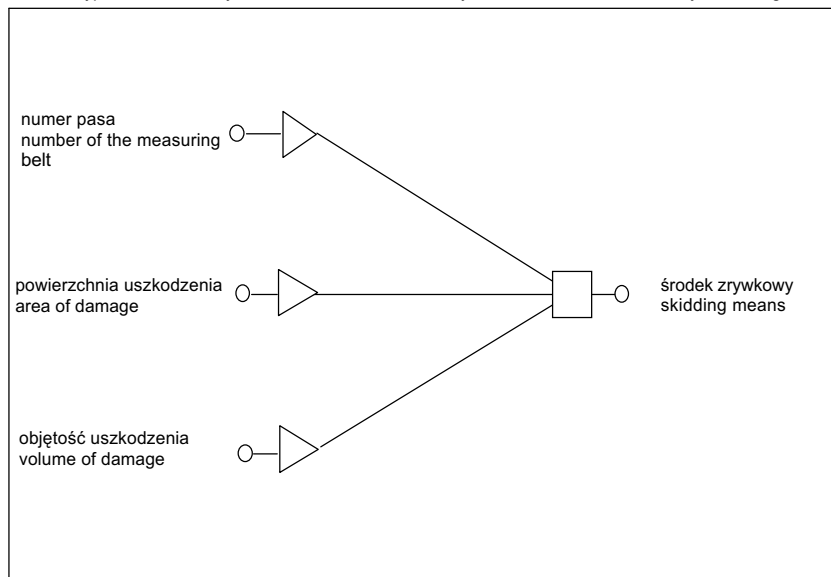
Ryc. 4. Zależność objętości ścięć od odległości zrywki

Fig. 4. Dependence of the volume of cutting-off soil coverage on logging distance

W związku z małą efektywnością przedstawionej powyżej metody, podjęto próbę przypisania naruszeń pokrywy glebowej do określonej technologii za pomocą sztucznych sieci neuronowych. Wynikało to z faktu, że sieci neuronowe posiadają zdolność radzenia sobie z informacją niepełną i niespójną, jak również umiejętność dostosowywania się do zmiennych sytuacji (Helt i in. 2000). Konstruując sieć, jako zmienne wejściowe przyjęto numer pasa, wymiar powierzchniowy i objętościowy ubić oraz ścięć pokrywy glebowej, a jako zmienną wyjściową zastosowaną technologię zrywki.

Kolejne przypadki naruszeń pokrywy glebowej zgodnie z zasadami tworzenia sieci neuronowych podzielone zostały losowo na trzy grupy, służące do uczenia sieci, walidacji i testowania, w proporcjach: 2:1:1. Uzyskano zatem zbiory o licznosciach odpowiednio: 113:56:56 obserwacji. Za pomocą *Automatycznego projektanta* dostępnego w pakiecie Statistica przystąpiono do projektowania sieci o charakterze klasyfikacyjnym. Zagadnienia tego typu mogą być rozwiązywane za pomocą sieci o charakterze liniowym, MLP (perceptron wielowarstwowy), RBF (sieć o radialnych funkcjach bazowych) oraz GRNN (sieć realizująca regresję uogólnioną). Wstępnie stworzono sieci wszystkich wymienionych typów. Już pierwsze próby wykazały jednak, że najprzydatniejsze do wyjaśnienia analizowanego problemu są sieci typu liniowego, RBF oraz MLP, zatem dalsze analizy ograniczono do sieci tych trzech typów. Spośród kilkudziesięciu testowanych sieci analizowany problem najlepiej rozwiązywała sieć o charakterze liniowym. Jej architekturę przedstawia rycina 5.

Typ sieci: Liniowa 3:3–1:1. Jakość uczenia = 0,83; Jakość walidacji = 0,80; Jakość testowania = 0,79
 Network type: linear, Quality of education = 0.83; Quality of valuation = 0.80; Quality of testing = 0.79



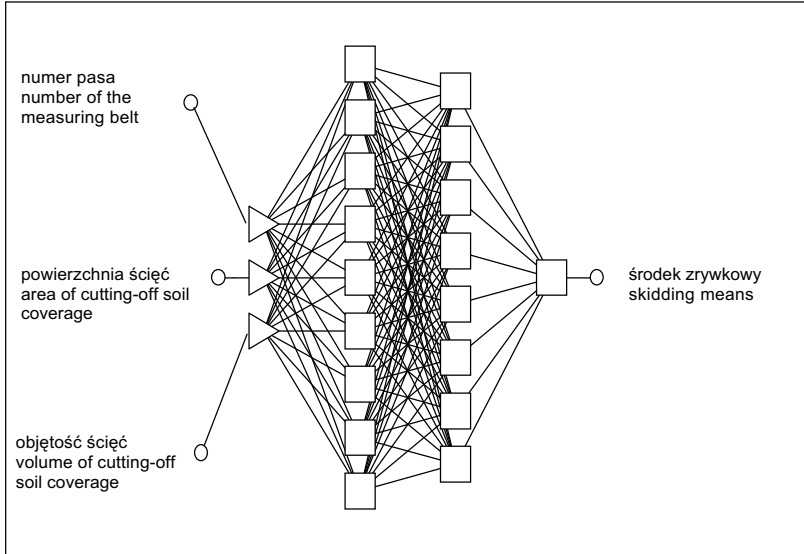
Ryc. 5. Schemat liniowej sieci neuronowej — struktura neuronów w poszczególnych warstwach

Fig. 5. Scheme of the linear neuron network — neuron structure in individual layers

Sieć ta charakteryzuje się trzema zmiennymi wejściowymi (numer pasa, powierzchnia i objętość uszkodzenia), nie uwzględnia zatem zmiennej określającej typ uszkodzenia (ubicie/ścięcie). Do jej stworzenia wykorzystano algorytm uczący pseudoinwersji (minimalizacji średnich wartości kwadratów odchyień). Stosując sieci neuronowe do rozwiązywania zadań o charakterze klasyfikacyjnym przyjmuje się, że miarą jakości sieci jest liczba lub udział poprawnie sklasyfikowanych przypadków (StatSoft, Inc. 2006). Skonstruowana sieć liniowa poprawnie sklasyfikowała 63,3% uszkodzeń powstałych podczas zrywki konnej i 81,0% uszkodzeń powstałych podczas zrywki wciągarką. Żadna z sieci typów RBF i MLP nie cechowała się większą skutecznością, pomimo tego, że bazowały na większej liczbie zmiennych wejściowych — uwzględniały również typ uszkodzenia. Skłoniło to do podjęcia dalszych prób konstrukcji sieci opartych na tylko 3 zmiennych wejściowych: numer pasa oraz powierzchnia i objętość wyłącznie ścięć, gdyż jak można podejrzewać zmienne — powierzchnia i objętość ubić wprowadzają tylko szum informacyjny. Uzyskana najlepsza sieć to perceptron wielowarstwowy (MLP) o architekturze przedstawionej na rycinie 6.

Przedstawiony perceptron czterowarstwowy charakteryzuje się trzema zmiennymi wejściowymi, jedną wyjściową, dziewięcioma neuronami wejściowymi i ośmioma wyjściowymi. Wykorzystano algorytm uczący wstecznej propagacji błędów przez 100 epok, po czym jeszcze gradientów sprzężonych przez 20 epok.

Typ sieci: MLP 3:3-9-8-1:1. Jakość uczenia = 0,92; Jakość walidacji = 0,88; Jakość testowania = 0,87
 Network type: MLP, Quality of education = 0.92; Quality of valuation = 0.88; Quality of testing = 0.92



Ryc. 6. Schemat sieci neuronowej — perceptronu wielowarstwowego — struktura neuronów w poszczególnych warstwach

Fig. 6. Scheme of the neuron network — multi-layer perceptron — neuron structure in individual layers

Tabela 2 — Table 2

Charakterystyka jakości klasyfikacji przyjętych sieci neuronowych
 Characteristic of the classification quality of the assumed neuron networks

Przypadki Cases	Sieć 1 (liniowa) Network 1 (linear)		Sieć 2 (MLP) Network 1 (MLP)	
	zrywka konna horse skidding	zrywka MultiFKS skidding with the MultiFKS	zrywka konna horse skidding	zrywka MultiFKS skidding with the MultiFKS
Ogółem [n] Totally [n]	109	116	60	62
Sklassyfikowane poprawnie [n] Correctly classified [n]	69	94	45	60
Sklassyfikowane błędnie [n] Faulty classified [n]	40	22	15	2
Sklassyfikowane poprawnie [%] Correctly classified [%]	63,3	81,0	75,0	96,7
Sklassyfikowane błędnie [%] Faulty classified [%]	36,7	18,9	25,0	3,3

W stosunku do sieci liniowej charakteryzuje się znacznie lepszymi właściwościami dyskryminacyjnymi. Poprawie wytypował środek sprawczy dla 75% naruszeń gleby powstałych podczas zrywki konnej i aż dla 96,8% ścięć powstałych podczas zrywki wciągarką MultiFKS. Skuteczność obydwu uzyskanych sieci — liniowej i perceptronu zestawiono w tabeli 2.

Uzyskaną poprawność zaklasyfikowań, szczególnie perceptronu, należy uznać za zadowalającą tym bardziej, że sieć ta bazuje na małej liczbie zmiennych wejściowych. Przypuszczać można, iż kontynuując tego typu badania, należałoby uwzględnić więcej czynników drzewostanowo-technologicznych, jak np. pochylenie terenu, czy miąższości zrywanych ładunków, co powinno jeszcze zwiększyć skuteczność prezentowanej metody.

WNIOSKI

1. Ubicia gleby powstałe podczas zrywki drewna za pomocą koni i wciągarki MultiFKS są cechą mało przydatną do rozpoznawania środka zrywkowego. Ścięcia pokrywy glebowej wykazują znacznie większą przydatność do osiągnięcia tego celu.

2. Stosując metodę opartą na analizie wykresów rozrzutu powierzchni i objętości naruszeń pokrywy glebowej udało się poprawnie sklasyfikować tylko nieliczne uszkodzenia. Maksymalna skuteczność tej metody wynosiła 18% i to tylko dla zrywki konnej.

3. Sieci neuronowe radziły sobie znacznie lepiej z analizowanym problemem. Najlepsza sieć — perceptron wielowarstwowy — poprawnie typowała środek zrywkowy dla 75 do 97% ścięć pokrywy glebowej.

4. Przedstawione wstępne próby zastosowania sieci neuronowych do analizy zagadnień związanych z uszkodzeniami powstałymi w środowisku leśnym podczas prac pozyskaniowych dały zachęcające rezultaty. Celowe wydaje się dalsze stosowanie tej metody.

5. Przy odpowiednio dużej bazie danych, uwzględniającej więcej czynników charakteryzujących proces pozyskaniowy i drzewostan z wykorzystaniem sieci neuronowych możliwe będzie uzyskanie sprawnego narzędzia do przewidywania rozmiaru szkód w zadanych warunkach.

LITERATURA

- Giefing D.F., Mana M., Grochala S. 1995. *Wpływ cięć pielęgnacyjnych w drzewostanach bukowych na gleby*. Roczn. AR Pozn. Leś. 273, 33: 53–62.
- Helt P., Parol M., Piotrowski P. 2000. *Metody sztucznej inteligencji w elektroenergetyce*. Oficyna Wydawnicza Politechniki, Warszawa.
- Krag R., Higginbotham K., Rothwell R. 1986. *Logging and soil disturbance in southeast British Columbia*. Can. Jour. For. Res. 16: 1345–1354.
- Laurow Z. 1990. *Wpływ wybranych procesów technologicznych pozyskiwania drewna na zrębie na stan gleby*. [W:] *Reakcja ekosystemów leśnych i ich elementów składowych na antropopresję*. A. Szulecki (red.). Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa.

- Messingerova V. 1997. *Skody na ostavajucim poraste a podnom povrhu po sustredovani dreva vo flysovej oblasti*. Acta Fac. For. 39: 205–216.
- Raport o stanie lasów w Polsce 2002. Praca zbior. 2003. PGL Lasy Państwowe, Warszawa.
- Sowa J.M. 2000. *Pozyskiwanie drewna w górach*. [W:] *Poradnik użytkownika lasu*. M. Suwała (red.). Wydawnictwo Świat, Warszawa.
- Sowa J., Kulak D. 2008. *Poziom uszkodzeń powierzchniowych warstw gleby powstałych podczas zrywki konnej i wykonanej wciągarką napędzaną silnikiem pilarki w późnych trzebieżach drzewostanów sosnowych*. Inżynieria Rolnicza 1(99): 353–361.
- Sowa J., Kulak D., Szewczyk G. 2008. *The influence of the skidding distance on the value of damage done to the surface soil layer in the course of timber harvesting in pine thinnings*. [W:] U. Seeling, K. Bleile, A. Klares (red.) *Formec'08. Mater. 41 Międzynar. Symp. Schmalleberg 2008*: 81–86.
- Sowa J.M., Stańczykiewicz A. 2005. *Determination of selected logging technologies impact, in thinned coniferous stands, on damage level of trees*. [W:] *Ecological, Ergonomic and Economical Optimization of Forest Utilization in Sustainable Forest Management*. J.M. Sowa (red.). Mater. Międzynar. Konf. Nauk. Kraków 2005: 275–281.
- StatSoft, Inc. (2006). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.

Summary

Dariusz Kulak

Possibilities of determination of kind of the logrolling means on the basis of range and nature of top soil layer derogation

The aim of the present work is to establish if differences in size of the disturbances of the top soil layer that arisen while logging with use of different means are big enough, as to determine which method of logging they come from. The investigation was carried out in a forest stand described in Table 1. Both felling and debranching was accomplished with engine chain saw, whereas logging with horse skidding and skidding made with the MultiFKS hoisting winch that is driven by the engine of the sawing machine. After the logging operation has been accomplished, the arisen damages of the top soil layer. On the basis of graphical analysis of the diagrams of surface scattering (Fig. 1) and compacting volume (Fig. 2), as well as surface (Fig. 3) and volume of soil cover cutting-off (Fig. 4) we have undertaken an attempt to recognize which process of logging is responsible for the found damages. It turned out that this method featured with small efficiency — up to 18%. Therefore we attempted to attribute damage of soil cover to certain logging technology by means of artificial neuron networks. Schemes of two networks featured with maximal efficiency have been presented in Figures 5 and 6. Application of the two networks allowed correct selection of the causative factor for 75% for soil damage being a result of horse skidding and as much as 96.8% being a result of use of the MultiFKS hoisting winch. Detailed specification of efficiency of the constructed neuron networks for individual means of skidding have been presented in Table 2.

*Department of Forest and Wood Utilization
Agricultural University in Krakow*

MATERIAŁ LĘGOWY KÓZKOWATYCH (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) W TENCZYŃSKIM PARKU KRAJOBRAZOWYM NA WYŻYNIIE KRAKOWSKIEJ

Jakub Michalcewicz

Katedra Entomologii Leśnej
Uniwersytet Rolniczy
al. 29 Listopada 46
PL 31-425 Kraków
e-mail: j.michalcewicz@ur.krakow.pl

ABSTRACT

J. Michalcewicz 2010. *Breeding material of longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) within the Tenczyński Landscape Park in the Kraków Upland.* Acta Agr. Silv. ser. Silv. 48: 43–59.

Trophic relations for larvae of 68 species of longhorn beetles were determined, based mainly on my own field studies carried out between 1999 and 2002 within the Tenczyński Landscape Park in the Kraków Upland (southern Poland). The list of host plants for *Cerambycidae* larvae includes 46 taxa (mainly at the species level), chiefly trees and shrubs, classified within 13 categories of the breeding material.

KEY WORDS: *Coleoptera*, *Cerambycidae*, ecology, host plants of larvae, southern Poland, Kraków Upland

SŁOWA KLUCZOWE: *Coleoptera*, *Cerambycidae*, ekologia, rośliny żywicielskie larw, południowa Polska, Wyżyna Krakowska

I. WSTĘP

Kózkowate (*Cerambycidae*) to chrząszcze związane głównie z lasami — larwy żyją najczęściej pod korą lub w drewnie drzew i krzewów. Mniej liczne są gatunki związane z roślinnością zielną, a sporadycznie rozwój odbywa się w glebie (Gutowski 2004). Larwy kózkowatych są fitofagami i saprofagami, choć w niektórych okolicznościach może wystąpić okresowo zoofagia, w tym też kanibalizm. U larw występuje dość daleko posunięta specjalizacja pokarmowa. Wśród kózkowatych licznie reprezentowane są oligofagi, rozwijające się w drewnie i pod korą kilku spokrewnionych rodzajów drzew oraz polifagi, które żerują w wielu roślinach żywicielskich. Niektóre gatunki należą do monofagów, przywiązanych tylko do jednego rodzaju lub nawet gatunku drzewa lub krzewu. Żerowanie larw *Cerambycidae* trwa od roku do kilku lat (Starzyk 1999).

Ze względu na stosunkowo duże zróżnicowanie gatunkowe, różnorodne powiązania troficzne, szerokie rozprzestrzenienie, a niekiedy też wysoką frekwencję i abudancję oraz dynamizm zmian jakościowo-ilościowych w krót-

kich odstępach czasu, kózki odgrywają istotną rolę w funkcjonowaniu ekosystemów leśnych, przede wszystkim jako fitofagi i saprofagi. Wiele gatunków bierze czynny udział w rozkładzie i mineralizacji starych obumarłych drzew i krzewów oraz ich fragmentów (Starzyk 1999). Stanowią one istotne ogniwo w procesie mikrosukcesji oraz obiegu materii i przepływie energii przez ekosystem leśny (Mamaev i Danilevskij 1979; Gutowski 1995). Wśród kózkowatych znane są gatunki zaliczane do groźnych szkodników leśnych oraz drewna, a także powodujące szkody w sadownictwie i rolnictwie (Gutowski 1995, 2004)

Badania nad materiałem lęgowym kózkowatych w naszym kraju były prowadzone przez różnych autorów (m.in. Starzyk 1979; Gutowski 1984; Zieliński 1999b). Powiązania troficzne larw tej grupy chrząszczy są wciąż jednak niedostatecznie poznane. Celem niniejszych badań, będących częścią szczegółowych studiów autora nad fauną kózkowatych w Tenczyńskim Parku Krajobrazowym (Michalcewicz 2003), było określenie powiązań troficznych larw *Cerambycidae* — poznanie ich roślin żywicielskich i kategorii zasiedlanego materiału.

II. TEREN BADAŃ I METODYKA

Tenczyński Park Krajobrazowy, wchodzący w skład Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych, położony jest w południowej części Wyżyny Krakowskiej, w pobliżu Krakowa, przy czym w części wschodniej na niewielkim obszarze wkracza w granice miasta. Na południowo-zachodnim krańcu sąsiaduje z Kotliną Oświęcimską, a na wschodzie — z Kotliną Sandomierską. Ten liczący ponad 13,5 tys. ha obiekt znajduje się w większości na terenie Garbu Tenczyńskiego, a miejscami na obszarze Rowu Krzeszowickiego i został utworzony w latach 1980–81. Administracyjnie Tenczyński Park Krajobrazowy położony jest na terenie części gmin: Alwernia, Babice, Chrzanów, Kraków, Krzeszowice, Liszki, Trzebinia, Wielka Wieś i Zabierzów (Zinkow 1990; *Rozporządzenie...* 2006). Współczesny obraz szaty roślinnej na obszarze Tenczyńskiego Parku Krajobrazowego został w znacznym stopniu ukształtowany przez działalność człowieka. Roślinność na tym terenie znajduje się obecnie pod stałą presją z jego strony (np. pola uprawne, sady itd.). Park ma częściowo charakter leśny. Spotkać można jeszcze, chociaż rzadko, zbiorowiska leśne, zachowane w stanie zbliżonym do naturalnego (np. buczyny), a także półnaturalne fitocenozy nieleśne.

Informacje dotyczące materiału lęgowego kózkowatych zebrano dla obszaru objętego granicami Tenczyńskiego Parku Krajobrazowego oraz dla jego najbliższego otoczenia. Badania terenowe prowadzono w latach 1999–2002. W celu znalezienia żerowisk i stadiów przedimaginalnych *Cerambycidae* przeprowadzono analizy ich potencjalnego materiału lęgowego (gałęzie, konary, pnie, pniaki, tylce złomów i in.). Część pozyskanego w terenie zasiedlonego materiału przeznaczano do hodowli laboratoryjnych w celu uzyskania *imagines*. Przeanalizowano również dane z kolekcji entomologicznych — przede wszystkim ze zbiorów Katedry Entomologii Leśnej UR w Krakowie oraz Muzeum Przyrod-

niczego ISEZ PAN w Krakowie, informacje z piśmiennictwa dotyczące kózkowatych tego terenu, w większości podanego w Katalogu Fauny Polski (Burakowski i in. 1990), a ponadto zamieszczone w pracach magisterskich wykonanych na Wydziale Leśnym Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Wyższej Szkoły Rolniczej (późn. Akademii Rolniczej) w Krakowie (zob. Michalcewicz 2003), jak również w pracy Spuły (2004).

Podział materiału lęgowego *Cerambycidae* (tab.) na kategorie oparto na pracach Starzyka (1979), Gutowskiego (1984) i Zielińskiego (1999b), dokonując jednak pewnych modyfikacji. Dla potrzeb niniejszych badań wyodrębniono 13 kategorii materiału lęgowego (tab. 1). Do drzew stojących zaliczono zarówno drzewa żywe, obumierające jak i obumarłe na pniu. Do drzew leżących ściętych zaliczono także ich fragmenty, jak również drzewa ścięte nie tylko przez człowieka, ale także przez bobra europejskiego *Castor fiber* L. Nie wyodrębniono jako osobne kategorie materiału — słupków i żerdzi (połączono je w jedną kategorię), ale zachowano odrębność kategorii — belki. Wyżej wymienione kategorie materiału lęgowego dotyczą materiału użytego przez człowieka do budowy różnych ogrodzeń, elementów budynków itp.

III. WYNIKI I DYSKUSJA

Na obszarze Tenczyńskiego Parku Krajobrazowego określono materiał lęgowy dla 68 gatunków kózkowatych, co stanowi ok. 75% wszystkich gatunków odnotowanych w tym obiekcie (Michalcewicz 2003). Należy zaznaczyć, że nie dokonano weryfikacji pierwotnych oznaczeń *Leiopus nebulosus* (L.) w celu ustalenia występowania na badanym terenie dwóch bliźniaczych gatunków: *Leiopus linnei* Wallin, Nylander et Kvamme — który został niedawno opisany (Wallin i in. 2009) i *L. nebulosus*, a w niniejszej pracy zastosowano w powyższym przypadku nazwę rodzajową. Materiał lęgowy kózkowatych na terenie Tenczyńskiego Parku Krajobrazowego z wyszczególnieniem roślin pokarmowych i kategorii materiału lęgowego podano w tabeli 1. Nazewnictwo *Cerambycidae* przyjęto za Gutowskim (2004), a gatunki uszeregowano w kolejności alfabetycznej. Nazwy gatunkowe taksonów roślin przyjęto wg Mirka i in. (2002), a rodzajowe — wg Szafera i in. (1988). Lista roślin pokarmowych larw kózkowatych obejmuje 46 taksonów (głównie w randze gatunku), przede wszystkim drzew i krzewów.

Wyłącznie na drzewach iglastych rozwijało się 25 gatunków *Cerambycidae*, wyłącznie na drzewach i krzewach liściastych 35 gatunków, a na roślinach należących do obu tych grup zanotowano rozwój następujących kózkowatych: *Callidium violaceum* (L.), *Leiopus* Aud.-Serv., *Pogonocherus hispidus* (L.), *Prionus coriarius* (L.), *Rhagium bifasciatum* Fabr. i *R. mordax* (De Geer). W łądogach roślin zielnych przechodziły rozwój 2 gatunki: *Agapanthia villosoviridescens* (De Geer) oraz *Oberea erythrocephala* (Schrank).

Największą polifagicznością wyróżniał się *Leiopus* sp. (26 taksonów roślin żywicielskich). Dużym zakresem polifagiczności cechowały się również: *P. hi-*

Tabela 1 cd. — Table 1 cont.

Gatunek — Species	Roślina żywicielska — Host plant	Kategoria materiału lęgowego — Breeding material category															
		dst	dlś	dlz	dlp	tz	p	l	kg	ds	sż	b	pkd	hrz			
<i>Asenum striatum</i> (L.)	<i>Pinus sylvestris</i> L.						+										
<i>Callidium aeneum</i> (De Geer)	<i>Larix decidua</i> Mill.											+					
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	+										+					
	<i>Pinus sylvestris</i> L.											+					
<i>Callidium violaceum</i> (L.)	<i>Fagus sylvatica</i> L.	+?				+?											
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.											+					
	<i>Pinus banksiana</i> Lamb.											+					
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	+										+					
<i>Chlorophorus herbstii</i> (Brahm)	<i>Quercus</i> L.																
	<i>Corylus avellana</i> L.											+					
<i>Clytus arictis</i> (L.)	<i>Pyrus communis</i> L.	+															
	<i>Quercus</i> L.											+					
<i>Clytus lama</i> Muls.	<i>Abies alba</i> Mill.																
<i>Dinoptera collaris</i> (L.)	<i>Malus domestica</i> Borkh.											+					
<i>Ergates faber</i> (L.)	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.										+?						
	<i>Pinus sylvestris</i> L.																
<i>Exocentrus lusitanus</i> (L.)	<i>Tilia</i> L.																
	<i>Tilia cordata</i> Mill.											+					
	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.											+					
	<i>Cornus sanguinea</i> L.											+					
<i>Glaphyra umbellatarum</i> (Schreb.)	<i>Crataegus</i> L.																
	<i>Malus domestica</i> Borkh.											+					

Gatunek — Species	Roślina żywicielska — Host plant	Kategoria materiału łęgowego — Breeding material category													
		dst	dłś	dłz	dłp	tz	p	l	kg	ds	sż	b	pkd	łrz	
<i>Leptura quadrfasciata</i> L.	<i>Fagus sylvatica</i> L.	+				+		+							
	<i>Salix caprea</i> L.								+						
<i>Menesia bipunctata</i> (Zoubk.)	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.							+							
	<i>Frangula alnus</i> Mill.								+						
<i>Mesosa nebulosa</i> (Fabr.)	<i>Frangula alnus</i> Mill.								+						
	<i>Larix decidua</i> Mill.	+							+						
<i>Moliorchus minor</i> (L.)	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	+	+	+	+	+			+	+					
	<i>Pinus banksiana</i> Lamb.									+					
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	+								+	+				
<i>Monochamus galloprovincialis</i> pistor (Germ.)	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.									+					
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	+								+					
<i>Monochamus saltuarius</i> Gebl.	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	+	+						+						
	<i>Pinus banksiana</i> Lamb.									+					
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	+								+					
<i>Monochamus sutor</i> (L.)	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	+	+							+					
	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.														+
<i>Oberca erythrocephala</i> (Schrank)	<i>Salix</i> L.									+					
	<i>Salix aurita</i> L.										+				
<i>Oberca oculata</i> (L.)	<i>Salix caprea</i> L.	+									+				
	<i>Salix elegans</i> Scop.										+				
	<i>Lonicera xylosteum</i> L.										+				
<i>Oberca pupillata</i> (Gyll.)	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.										+				
<i>Obrrium brunneum</i> (Fabr.)	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	+									+				

Tabela 1 cd. — Table 1 cont.

Gatunek — Species	Roślina żywicielska — Host plant	Kategoria materiału legowego — Breeding material category												
		dst	dlś	dlz	dlp	tz	p	l	kg	ds	sż	b	pkd	lrz
<i>Oxymirus cursor</i> (L.)	<i>Pinus sylvestris</i> L.								+					
<i>Phymatodes testaceus</i> (L.)	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.				+									
	<i>Fagus sylvatica</i> L.				+	+								
	<i>Quercus</i> L.	+	+			+			+					
	<i>Quercus robur</i> L.								+					
	<i>Tilia cordata</i> Mill.								+					
<i>Plagionotus arcuatus</i> (L.)	<i>Quercus</i> L.		+						+					
<i>Pocillium alni</i> (L.)	<i>Quercus</i> L.								+					
<i>Pogonocherus decoratus</i> (Fairm.)	<i>Pinus sylvestris</i> L.								+					
<i>Pogonocherus fasciculatus</i> (De Geer)	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.					+			+					
	<i>Pinus banksiana</i> Lamb.								+					
	<i>Pinus sylvestris</i> L.								+					
<i>Pogonocherus hispidulus</i> (Pill. et Mitt.)	<i>Cornus sanguinea</i> L.								+					
	<i>Corylus avellana</i> L.								+					
	<i>Quercus</i> L.								+					
	<i>Sorbus aucuparia</i> L. emend. Hedl.								+					
	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.								+					
	<i>Ulmus laevis</i> Pall.								+					
<i>Pogonocherus hispidus</i> (L.)	<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.								+					
	<i>Euonymus verrucosus</i> Scop.								+					
	<i>Juglans regia</i> L.								+					
	<i>Malus domestica</i> Borkh.								+					

Tabela 1 cd. — Table 1 cont.

Gatunek — Species	Roslina żywicielska — Host plant	Kategoria materiału lęgowego — Breeding material category													
		dst	dlś	dlz	dlp	tz	p	l	kg	ds	sz	b	pkd	lrz	
<i>Rhagium mordax</i> (De Geer)	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	+		+	+										
	<i>Fagus sylvatica</i> L.			+											
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	+					+								
	<i>Quercus</i> L.	+	+	+		+		+							
	<i>Quercus robur</i> L.	+							+						
<i>Rhagium sycophanta</i> (Schränk)	<i>Betula pendula</i> Roth		+												
	<i>Carpinus betulus</i> L.		+												
	<i>Fagus sylvatica</i> L.					+									
<i>Rhamnusium bicolor</i> (Schränk)	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	+													
	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.							+							
<i>Ropalopus macropus</i> (Germ.)	<i>Malus</i> Mill.														
<i>Rutpela maculata</i> Poda	<i>Corylus avellana</i> L.									+					
	<i>Fagus sylvatica</i> L.					+	+								
	<i>Quercus</i> L.					+									
	<i>Tilia cordata</i> Mill.									+					
<i>Saperda carcharias</i> (L.)	<i>Populus tremula</i> L.	+	+		+										
	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.														
<i>Saperda perforata</i> (Paull.)	<i>Populus tremula</i> L.	+										+			
	<i>Populus tremula</i> L.													+	
<i>Saperda populiæna</i> (L.)	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	+									+				
	<i>Betula</i> L.		+												
	<i>Malus domestica</i> Borkh.	+										+			

Tabela 1 cd. — Table 1 cont.

Gatunek — Species	Roślina żywicielska — Host plant	Kategoria materiału lęgowego — Breeding material category												
		dst	dlś	dlz	dłp	tz	p	l	kg	ds	sz	b	pkd	lrz
<i>Stictoleptura rubra</i> (L.)	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	+	+			+			+					
	<i>Pinus banksiana</i> Lamb.								+					
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	+	+	+	+	+			+		+			
<i>Stictoleptura scutellata</i> (Fabr.)	<i>Fagus sylvatica</i> L.			+	+		+		+					
<i>Tetropium castaneum</i> (L.)	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.			+		+								
<i>Tetropium fuscum</i> (Fabr.)	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	+			+									
<i>Tetropium gabrieli</i> J. Weise	<i>Pinus sylvestris</i> L.													
<i>Tetrops praetustus</i> (L.)	<i>Larix decidua</i> Mill	+					+							
	<i>Cornus sanguinea</i> L.												+	
	<i>Crataegus</i> L.												+	
	<i>Malus domestica</i> Borkh.												+	
	<i>Padus serotina</i> (Ehrh.) Borkh.												+	
	<i>Prunus cemsifera</i> Ehrh.												+	
	<i>Prunus domestica</i> L.												+	
	<i>Pyrus communis</i> L.												+	
	<i>Salix caprea</i> L.												+	
	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.												+	
<i>Xylotrachus rusticus</i> (L.)														
Razem gatunków — Total number of species		31	18	9	13	15	16	7	44	9	4	1	2	2

* Nie dokonano weryfikacji pierwotnych oznaczeń *Leiopus nebulosus* w celu ustalenia występowania na badanym terenie dwóch bliźniaczych gatunków: *Leiopus limnei* i *L. nebulosus* — No verification of the initial identification of *Leiopus nebulosus* was performed in order to determine the occurrence of two twin species in the studied area: *Leiopus limnei* and *L. nebulosus*.

? — Dane nie w pełni udokumentowane lub kategoria materiału lęgowego nie spełnia ściśle ustalonych kryteriów — Not entirely documented data or a breeding material category that does not strictly meet the determined criteria.

Kategorie materiału lęgowego: dst — drzewa stojące, dlś — drzewa leżące ścięte, dlz — drzewa leżące złamane, dlp — drzewa leżące powalone, tz — tyłce złomów, p — pniaki, l — leżanina, kg — konary i gałęzie, ds — drewno stosowe, sz — słupki i żerdzie, b — belki, pkd — pędy krzewów i drzew, lrz — lodygi roślin zielnych.

Categories of the breeding material: dst — standing trees, dlś — cut down trees, dlz — broken trees, dlp — broken trees, dz — stem breakage snags, p — tree stumps, l — fallen dead wood, kg — boughs and branches, ds — stakes and poles, b — timbers, pkd — shoots of shrubs and trees, lrz — stems of herbaceous plants.

spidus i *Stenostola dubia* (Laich.) (po 11 taksonów), *Grammoptera ruficornis* (Fabr.) (9 gatunków) oraz *Saperda scalaris* (L.) i *Tetrops praeustus* (L.) (po 8 taksonów). Rozwój wyłącznie w jednej roślinie odnotowano u 28 gatunków kózkowatych.

Najwięcej gatunków zasiedlało świerk pospolity *Picea abies* (L.) H. Karst. oraz sosnę zwyczajną *Pinus sylvestris* L. — po 22 gatunki, a w dalszej kolejności dąb *Quercus* L. — 13 gat., buk pospolity *Fagus sylvatica* L. i jabłoń domową *Malus domestica* Borkh. — po 10 gat., wierzbę iwę *Salix caprea* L. — 9 gat., leszczynę pospolitą *Corylus avellana* L., modrzew europejski *Larix decidua* Mill. i lipę drobnolistną *Tilia cordata* Mill. — po 8 gat. W przypadku pozostałych roślin liczba gatunków kózkowatych, odżywiających się nimi w stadium larwy była mniejsza, przy czym dla 15 taksonów roślin odnotowano związek wyłącznie z jednym przedstawicielem *Cerambycidae*.

Czynnikami, które mają wpływ na występowanie na materiale lęgowym poszczególnych gatunków kózkowatych są: stan materiału żywicielskiego, oparty na charakterystyce zdrowotnej (drzewa) oraz stopień jego rozkładu i wilgotności (drewno).

Biorąc pod uwagę miejsce i sposób żerowania larw kózkowatych, jak również rodzaj pobieranego pokarmu i miejsce przepoczwarczenia, a także rodzaj i stan opadłego materiału lęgowego, można wyróżnić różne kategorie materiału lęgowego i kilka grup gatunków (Starzyk 1979, 1980, 1999).

Największa liczba gatunków *Cerambycidae* na badanym obszarze zasiedlała konary i gałęzie (44). Kolejność pozostałych kategorii była następująca: drzewa stojące (31 gat.), drzewa leżące ścięte (18), pniaki (16), tylce złomów (15), drzewa leżące powalone (13), drzewa leżące złamane i drewno stosowe (po 9), leżanina (7), słupki i żerdzie (4), pędy krzewów i drzew oraz łodygi roślin zielnych (po 2 gat.), belki (1 gatunek). Uwagę zwraca duża liczba gatunków rozwijająca się w konarach i gałęziach, co jest dowodem jak istotną bazę rozwojową dla omawianej grupy chrząszczy stanowi ta kategoria materiału lęgowego.

Największym spektrum troficznym, biorąc pod uwagę kategorię materiału lęgowego, charakteryzowały się: *Arhopalus rusticus* (L.), *Leipus* sp., *Molorchus minor* (L.) i *R. mordax* (8 kategorii materiału lęgowego), *Stictoleptura rubra* (L.) (7), *Phymatodes testaceus* (L.), *S. scalaris* i *Rhagium inquisitor* (L.) (6), *Anaglyptus mysticus* (L.) i *Stictoleptura scutellata* (Fabr.) (5), *Leptura quadrifasciata* L., *P. coriarius*, *Monochamus saltuarius* Gebl. i *M. sutor* (L.) (4). Pozostałe gatunki występowały na 1 do 3 kategorii materiału lęgowego. Rozwój wyłącznie w jednej kategorii materiału lęgowego stwierdzono u 25 gatunków kózkowatych.

Należy zaznaczyć, że wiele gatunków *Cerambycidae* charakteryzuje się dużą plastycznością ekologiczną, zasiedlając różne rodzaje materiału lęgowego, natomiast niektóre mają ściśle określone wymagania troficzne. U wielu gatunków występuje wyraźna preferencja dotycząca grubości materiału lęgowego i warunków mikrosiedliskowych (Starzyk 1999). Na badanym terenie stwierdzono np. gatunki charakteryzujące się spektrum troficznym, obejmującym kilka kategorii materiału lęgowego (m. in. *M. minor*), a także występujące wyłącznie na określonym materiale. Przykładowo, baza żerowa *Exocentrus lusitanus* (L.) zоста-

ła zaliczona wyłącznie do kategorii konarów i gałęzi, a *Hylotrupes bajulus* (L.) zasiedlał jedynie belki użyte do budowy budynków mieszkalnych i gospodarskich. Trzeba zwrócić uwagę na fakt, że gatunki stwierdzone np. na drewnie stosowym mogły zasiedlać drzewo przed ścinką.

Rozwój larwalny poszczególnych gatunków nie zawsze odbywa się w sposób dla nich typowy. Odmienne sposoby żerowania podyktowany jest m.in. charakterem materiału lęgowego, warunkami środowiskowymi oraz wymaganiami ekologicznymi danego gatunku. Na badanym terenie taki nietypowy sposób żerowania odnotowano u *R. mordax*. Podczas badań własnych stwierdzono żerowanie tej kózki w drewnie *A. glutinosa*. Spuła (2004) podaje informację o znalezieniu larwy *R. mordax* w drewnie *F. sylvatica*. W zbiorach dowodowych do pracy magisterskiej Szafarskiego (1976) znajdują się żerowiska larw *R. mordax* w wierzchnich warstwach drewna brzozy omszonej *Betula pubescens* Ehrh. Żerowanie tej kózki w drewnie było już opisywane (Starzyk 1979; Gutowski 1984; Zieliński 1999a).

Autor stwierdził ponadto, podobnie jak Zieliński (1999b), kilka interesujących sposobów żerowania larw *Cerambycidae*. Takie gatunki jak *Tetropium castaneum* (L.) (na *P. abies*) i *S. scalaris* (na śliwie domowej *Prunus domestica* L.) kończyły niekiedy swój rozwój pod korą, nie wygryzając charakterystycznych kolebek poczwarkowych w powierzchniowych warstwach drewna. Być może jest to skutkiem osłabienia larw, jak uważa Zieliński (1999b). Specyficzne, choć odmienne sposoby żerowania można tłumaczyć m.in. plastycznością ekologiczną danego gatunku czy specyficznymi warunkami troficznymi w danym mikrosiedlisku (np. fragmencie pnia), określającymi taki sposób żerowania. W przypadku *Leiopus* sp. odnotowano przykładowo niekiedy dość silne naruszenie powierzchniowych warstw drewna (kolebki poczwarkowe), podobnie jak to stwierdził wspomniany wyżej autor. Nie spotykano natomiast na badanym obszarze tak spektakularnego zasiedlania bardzo cienkiego materiału lęgowego przez niektóre kózkowate, jak to opisuje Zieliński (1999b) w Lasach Mirachowskich.

Powiązania troficzne larw kózkowatych na badanym terenie zostały poznane w stopniu wysokim, choć nie wyczerpuje to tego tematu, bardzo interesującego z punktu widzenia lepszego poznania biologii, ekologii i możliwości ochrony tej rodziny chrząszczy. Niektóre podane powiązania wymagałyby większego udokumentowania. Materiał lęgowy kózkowatych, który w dużej części stanowią zamierające i martwe drzewa, krzewy oraz ich części, jest na badanym terenie bardzo istotnym, wciąż mało docenianym środowiskiem życia tych bezkręgowców i cennym źródłem bioróżnorodności.

PODZIĘKOWANIA

Pragnę podziękować Panu prof. dr. hab. Jerzemu R. Starzykowi za pomoc w oznaczeniu części okazów kózkowatych.

LITERATURA

- Burakowski B., Mroczkowski M., Stefańska J. 1990. *Chrzęszcze — Coleoptera, Cerambycidae i Bruchidae*. Katalog Fauny Polski. PWN, Warszawa, XXIII, 15, 312 pp.
- Gutowski J.M. 1984. *Kózkowate (Coleoptera: Cerambycidae) Puszczy Białowieskiej — studium ekologiczno-biocenotyczne*. Praca doktorska. Ms., Zakład Ochrony Przyrody Instytutu Badawczego Leśnictwa w Białowieży.
- Gutowski J.M. 1995. *Kózkowate (Coleoptera: Cerambycidae) wschodniej części Polski*. Prace Inst. Bad. Leśn. ser. A, 811: 1–189.
- Gutowski J.M. 2004. *Kózkowate (Cerambycidae)*. [W:] *Fauna Polski — charakterystyka i wykaz gatunków*. W. Bogdanowicz, E. Chudzicka, I. Pilipiuk, E. Skibińska (red.). Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- Mamaev B.M., Danilevskij M.L. 1979. *Progress k izučenii fauny i biologii żuków — drovoosekov v svjazi z zadačej ich ekologicznoj klassifikacii (Coleoptera, Cerambycidae)*. [W:] *Nasekomye — razrušiteli drevesiny i ich entomofagi*. Moskva, Izd. Nauka.
- Michalciewicz J. 2003. *Kózkowate (Coleoptera: Cerambycidae) Tenczyńskiego Parku Krajobrazowego na Wyżynie Krakowskiej*. Rozprawa doktorska. Ms., Katedra Entomologii Leśnej AR w Krakowie.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M. 2002. *Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- Rozporządzenie Nr 83/06 Wojewody Małopolskiego z dnia 17 października 2006 r. w sprawie Tenczyńskiego Parku Krajobrazowego. Dziennik Urzędowy Województwa Małopolskiego Nr 655, Poz.: 3999.
- Spuła K. 2004. *Owady zasiedlające buka zwyczajnego *Fagus sylvatica* L. w rezerwacie Bukowica w Tenczyńskim Parku Krajobrazowym*. Praca magisterska. Ms., Katedra Entomologii Leśnej AR w Krakowie.
- Starzyk J.R. 1979. *Rośliny żywicielskie, materiał lęgowy i powiązania troficzne kózkowatych (Col., Cerambycidae) w Puszczy Niepołomickiej*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 18: 139–160.
- Starzyk J.R. 1980. *Znaczenie gospodarcze i rola biocenotyczna kózkowatych (Col., Cerambycidae) w Puszczy Niepołomickiej*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 19: 119–135.
- Starzyk J. R. 1999. *Rola kózkowatych (Coleoptera: Cerambycidae) w ekosystemach leśnych oraz ich znaczenie gospodarcze*. Sylwan 143, 11: 5–22.
- Szafarski J. 1976. *Zespoły szkodników wtórnych i technicznych brzozy omszonej, *Betula pubescens* Ehrh. w wybranych drzewostanach Puszczy Dulowskiej*. Praca magisterska. Ms., Instytut Ochrony Lasu AR w Krakowie.
- Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B. 1988. *Rośliny polskie*. PWN, Warszawa.
- Wallin H., Nylander U., Kvamme T. 2009. *Two sibling species of *Leipus* Audinet-Serville, 1835 (Coleoptera: Cerambycidae) from Europe: *L. nebulosus* (Linnaeus, 1758) and *L. linnei* sp. nov.* Zootaxa 2010: 31–45.
- Zieliński S. 1999a. *Nietypowy sposób żerowania larw rębacza szarego *Rhagium mordax* (Deg.) (Coleoptera, Cerambycidae) w drewnie brzozy omszonej *Betula pubescens* Ehrh. oraz nowe rośliny żywicielskie larw tego gatunku*. Przegl. Zool. 43: 121–124.
- Zieliński S. 1999b. *Kózkowate (Coleoptera: Cerambycidae) Lasów Mirachowskich na Pojezierzu Kaszubskim*. Rozprawa doktorska. Ms., Katedra Entomologii Leśnej AR w Krakowie.
- Zinkow J. 1990. *Zespół Jurajskich Parków Krajobrazowych. Ojcowski Park Narodowy. Przewodnik przyrodniczo-krajoznawczy. Część 1 i 2*. Wydawnictwo PTTK „Kraj”, Warszawa.

Summary

Jakub Michalcewicz

Breeding material of longhorn beetles (*Coleoptera: Cerambycidae*) within the Tenczyński Landscape Park in the Kraków Upland

The breeding material was determined for larvae of 68 species of longhorn beetles in the area of the Tenczyński Landscape Park. The list of host plants includes 46 taxa (mainly at the species level), chiefly trees and shrubs, and also herbaceous plants. One should emphasize that no verification of the initial identification of *Leiopus nebulosus* (L.) was performed in order to determine the occurrence of two twin species in the studied area: *Leiopus linnei* Wallin, Nylander et Kvamme (which was recently described) and *L. nebulosus*. In the this paper, the generic name was applied for the aforementioned case. *Leiopus* Aud.-Serv. (26 taxa of host plants) was the most polyphagous one. Also species, such as *Pogonocherus hispidus* (L.), *Stenostola dubia* (Laich.), *Grammoptera ruficornis* (Fabr.), *Saperda scalaris* (L.) and *Tetrops praeustus* (L.) were characterized by the large extent of polyphagy. The development in exclusively one plant was recorded for 28 species. The largest numbers of species inhabited the Norway spruce *Picea abies* (L.) H. Karst. and the Scots pine *Pinus sylvestris* L. — 22 species per each tree species, as well as oak *Quercus* L. — 13 species. The connection with only one representative of *Cerambycidae* was recorded for 15 plant taxa. The largest number of *Cerambycidae* species inhabited within boughs and branches (44 species), as well as standing trees (31 species.). Taking the breeding material category into account, the following taxa were characterized by the broadest trophic spectrum: *Arhopalus rusticus* (L.), *Leiopus* sp., *Molorchus minor* (L.) and *Rhagium mordax* (De Geer) (8 breeding material categories each), whereas the development in only one breeding material category was found for 25 species of longhorn beetles. Trophic relations of larvae of longhorn beetles in the studied area were comprehensively explored. In the future, this type of research is well-founded in order to learn more about biology, ecology and possibilities of protecting this group. One should emphasize an important role played by these beetles in the functioning of forest ecosystems within the studied area, mainly as phytophagous and saprophagous organisms. In the Tenczyński Landscape Park, dying out and dead trees, shrubs and their parts, which to a great extent constitute the breeding material of longhorn beetles are very significant, yet not much appreciated, habitat of these invertebrates and a valuable source of biodiversity.

*Department of Forest Entomology
University of Agriculture in Krakow*

WZROST I ROZWÓJ W UPRAWIE SOSNY ZWYCZAJNEJ INOKULOWANEJ RÓŻNYMI SZCZEPAMI GRZYBA *RHIZOPOGON ROSEOLUS* (CORDA) TH. FR.

Rafał Ważny

Katedra Fitopatologii Leśnej
Uniwersytet Rolniczy
al. 29 Listopada 46
PL 31-425 Kraków, Poland
r.wazny@ur.krakow.pl

ABSTRACT

R. Ważny 2010. *Growth Scots pine seedlings inoculated with different strains of Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. *after outplanting*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 48: 61–69.

Scots pine seedlings inoculated with 11 strains *Rhizopogon roseolus* were planted out on silviculture area in March 2007. After 2 and 3 vegetation seasons height, stem diameter, number of buds and lateral shoot, length of the lateral shoots last season and seedlings survival were studied. The highest were seedlings inoculated with strain A, C, D, G, J and K (after 2 and 3 years). However the most thickness were seedlings inoculated with strain J (after 2 year) and D, E, J (after 3 year). Survival of seedlings was higher than 85%, without seedlings inoculated strain H.

KEY WORDS: ectomycorrhiza, *Rhizopogon roseolus*, *Pinus sylvestris*

SŁOWA KLUCZOWE: ektomikoryza, *Rhizopogon roseolus*, *Pinus sylvestris*

I. WSTĘP I CEL PRACY

Zainteresowanie selekcją gatunków i szczepów grzybów ektomikoryzowych, które można wykorzystać w technologii sterowanej mikoryzacji sadzonek drzew leśnych jest stale aktualne. Zmierza bowiem do powiększenia zestawu tych gatunków i szczepów grzybów, które wykazują najbardziej korzystne działanie ochronne roślin w stosunku do różnych stresowych czynników abiotycznych oraz biotycznych (Grzywacz 2009; Kowalski 1998; Marx 1980; Pachlewski 1983).

Dużą tolerancją na niedostępność wody, zróżnicowane pH (Duñabeitia i in. 2004), zanieczyszczenia metalami ciężkimi (Duñabeitia i in. 2004; Turnau i in. 1996), stres wodny i ekstremalne temperatury (Sánchez i in. 2001) charakteryzuje się grzyb *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. Należy on do grupy grzybów o długodystansowym typie grzybni eksploracyjnej (Agerer 2001), co pozwala pobierać znaczne ilości składników pokarmowych z gleby. Jest ważnym symbiontem ektomikoryzowym dla rodziny *Pinaceae* (Molina i Trappe 1994). Gatunki grzybów, należące do rodzaju *Rhizopogon*, zwiększają przeżywalność sadzonek *Pinus pinea* wprowadzanych na grunty porolne (Parladé i in. 2004) oraz

mogą prowadzić do zwiększenia występowania *Pseudotsuga menziessi* (Pera i in. 1999). Rincón i in. (2001) oraz Molina i Trappe (1994) uważają *R. roseolus* za dobry gatunek do programów inokulacji sosny prowadzonych w rejonie Morza Śródziemnego.

Te wszystkie cechy przemawiają za stosowaniem tego gatunku grzyba w badaniach selekcyjnych grzybów ektomikoryzowych towarzyszących sośnie.

Niniejsza praca jest kontynuacją badań prowadzonych przez autora nad wpływem *R. roseolus* na parametry wzrostowe sosny zwyczajnej (Ważny 2008). Otrzymane dotychczas wyniki, po jednorocznym wzroście sadzonek w szkółce, skłoniły do dalszych badań ich wzrostu i rozwoju w uprawie leśnej. Ostateczna ocena zabiegu sterowanej mikoryzacji powinna mieć miejsce dopiero po kilku latach ich wzrostu w uprawie, gdzie dochodzi kolejny czynnik selekcyjny, jakim jest opór mikrobiologiczny środowiska (Kowalski 1998).

Celem przeprowadzonych badań było wykazanie wpływu różnych szczepów grzyba *Rhizopogon roseolus* na cechy biometryczne oraz przeżywalność sadzonek sosny zwyczajnej po pierwszym, drugim i trzecim roku wzrostu w uprawie.

II. MATERIAŁY I METODY

Badania przeprowadzono w Nadleśnictwie Rudy Raciborskie na powierzchni doświadczalnej w oddziale 12c01 Leśnictwa Lubieszów. Uprawę założono wiosną 2007 roku na powierzchni pozrębowej (siedlisko: BMśw, typ gleby: rdzawa właściwa, gatunek gleby: piasek luźny i słabogliniasty na piasku luźnym i słabogliniastym zwirowatym) według przyjętego schematu rozmieszczenia kombinacji doświadczalnych na powierzchni. Wysadzono ogółem 7200 sadzonek sosny zwyczajnej po około 600 sadzonek w każdej z dwunastu kombinacji doświadczalnych. Były to jednoroczne sadzonki z hodowli kontenerowej, które wiosną 2006 roku były poddane zabiegowi sterowanej mikoryzacji jedenastoma różnymi szczepami grzyba *R. roseolus* (od 80/05 A do 80/05 K — dla przejrzystości tekstu w dalszej części używa się symboli od A do K) przez S. Kowalskiego, techniką analogiczną jak w metodzie mikoryzacji z *Hebeloma crustuliniforme* (Kowalski 2007). Sadzonki zmikoryzowane grzybem *H. crustuliniforme* posłużyły jako kombinacja porównawcza.

Pomiaru sadzonek dokonano po drugim i trzecim roku wzrostu w uprawie. Pomierzono następujące parametry wzrostowe: wysokość, średnicę w szyi korzeniowej, roczny przyrost wysokości, długość pędów bocznych ostatniego okółka, a także policzono liczbę pączków szczytowych, liczbę pędów bocznych ostatniego okółka oraz liczbę wypadów. Pomiarami objęto co 8 sadzonkę, łącznie około 75 sadzonek dla każdej kombinacji doświadczalnej. Pomiar przyrostu wysokości po drugim roku umożliwił obliczenie wysokości sadzonek w uprawie jednorocznej.

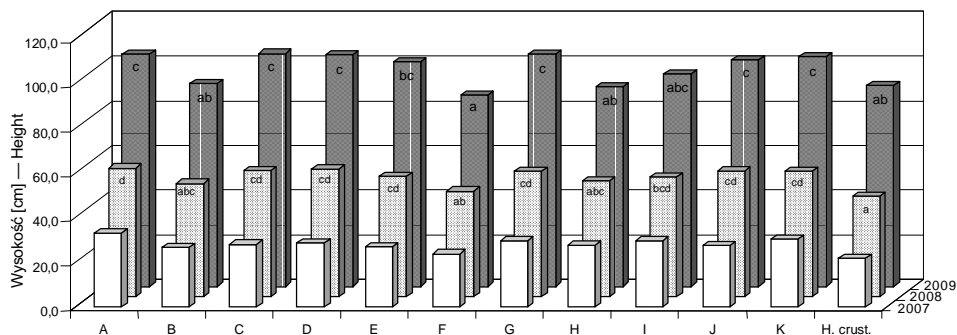
Uzyskane wyniki zostały poddane analizom statystycznym na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ w programie Statistica — wersja 8.

III. WYNIKI

Po pierwszym roku wzrostu w uprawie stosunkowo najwyższe były sadzonki inokulowane szczepem A — 33,2 cm (ryc. 1), nieco niższe — sadzonki inokulowane szczepem K (30,8 cm), G (30,0 cm) oraz I (29,9 cm), najmniejsze natomiast sadzonki w kombinacji z *Hebeloma crustuliniforme* — 22,2 cm oraz w kombinacji F (24,1 cm). Największym przyrostem wysokości po pierwszym roku cechowały się sadzonki inokulowane szczepem A — 15,5 cm, oraz I — 14,9 cm (ryc. 3).

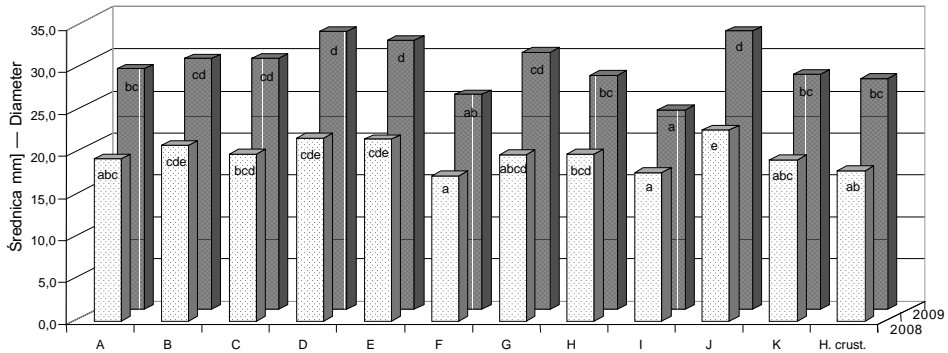
Po drugim roku wzrostu w uprawie najwyższą wysokość osiągnęły sadzonki inokulowane szczepem A — 57,8 cm (ryc. 1). Wysokość ta była istotnie statystycznie wyższa w porównaniu z sadzonkami inokulowanymi szczepami B, F, H oraz *H. crustuliniforme*. Nieco niższe były sadzonki w kombinacji C, D, G, J, K (56,2–57,2 cm). Najmniejszą wysokością charakteryzowały się sadzonki w kombinacji z *H. crustuliniforme* — 44,9 cm, które były istotnie statystycznie niższe od sadzonek w kombinacji A, C, D, E, G, I, J oraz K. Największy przyrost wysokości stwierdzono u sadzonek w kombinacji J — 28,7 cm (ryc. 3), a najmniejszy u sadzonek inokulowanych *H. crustuliniforme* — 22,7 cm. Największą średnicę w szyi korzeniowej stwierdzono u sadzonek inokulowanych szczepem J — 22,7 mm (ryc. 2), które okazały się istotnie statystycznie grubsze od sadzonek w kombinacji A, C, F, G, H, I, K oraz kombinacji z *H. crustuliniforme*. Natomiast najmniejszą średnicę wykazały sadzonki inokulowane szczepem F — 17,3 mm oraz I — 17,6 mm — były one istotnie statystycznie cieńsze od sadzonek w kombinacji B, C, D, E, H, J.

Najobfitsze w pączki na pędzie głównym po drugim roku okazały się sadzonki inokulowane szczepem E (tab. 1) — ich średnia liczba wyniosła 12,4 i była istotnie statystycznie większa od liczby pączków u sadzonek w kombinacji A, F, I. Najmniej pączków stwierdzono u sadzonek w kombinacji I —



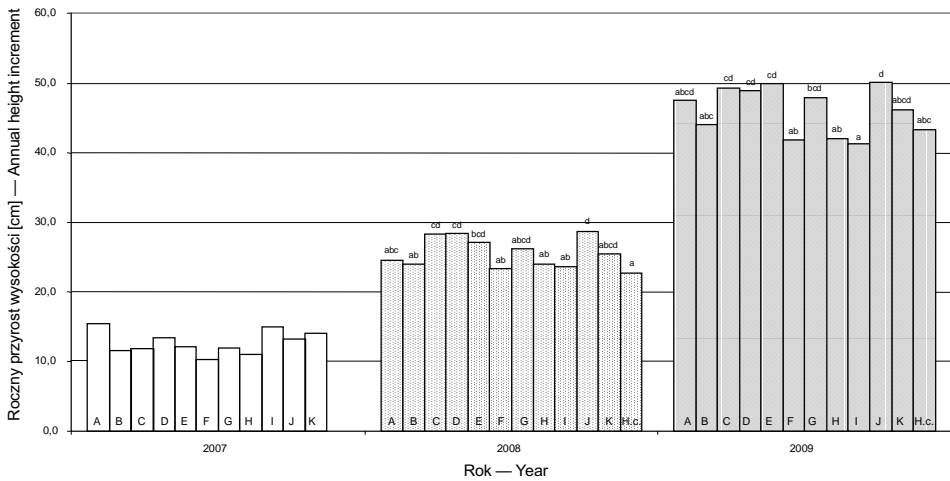
Ryc. 1. Wysokość sadzonek sosny inokulowanych różnymi szczepami *R. roseolus* (od A do K) oraz *H. crustuliniforme* po pierwszym, drugim i trzecim roku w uprawie (jednakowe litery oznaczają brak istotnych różnic)

Fig. 1. Height of Scots pine seedlings inoculated with different strains of *R. roseolus* (from A to K) and *H. crustuliniforme* in first, second and third year after outplanting (the same letters mean lack of significant differences)



Ryc. 2. Grubość sadzonek sosny inokulowanych różnymi szczepami *R. roseolus* (od A do K) oraz *H. crustuliniforme* po drugim i trzecim roku w uprawie (jednakowe litery oznaczają brak istotnych różnic)

Fig. 2. Stem diameter of Scots pine seedlings inoculated with different strains of *R. roseolus* (from A to K) and *H. crustuliniforme* in second and third year after outplanting (the same letters mean lack of significant differences)



Ryc. 3. Roczny przyrost wysokości sadzonek sosny inokulowanych różnymi szczepami *R. roseolus* (od A do K) oraz *H. crustuliniforme* po pierwszym, drugim i trzecim roku w uprawie (jednakowe litery oznaczają brak istotnych różnic)

Fig. 3. Annual height increment Scots pine seedlings inoculated with different strains of *R. roseolus* (from A to K) and *H. crustuliniforme* in first, second and third year after outplanting (the same letters mean lack of significant differences)

średnio 6,9. Natomiast średnia liczba pędów ostatniego okółka osiągnęła najwyższą wartość u sadzonek w kombinacji E oraz J — po 9,6 (tab. 1) i była istotnie statystycznie większa od tej u sadzonek w kombinacji A, I oraz sadzonek szczepionych grzybem *H. crustuliniforme*. Najmniej pędów stwierdzono u sadzonek w kombinacji I oraz w kombinacji z *H. crustuliniforme* (średnio 6,6).

Tabela 1 — Table 1

Liczba pączków na pędzie głównym i pędów ostatniego okółka oraz średnia długość pędów bocznych ostatniego okółka sadzonek sosny inokulowanych różnymi szczepami *R. roseolus* (od A do K) oraz *H. crustuliniforme* po drugim i trzecim roku od wysadzenia w uprawie (jednakowe litery oznaczają brak istotnych różnic)

Number of buds on main shoot, number of lateral shoots last season and mean length lateral shoots last season of Scots pine seedlings inoculated with different strains of *R. roseolus* (from A to K) and *H. crustuliniforme* in second and third year after outplanting (the same letters mean lack of significant differences)

Szczep Strain	Liczba pączków na pędzie głównym Number of buds on main shoot		Liczba pędów ostatniego okółka Number of lateral shoots last season		Średnia długość pędów bocznych ostatniego okółka Mean length lateral shoots last season
	2008	2009	2008	2009	2009
A	9,5 b	7,8 ab	7,2 a	8,2 abcd	24,8 ab
B	12,3 bc	8,9 b	7,7 ab	9,6 bcd	22,8 ab
C	10,8 bc	8,5 ab	8,2 ab	8,4 bcd	25,9 b
D	11,3 bc	8,3 ab	8,3 ab	9,9 d	24,2 ab
E	12,4 c	9,0 b	9,6 b	9,7 cd	24,7 ab
F	9,3 ab	6,9 a	7,9 ab	8,1 abcd	21,1 a
G	9,8 bc	7,7 ab	8,1 ab	7,5 ab	25,0 ab
H	10,6 bc	8,5 ab	8,3 ab	7,9 abc	22,5 ab
I	6,9 a	7,2 ab	6,6 a	6,4 a	22,8 ab
J	11,1 bc	8,0 ab	9,6 b	9,2 bcd	25,6 b
K	9,9 bc	7,4 ab	8,1 ab	7,5 ab	24,3 ab
H. crust.	10,0 bc	9,0 b	6,6 a	7,9 abc	23,0 ab

Po trzecim roku wzrostu w uprawie najwyższe okazały się sadzonki inokulowane szczepem J, K, D, A, G i C (ich średnie wysokości wyniosły odpowiednio od 101,6 do 104,5 cm). Wysokości tych sadzonek nie różniły się istotnie statystycznie. Natomiast były one istotnie statystycznie wyższe od wysokości sadzonek w kombinacjach: B, F, H oraz szczepionych *H. crustuliniforme*. Najniższe sadzonki występowały w kombinacji F (85,7 cm).

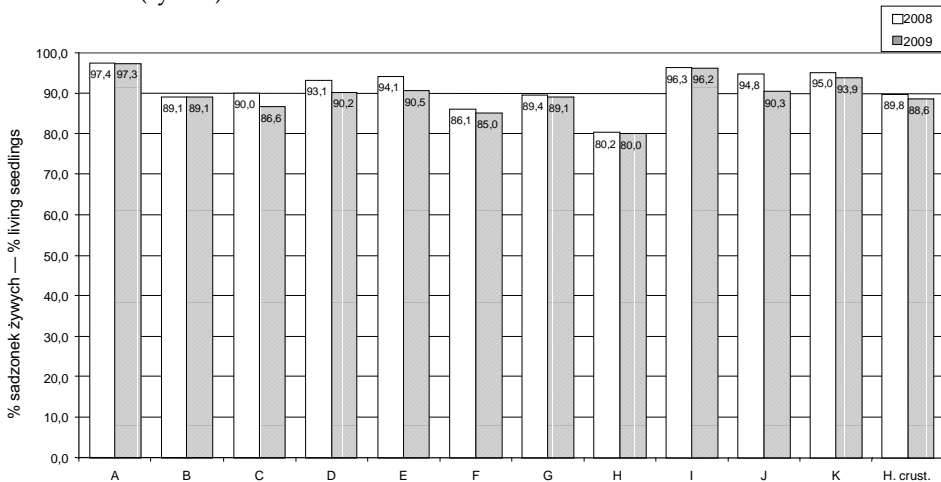
Przyrost wysokości sadzonek sosny po trzecim roku w uprawie okazał się znacznie większy niż w poprzednich latach (ryc. 3). Największą wartość osiągnął u sadzonek inokulowanych szczepem J — 50,0 cm. Zbliżoną to tej wartość osiągnęły sosny inokulowane szczepem C, D i E (48,9–49,9 cm). Przyrost wysokości sadzonek w kombinacji J był statystycznie istotnie większy niż u sadzonek w kombinacjach: B, F, H, I oraz kombinacji z *H. crustuliniforme*.

Największą średnicę w szyi korzeniowej po trzecim roku zanotowano u sadzonek inokulowanych szczepem D i J — po 33,1 mm oraz E — 32,0 mm

(ryc. 2). Między tymi sadzonkami a sadzonkami z kombinacji A, F, H, I, K oraz kombinacji z *H. crustuliniforme* stwierdzono różnice istotne statystycznie tego parametru. Najcieńsze były sadzonki w kombinacji I. Ich średnia średnica w szyi korzeniowej wynosiła jedynie 23,7 mm (ryc. 2).

Po trzecim roku wzrostu w uprawie najwięcej pączków na pędzie głównym stwierdzono u sadzonek w kombinacji z *H. crustuliniforme* oraz kombinacji E — średnio po 9,0, a także w kombinacji B — 8,9 (tab. 1). U sadzonek w tych kombinacjach było statystycznie istotnie więcej pączków niż u sadzonek inokulowanych szczepem F, gdzie stwierdzono ich najmniej, bo jedynie 6,9 (tab. 1). Natomiast największą ilość pędów bocznych ostatniego okółka (średnio 9,9) zanotowano u sadzonek inokulowanych szczepem D (tab. 1). Było ich statystycznie istotnie więcej niż u sadzonek w kombinacji G, H, I, K oraz z *H. crustuliniforme*. Najmniej pędów (średnio 6,4), podobnie jak przed rokiem, stwierdzono u sadzonek w kombinacji I (tab. 1). Średnia długość pędów bocznych ostatniego okółka u sadzonek nie różniła się między kombinacjami, z wyjątkiem sadzonek z kombinacji F o najkrótszych pędach (21,1 cm), a sadzonkami z kombinacji C i J o najdłuższych pędach (odpowiednio 25,9 i 25,6), u których występujące różnice były istotne statystycznie (tab. 1).

Procent udatności nasadzeń wahał się w granicach od 80,0 do 97,4 (ryc. 4). Przy czym należy zaznaczyć, że po 3 roku nie zmienił się on lub uległ nieznacznemu obniżeniu w stosunku do roku poprzedniego. Statystycznie istotny spadek liczby żywych sadzonek między tymi dwoma kolejnymi latami zaznaczył się jedynie w dwóch kombinacjach: E oraz J. Największą przeżywalnością po 3 roku (powyżej 90%) charakteryzowały się sadzonki sosny inokulowane szczepami A, D, E, I, J, K, a najmniejszą — sadzonki inokulowane szczepem H — 80% (ryc. 4).



Ryc. 4. Przeżywalność sadzonek sosny inokulowanych różnymi szczepami *R. roseolus* (od A do K) oraz *H. crustuliniforme* po drugim i trzecim roku w uprawie

Fig. 4. Survival of Scots pine seedlings inoculated with different strains of *R. roseolus* (from A to K) and *H. crustuliniforme* in second and third year after outplanting

IV. DYSKUSJA

Z przeprowadzonych badań wynika, że sadzonki sosny zwyczajnej inokulowane wybranymi szczepami grzyba *Rhizopogon roseolus* były wyższe w porównaniu z sadzonkami inokulowanymi grzybem *Hebeloma crustuliniforme* w każdym roku pomiarowym. Jedynie po trzecim sezonie wegetacyjnym najniższe sadzonki wystąpiły w kombinacji F. Z badań zaś Szabli (2007) wynika, że sadzonki inokulowane *H. crustuliniforme* w badanych przez niego uprawach każdorazowo wykazywały wyższe parametry wzrostowo-rozwojowe w porównaniu z sadzonkami nie poddanymi zabiegowi sterowanej mikoryzacji.

Po pierwszym sezonie wegetacyjnym w szkółce stwierdzono wyraźną stymulację wzrostu sadzonek inokulowanych szczepem G, które również były najgrubsze (Ważny 2008). Nieco mniejszą wysokością charakteryzowały się sadzonki inokulowane szczepami: A, B, C, D, H oraz K, ale różnice te nie były statystycznie istotne. Mikoryzy *R. roseolus* rozwinęły się wtedy najliczniej u sadzonek w kombinacji D (29%) oraz G i I (po 28%). W drugim sezonie wegetacyjnym w uprawie dało się zauważyć większe różnicowanie się wpływu poszczególnych szczepów *R. roseolus* na wzrost sadzonek w porównaniu z ich wpływem, jaki można było zauważyć po sezonie wegetacyjnym w szkółce i po pierwszym sezonie wegetacyjnym w uprawie. Zróżnicowanie to ukształtowane w drugim roku, utrzymywało się również rok później.

Spośród jedenastu badanych szczepów *R. roseolus* sześć wyraźnie stymulowało wzrost sadzonek. Były to szczepy A, C, D, G, J, K. Większość tych szczepów podobnie stymulowała parametry wzrostowe sadzonek po pierwszym roku w szkółce. Podobna tendencja zróżnicowania kształtuje się w odniesieniu do rocznego przyrostu wysokości, który z roku na rok wzrastał. Najdłuższe pędy boczne ostatniego okółka zostały stwierdzone u sadzonek o największych wysokościach.

W badaniach stwierdzono wysoką przeżywalność sadzonek we wszystkich kombinacjach doświadczalnych na poziomie powyżej 85% z wyjątkiem sadzonek w kombinacji H. Tutaj wyniosła ona 80%. Na sadzonkach wszystkich kombinacji zaobserwowano uszkodzenia powodowane przez zwierzyńcę, co miało negatywny wpływ na liczbę żywych sadzonek.

Z badań Parladé i in. (2004) wynika, że sadzonki *Pinus pinea*, które były inokulowane *R. roseolus*, okazały się istotnie statystycznie wyższe już po pierwszym roku wzrostu w szkółce w porównaniu do niemikoryzowanych. Te różnice utrzymywały się przez cały okres badawczy. Przeżywalność zmikoryzowanych sadzonek była również wyższa o 23% po 34 miesiącach w porównaniu z sadzonkami niemikoryzowanymi, wynosząc 83%. Natomiast Rincón i in. (2007) wykazali, że inokulacja sadzonek *Pinus halepensis* tym gatunkiem grzyba spowodowała, po wysadzeniu ich na zdegradowane rędziny, zwiększenie śmiertelności sadzonek i uzyskanie wysokości niższej od wariantu kontrolnego bez mikoryzy. Można przypuszczać, że jedne szczepy *R. roseolus* preferują niskie pH, a inne — wysokie. Pera i in. (1999), przedstawiając badania polowe na sadzonkach daglezi inokulowanych *Rhizopogon subareolatus*, wskazują na

istotną przewagę w wysokości i średnicy sadzonek mikoryzowanych nad nie-mikoryzowanymi po 5-letnim okresie badawczym. Natomiast przeżywalność sadzonek w uprawie wyniosła 84% po drugim roku.

Niniejsze badania pozwalają mówić o pozytywnym wpływie *R. roseolus* na parametry wzrostowo-rozwojowe sadzonek sosny zwyczajnej. Jednak pełnego potwierdzenia tego stwierdzenia należy szukać w jakościowym i ilościowym określeniu mikoryz, występujących na korzeniach tych sadzonek, co zostanie poczynione w dalszych badaniach selekcyjnych.

PODZIĘKOWANIA

Autor składa serdeczne podziękowania Panu prof. dr. hab. Stefanowi Kowalskiemu za pomoc podczas powstawania tej pracy.

LITERATURA

- Agerer R. 2001. *Exploration types of ectomycorrhizae*. Mycorrhiza 11 (2): 107–114.
- Duñabeitia M.K., Hormilla S., Garcia-Plazaola J.I., Txarterina K., Arteche U., Becerril J.M. 2004. *Differential responses of three fungal species to environmental factors and their role in the mycorrhization of Pinus radiata D. Don*. Mycorrhiza 14: 11–18.
- Grzywacz A. 2009. *Nowe możliwości i potrzeby w zakresie kontrolowanej mikoryzacji drzew i krzewów*. Sylwan 1: 8–15.
- Kowalski S. 1998. *Potrzeby i możliwości mikoryzowania sadzonek drzew leśnych w szkółkach kontenerowych*. Post. Techn. Leśn. 65: 30–39.
- Kowalski S. 2007. *Zasady postępowania technologicznego przy zastosowaniu polskiego biopreparatu z grzybem Hebeloma crustuliniforme w zabiegu sterowanej mikoryzacji sadzonek drzew leśnych*. [W:] *Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym*. S. Kowalski (red.). CILP, Warszawa: 101–103.
- Marx D.H. 1980. *Ectomycorrhizal fungus inoculation: a tool for improving forestation practices*. [W:] *Tropical mycorrhiza research*. P. Mikola (red.). Oxford University Press NY: 13–71.
- Molina, R., Trappe J.M. 1994. *Biology of the ectomycorrhizal genus Rhizopogon. I. Host associations, host-specificity and pure culture syntheses*. New Phytol 126: 653–675.
- Pachlewski R. 1983. *Grzyby symbiotyczne i mikoryza sosny (Pinus sylvestris L.)*. Prace IBL 615: 3–132.
- Parladé J., Luque J., Pera J., Rincón A.M. 2004. *Field performance of Pinus pinea and P. halepensis seedlings inoculated with Rhizopogon spp. and outplanted in formerly arable land*. Ann. For. Sci. 61: 507–514.
- Pera J., Álvarez I.F., Rincón A., Parladé J. 1999. *Field performance in northern Spain of Douglas-fir seedlings inoculated with ectomycorrhizal fungi*. Mycorrhiza 9: 77–84.
- Rincón A., Alvarez I.F., Pera J. 2001. *Inoculation of containerized Pinus pinea L. seedlings with seven ectomycorrhizal fungi*. Mycorrhiza 11: 265–271.
- Rincón A., de Felipe M.R., Fernández-Pascual M. 2007. *Inoculation of Pinus halepensis Mill. with selected ectomycorrhizal fungi improves seedlings establishment 2 years after planting in a degraded gypsum soil*. Mycorrhiza 18: 23–32.
- Sánchez F., Honrubia M., Torres P. 2001. *Effects of pH, water stress and temperature on in vitro cultures of ectomycorrhizal fungi from Mediterranean forests*. Cryptogamie, Mycol. 22(4): 243–258.

- Szabla K. 2007. *Cechy morfologiczno-rozwojowe oraz przeżywalność sadzonek różnych gatunków drzew leśnych w uprawach doświadczalnych na gruntach nieleśnych i leśnych o różnym stopniu degradacji [W:] Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym*. S. Kowalski (red.). CILP, Warszawa: 289–336.
- Turnau K., Kottke I., Dexheimer J. 1996. *Toxic element filtering in Rhizopogon roseolus /Pinus sylvestris mycorrhizas collected from calamine dumps*. Mycol. Res. 100 (1): 16–22.
- Ważny R. 2008. *Badania nad zróżnicowaniem szczepowym grzyba Rhizopogon roseolus (Corda) Th. M. Fries. w hodowli kontenerowej*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 46: 41–51.

Summary

Rafał Ważny

Growth Scots pine seedlings inoculated with different strains of *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. after outplanting

The purpose of this research was to investigate influence different strains of *Rhizopogon roseolus* for growth and survival Scots pine seedlings after outplanting. The experimental plantation was established at Rudy Raciborskie Forest District in spring 2007 used 1-year seedlings inoculated with eleven strains *R. roseolus* and one with *Hebeloma crustuliniforme*. After 2 and 3 vegetation seasons height, height increment, stem diameter, number of buds and lateral shoot, length of the lateral shoots last season and seedlings survival were studied. One year after outplanting the highest were seedlings inoculated with A strain *R. roseolus* (33.2 cm). Two years after outplanting the tallest were the same seedlings (57.8 cm), which were significantly taller than the seedlings inoculated with B, F, H, strain *R. roseolus* and seedlings inoculated with *Hebeloma crustuliniforme*. Seedlings inoculated with strain J were the most thickness. Three years after outplanting seedlings inoculated with A, C, D, G, J and K were significantly taller than the seedlings inoculated *H. crustuliniforme* and B, F and H strain *R. roseolus*. The largest annual height increment was found in combination with strain J. Seedlings inoculated with strain D, E, J were significantly more thickness than seedlings inoculated with strain A, F, H, I and K. Percentage of living seedlings after second and third years was higher than 85% without seedlings inoculated with H strain *R. roseolus*. The results obtained in this work are satisfactory. However in the further selection research should be investigate percentage of ectomycorrhizas besides growth parameters.

Department of Forest Pathology
University of Agriculture in Krakow

ZMIENNOŚĆ WYBRANYCH CECH MORFOLOGICZNEJ BUDOWY DRZEW DAGLEZJI ZIELONEJ (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* VAR. *VIRIDIS* FRANCO) W POLSCE

Radosław Wąsik
Krzysztof Michalec

Katedra Użytkowania Lasu i Drewna
Uniwersytet Rolniczy
al. 29 Listopada 46
PL 31-425 Kraków
rlwasik@cyf-kr.edu.pl

ABSTRACT

R. Wąsik, K. Michalec 2010. *Variability of selected features of morphological structure of Douglas fir trees (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* Franco) in Poland*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 48: 71–81.

This paper presents the results of investigation into the variability of selected features of morphological structure of Douglas fir trees in Poland. The research was carried out in 28 Douglas fir stands, which were at least 80 years old. The mean values of studied features amounted: diameter at breast height — 54.8 cm, height — 32.4 m, bark thickness — 3.9 cm, crown length — 13.6 m, relative crown length — 41.6% and crown width — 5.4 m. The significant variability of studied features was stated, especially large diversity bark thickness and crown width was revealed. Four regions were distinguished in Poland. These regions were characterized by some distinction of the studied features.

KEY WORDS: diameter at breast height, height, crown length, crown width
SŁOWA KLUCZOWE: pierśnica, wysokość, długość i szerokość korony

I. WSTĘP

Jednym z najpopularniejszych drzew obcego pochodzenia, rosnących w polskich lasach jest daglezwia zielona (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* Franco). Uprawa leśna tego północnoamerykańskiego gatunku ma w naszym kraju już ponad stuletnią historię (Chylarecki 2004). Prowadzone od lat pięćdziesiątych XX wieku badania daglezwii wydają się potwierdzać jej przydatność hodowlaną w polskich lasach. Zwraca się przy tym uwagę na jej silniejszy wzrost wysokości oraz przyrost pierśnicy w porównaniu z rodzimymi gatunkami drzew, zwłaszcza iglastymi (Białobok i Chylarecki 1965, Jaworski i Majerczyk 1975, Fabijanowski i in. 1980). Powyższe dwa parametry były najczęściej badanymi cechami morfologicznej budowy drzew daglezwii zielonej. Interesującym zagadnieniem jest kształtowanie się również innych cech morfologicznych tego gatunku, zarówno pnia, jak i korony.

Celem niniejszej pracy było określenie wartości średnich oraz zakresu zmienności wybranych cech morfologicznej budowy drzew daglezwii zielonej z obsza-

ru Polski, a także wpływu niektórych czynników siedliskowo-drzewostanowych na kształtowanie się tych cech.

II. MATERIAŁ I METODYKA

Podstawowym założeniem badań była analiza zmienności cech morfologicznych drzew dojrzałych, tj. co najmniej 80-letnich. Korzystając z wyników ankiety rozesłanej w 2000 roku do Regionalnych Dyrekcji Lasów Państwowych oraz z elektronicznego wykazu sporządzonego i udostępnionego przez Dyrekcję Generalną, spośród spełniających kryterium wieku wytypowano 28 drzewostanów, których powierzchnia i udział dąglezji zapewniały występowanie kilkudziesięciu drzew tego gatunku. Charakterystykę wybranych powierzchni zawierają wcześniejsze prace autora (Wąsik 2007). W wytypowanych drzewostanach, w miejscach reprezentujących warunki przeciętne dla danego wydzielenia, wybierano 50 kolejnych drzew. Należy zaznaczyć, że w większości wytypowanych drzewostanów 50 wybranych do badań drzew stanowiło 70–80% wszystkich osobników dąglezji, rosnących w danym wydzieleniu. Na dwóch powierzchniach badawczych: Tomaszów Lubelski oraz Lwówek Śląski zbadano wszystkie występujące w drzewostanie dąglezje, których liczba wyniosła odpowiednio 40 i 48 sztuk. Powierzchnie te zdecydowano się włączyć do analiz mimo braku założonych 50 drzew.

Na każdym wybranym do badań drzewie zmierzono: pierśnicę (w kierunkach: N–S oraz E–W, przyjmując do dalszych analiz średnią z tych dwóch pomiarów), wysokość drzewa, długość korony, szerokość korony (w kierunkach N–S oraz E–W, w dalszych analizach brano średnią z tych pomiarów) oraz grubość kory na wysokości 1,3 m od podłoża (w czterech kierunkach: N, S, E i W, następnie obliczano średnią, którą stosowano w dalszych analizach). Ponadto obliczono względną długość korony, tj. wyrażony w procentach stosunek długości korony do wysokości drzewa.

Analizę badanych cech przeprowadzono w grupach drzewostanów, wyróżnionych ze względu na:

1. Wiek — wydzielono dwie klasy: V (80–100 lat) i VI (101–120 lat), każdą z nich reprezentowało po 14 powierzchni badawczych.
2. Zwarcie — 8 powierzchni o zwarciu umiarkowanym i 20 o przerywanym.
3. Wysokość położenia drzewostanu nad poziomem morza — wyróżniono 3 strefy, którym przyporządkowano odpowiednie siedliskowe typy lasu:
 - górskie: powyżej 450 m n.p.m. (las górski — 2 pow., las mieszany górski — 3 pow., bór mieszany górski — 1 pow.),
 - wyżynne: 300–450 m n.p.m. (las wyżynny — 4 pow.),
 - nizinne: do 300 m n.p.m. (las mieszany świeży — 9 pow., las świeży — 8 pow., bór mieszany świeży — 1 pow.).

W analizach statystycznych zgodność rozkładów empirycznych z rozkładem normalnym oceniano testem Shapiro-Wilka. Ze względu na niezgodność

rozkładów analizowanych zmiennych z rozkładem normalnym istotność różnic między średnimi w przypadku dwóch prób weryfikowano testem U Manna-Whitney'a (test U), zaś między średnimi z wielu prób testem Kruskala-Wallis (test K-W). Dla oceny, które z porównywanych zbiorowości są odpowiedzialne za odrzucenie hipotezy zerowej o równości średnich wykorzystano test wielokrotnych porównań. Przy testowaniu hipotez statystycznych przyjmowano poziom istotności $\alpha \leq 0,05$. Wykorzystano ponadto analizę składowych głównych z klasyfikacją, w celu zbadania przestrzennego zróżnicowania badanych cech (Statsoft, Inc. 2008).

III. WYNIKI

W pracy zaprezentowano wyniki pomiarów cech morfologicznych strzał i koron 1387 daglezi, z 28 powierzchni badawczych z terenu Polski.

Wartości średnie badanych cech pnia wyniosły: pierśnica — 54,8 cm, wysokość — 32,4 m oraz grubość kory — 3,9 cm. Współczynniki zmienności tych cech osiągnęły odpowiednio 15,8%, 12,8% oraz 30,9% (tab. 1). Nie stwierdzono istotnych różnic wielkości pierśnicy oraz grubości kory w zależności od kierunku pomiaru. Stwierdzono, że istotnie większe pierśnice, wysokości oraz grubszą korę posiadały daglezie VI klasy wieku w stosunku do klasy V (tab. 2). Nie stwierdzono istotnych różnic pierśnicy i grubości kory między drzewami rosnącymi w różnym zwarciu (tab. 2), wykazano natomiast, że istotnie wyższe były daglezie rosnące w zwarcu przerywanym w porównaniu do umiarkowanego. Stwierdzono istotne różnice wysokości drzew między każdą wyróżnioną ze względu na wysokość położenia n.p.m. grupą drzewostanów, przy czym najwyższe średnie uzyskano dla powierzchni wyżynnych, najniższe zaś dla nizinnych (tab. 4). Istotnie mniejsze pierśnice posiadały daglezie z powierzchni nizinnych w stosunku do wyżynnych i górskich, zaś istotnie grubszą korę drzewa z powierzchni górskich w porównaniu do wyżynnych i nizinnych (tab. 4).

Wartości średnie badanych cech korony wyniosły: długość — 13,6 m, względna długość — 41,6% oraz szerokość — 5,4 m (tab. 1). Współczynniki zmienności tych cech osiągnęły odpowiednio: 20,4%, 12,6% oraz 35,3% (tab. 1). Wykazano istotnie większe szerokości koron w kierunku N-S (średnia 5,5 m) w stosunku do kierunku E-W (średnia 5,2 m). Istotnie dłuższe korony posiadały drzewa VI klasy wieku w stosunku do klasy V (tab. 2). Daglezie rosnące w zwarcu przerywanym w porównaniu do umiarkowanego charakteryzowały się istotnie większą zarówno długością jak i względną długością koron. Wiek i zwarcie drzewostanu nie różnicowały istotnie badanych drzew pod względem szerokości korony. Nie stwierdzono istotnych różnic względnej długości koron między grupami drzewostanów wyróżnionymi ze względu na wysokość położenia n.p.m. Natomiast istotnie dłuższymi (długość bezwzględna) i szerszymi koronami charakteryzowały się daglezie z powierzchni górskich i wyżynnych w stosunku do nizinnych.

Cechy morfologicznej budowy drzew
Features of trees morphological structure

Lp. No.	Nazwa powierzchni Name of area	Współrzędne geograficzne wys. n.p.m. Altitude	D [cm]	H [m]	G.K. [cm]	D.K. [m]	W.D.K. [%]	Sz.K. [m]
1	Tomaszów Lubelski	N 50°17' E 23°30' ¹ /200 ²	62,6	38,8	4,4	19,1	49,3	7,6
2	Krasiczyn	N 49°46' E 22°38' ¹ /350–400 ²	60,9	34,9	4,6	10,1	28,9	5,4
3	Dukla	N 49°44' E 21°44' ¹ /400 ²	53,2	39,4	3,2	18,7	47,1	8,4
4	Lesko	N 49°31' E 22°21' ¹ /400–450 ²	53,8	39,2	3,0	18,4	46,2	8,4
5	Sucha	N 38°08' E 19°33' ¹ /600 ²	56,5	30,2	2,0	15,7	51,0	7,1
6	Ujsoły	N 49°29' E 19°11' ¹ /620–760 ²	62,9	39,0	5,4	18,0	45,7	9,0
7	Bardo Śląskie	N 50°30' E 16°30' ² /350–400 ²	54,6	32,0	4,5	12,4	38,4	6,4
8	Bystrzyca Kłodzka	N 51° E 17° ² /720–750 ²	70,2	36,1	6,7	15,8	43,2	8,2
9	Jugów	N 50°30' E 16°30' ² /420 ²	58,8	28,5	4,6	12,0	40,9	5,6
10	Kamienna Góra	N 50°40' E 16°00' ² /580–680 ²	57,2	31,6	5,0	11,9	37,0	4,0
11	Rybnik	N 49°43' E 18°14' ² /204–311 ²	47,2	31,8	3,1	12,1	38,0	6,2
12	Tułowice	N 50°37' E 17°35' ² /18 ²	36,6	36,6	3,1	13,3	36,1	8,2
13	Oleśnica Śląska	N 51°12' E 17°20' ² /200 ²	47,6	35,2	2,2	14,9	42,0	6,9
13	Lwówek Śląski	N 51°05' E 15°29' ² /300 ²	69,1	32,4	6,5	12,5	38,2	5,0
14	Jarocin	N 52°0' E 17°28' ¹ /100–150 ¹	42,8	28,2	2,7	13,2	46,7	4,1
15	Ślawa Śląska	N 51°54' E 16°05' ² /87 ²	48,3	26,7	3,3	10,3	38,4	3,8
16	Kościan	N 51°57' E 16°17' ² /70–90 ²	45,5	29,3	3,6	12,3	41,8	3,6
17	Nowa Sól	N 51°52' E 15°29' ² /95 ²	43,1	25,4	2,7	10,5	41,4	3,2
18	Lubsko	N 51°53' E 14°44' ² /86 ²	51,0	26,1	3,8	10,3	39,5	4,2
19	Rzepin	N 52°31' E 14°37' ¹ /50–100 ¹	56,4	30,8	3,7	13,7	44,5	4,1
20	Choszczno	N 53°17' E 15°22' ² /100 ²	67,7	35,7	5,2	15,0	42,0	4,4
21	Międzyzdroje	N 55°56' E 14°27' ² /10 ²	54,6	34,0	3,2	13,9	40,8	3,7
22	Ślawno	N 54°43' E 16°38' ² /120 ²	71,2	36,0	5,0	16,7	45,9	4,4
23	Gdańsk	N 54°25' E 18°30' ² /146 ²	55,4	30,6	3,9	10,8	35,2	3,8
24	Łopuchówko	N 52°36' E 17°01' ² /86	45,8	28,6	2,7	10,7	37,3	3,3
25	Miradz	N 52°39' E 18°06' ² /105 ²	56,0	28,0	3,5	12,0	42,0	4,2
26	Lipka	N 53°51' E 17°15' ² /120 ²	53,3	30,5	3,5	15,9	51,8	3,8
27	Kwidzyn	N 53°46' E 19°09' ¹ /350–400 ¹	52,6	31,4	2,8	11,1	34,9	3,3
Średnia — Mean			32,4	54,8	3,9	13,6	41,6	5,4
V [%]			12,8	15,8	30,9	20,4	12,6	35,3

D — pierśnica — diameter at breast height, H — wysokość — height, G.K. — grubość kory — bark thickness, D.K. — długość korony — crown length, W.D.K. — względna długość korony — relative crown length, Sz.K. — szerokość korony — crown width, V — współczynnik zmienności — variability coefficient, 1 — dane szacunkowe oparte na: — estimated data based on: <http://maps.geoportal.gov.pl>, 2 — dane z nadleśnictw — data from forestry managements.

Tabela 2 — Table 2

Wartości średnie badanych cech w dwóch klasach wieku
Mean values of studied features in two age classes

Klasa wieku Age class	D [cm]	H [m]	G.K. [cm]	D.K. [m]	W.D.K. [%]	Sz.K. [m]
V (80–100 lat — years)	51,1 *	31,5 *	3,5*	13,2 *	41,6 *	5,4 *
VI (101–120 lat — years)	59,1 *	33,1 *	3,9 *	13,9 *	41,4 *	5,3 *

Symbole * ułożone pionowo oznaczają brak istotnych różnic — Symbols * vertically arranged mean no crucial differences.

Tabela 3 — Table 3

Wartości średnie badanych cech w zależności od zwarcia drzewostanu
Mean values of studied features depending on crown closure

Zwarcie Type of crown closure	D [cm]	H [m]	G.K. [cm]	D.K. [m]	W.D.K. [%]	Sz.K. [m]
Umiarkowane Moderaty	54,0 *	30,6 *	3,6 *	11,6 *	38,0 *	5,0 *
Przerywane Broken	55,6 *	33,0 *	3,7 *	14,3 *	42,9 *	5,5 *

Symbole * ułożone pionowo oznaczają brak istotnych różnic — Symbols * vertically arranged mean no crucial differences.

Tabela 4 — Table 4

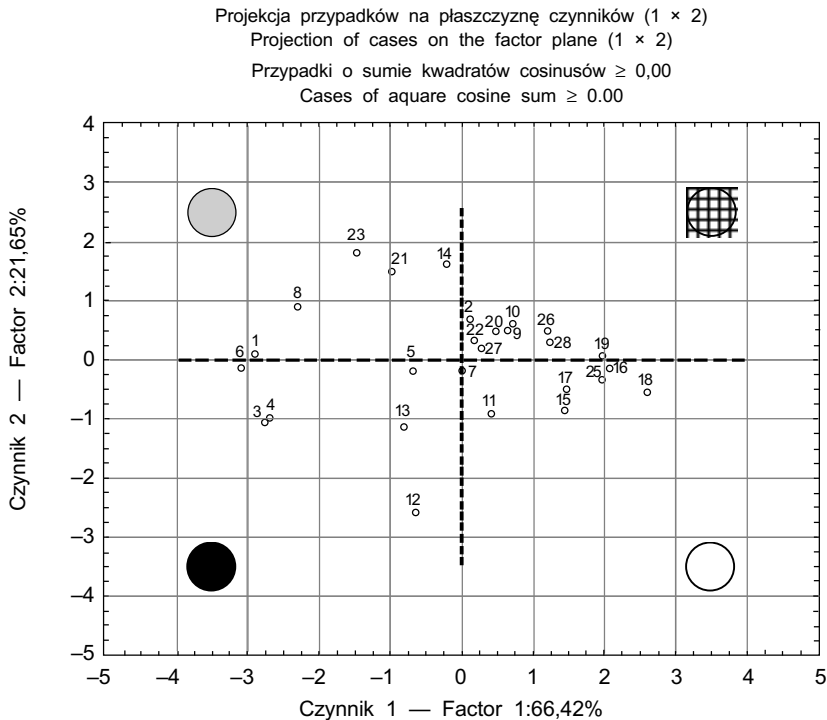
Wartości średnie badanych cech w grupach drzewostanów wyróżnionych ze względu na wysokość położenia n.p.m.

Mean values of studied features in groups of stands, distinguished for the sake of altitude

Drzewostany Stands	D [cm]	H [m]	G.K. [cm]	D.K. [m]	W.D.K. [%]	Sz.K. [m]
Nizinne — Lowland	52,7 *	31,2 *	3,4 *	13,0 *	41,4 *	4,6 *
Wyżynne — Upland	58,9 *	36,4 *	3,8 *	14,8 *	39,9 *	6,8 *
Górskie — Mountain	60,0 *	32,9 *	4,7 *	14,3 *	42,7 *	6,7 *

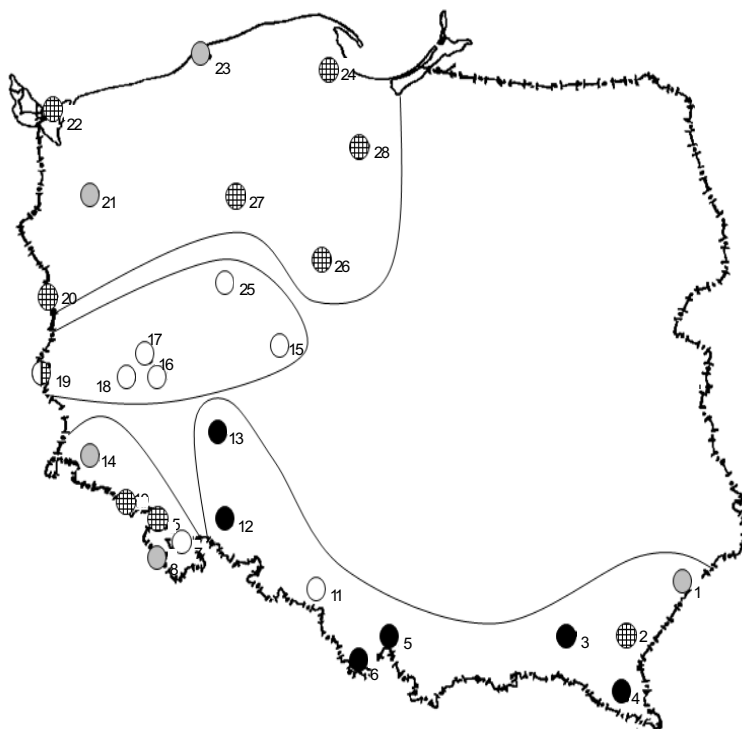
Symbole * ułożone pionowo oznaczają brak istotnych różnic — Symbols * vertically arranged mean no crucial differences.

Analizę składowych głównych z klasyfikacją przeprowadzono opierając się na uzyskanych dla powierzchni wartościach średnich czterech cech: pierśnicy i wysokości drzew oraz długości i szerokość korony. Wyniki analizy wskazują, że wyodrębniono 4 czynniki wyjaśniają łącznie 100% wariacji, przy czym czynnik 1 — 66,4% wariacji, 2 — 21,7%, 3 — 7,2% oraz 4 — 4,8%. Graficzny obraz położenia analizowanych cech budowy morfologicznej drzew względem dwóch pierwszych czynników przedstawiono na rycinie 1. W ćwiartkach



Ryc. 1. Położenie analizowanych cech względem współrzędnych czynnikowych 1 i 2 czynnika
Fig. 1. Position of the analysed features in relation to factor coordinates of the 1 and 2 factor

wykresu wyodrębniono grupy badanych drzewostanów, a następnie odpowiednie symbole naniesiono na mapę (ryc. 2). Na podstawie rozmieszczenia przestrzennego wyróżniono na terenie Polski 4 regiony: południowy (pow. 1–6 i 11–13), położony na obszarach wyżynnych i górskich (bez Sudetów), południowo-zachodni (pow. 7–10 i 14), obejmujący Sudety, środkowo-zachodni (pow. 15–19 i 25), położony na obszarze Niziny Wielkopolskiej i częściowo Pojezierza Wielkopolskiego oraz północno-zachodni (pow. 20–24 i 26–28), obejmujący Pobrzeże Słowińskie, Pojezierze Pomorskie i częściowo Pojezierze Wielkopolskie. Przeprowadzona następnie analiza statystyczna wykazała istotne różnice w wielkości pierśnicy pomiędzy każdym wyróżnionym regionem. Nie stwierdzono istotnych różnic w wysokości drzew i długości koron między regionem



Ryc. 2. Regionalizacja powierzchni badawczych daglezi zielonej w Polsce

Fig. 2. Regionalisation of research areas of Douglas fir in Poland

południowo-zachodnim i północno-zachodnim, natomiast między pozostałymi regionami różnice takie wystąpiły (tab. 5). Szerokość korony była cechą istotnie różnicującą wyróżnione regiony, za wyjątkiem środkowo-zachodniego i północno-zachodniego, między którymi istotnych różnic nie stwierdzono.

Tabela 5 — Table 5

Wartości średnie wybranych cech w grupach powierzchni z czterech regionów Polski
Mean values of studied features for groups of areas of four regions in Poland

Region	D [cm]	H [m]	D.K. [m]	Sz.K. [m]
Południowy — South	57,4 *	36,5 *	16,4 *	7,5 *
Południowo-zachodni — South-west	61,9 *	32,1 *	12,9 *	5,8 *
Środkowo-zachodni — Central-west	46,2 *	27,1 *	11,3 *	3,8 *
Północno-zachodni — North-west	61,1 *	33,4 *	14,1 *	4,1 *

Symbole * ułożone pionowo oznaczają brak istotnych różnic — Symbols * vertically arranged mean no crucial differences

IV DYSKUSJA I WNIOSKI

Analizowane w pracy cechy morfologiczne drzew daglezi zielonej charakteryzowały się stosunkowo dużą zmiennością. Największe zróżnicowanie wykazały grubość kory i szerokość korony. Znaczna zmienność badanych cech świadczy o dużej plastyczności daglezi w jej przystosowaniu do warunków wzrostu. Wskazuje również na możliwość kształtowania przez leśnika niektórych cech, np. szerokości korony. Można to uzyskać poprzez odpowiednią regulację zwarcia drzewostanu w trakcie wykonywania zabiegów hodowlanych. Stwierdzenie powyższe nabiera szczególnego znaczenia w kontekście wykazanych związków między szerokością przyrostów rocznych drewna a parametrami korony daglezi, zwłaszcza jej szerokością (Wąsik 2009).

Daglezie VI klasy wieku w stosunku do klasy V były średnio o 8 cm grubsze i o 1,6 m wyższe. Wskazuje to na stosunkowo dobry wzrost wysokości, jak i przyrost pierśnicy drzew starszych, na co zwracano uwagę we wcześniejszych opracowaniach (Chylarecki 2004; Fabijanowski i in. 1980). U starszych (grubszych) drzew można jednak spodziewać się niższej jakości technicznej pni, związanej głównie z ich większą zbieżnością i większymi średnicami sęków. Prawidłowości takie stwierdzono bowiem dla świerków z Beskidów (Barszcz i Michalec 2007).

Daglezie wzrastające w zwarciu przerywanym w stosunku do umiarkowanego były wyższe średnio o 3,6 m. Lepszy dostęp światła wpływał zatem stymulująco na wzrost wysokości drzew, co potwierdza obserwacje Assmana (1968).

Korony drzew V klasy wieku, w stosunku do VI, były dłuższe średnio o 0,7 m. Nie wykazano istotnych różnic względnej długości korony między dagleziami w obu klasach wieku, zaznaczyła się jednakże tendencja do zmniejszania wartości cechy u drzew starszych. Podobne wyniki uzyskano w badaniach prowadzonych w naturalnych drzewostanach daglezi, gdzie stwierdzono, że u starszych drzew długość korony wzrastała, względna długość natomiast nieznacznie malała (Kuiper 1988). Również u sosen zaobserwowano wydłużanie się koron wraz z wiekiem drzew (Żybura 1987).

Daglezie rosnące w zwarciu przerywanym miały średnio o 2,7 m dłuższe korony w porównaniu do rosnących w zwarciu umiarkowanym, długość względna była większa o 4,9%. Wynik taki należy tłumaczyć gorszym dostępem światła do najniższej położonych, żywych gałęzi, co mogło powodować ich szybsze obumieranie, a przez to skracanie korony. Podobne wyniki uzyskano dla jodły, która w słabszym zwarciu tworzyła dłuższe korony (Jaworski 2004). Stwierdzono że szerokość koron badanych daglezi mierzona w kierunku N-S była istotnie większa w porównaniu z kierunkiem E-W. Wynik taki jest prawdopodobnie związany z zachodnim kierunkiem wiatrów panujących w Polsce, co może powodować słabszy rozrost gałęzi korony w stronę dowietrzną, tj. zachodnią, a w konsekwencji mniejszy wymiar korony w kierunku E-W.

Jedyną cechą, nie różnicującą istotnie grup drzewostanów wydzielonych ze względu na położenie nad poziomem morza, była względna długość korony.

Pozostałe cechy różnicowały istotnie wspomniane grupy. Daglezje z powierzchni wyżynnych i górskich posiadały większe pierśnice oraz wysokości w porównaniu do drzew z powierzchni nizinnych. Tworzenie grubszej kory przez daglezje z powierzchni górskich można — jak się wydaje — tłumaczyć przystosowaniem drzew do surowszych warunków klimatycznych. Grubsza kora stanowi bowiem lepszą warstwę izolującą żywe tkanki od działania czynników stresujących np. niskich czy wysokich temperatur. W Stanach Zjednoczonych stwierdzono, że daglezje z regionów, w których dochodzi do częstych pożarów, charakteryzują się grubszą korą, stanowiącą lepszą warstwę izolującą przed wysoką temperaturą (McConnon i in. 2004).

Daglezje z powierzchni nizinnych posiadały korony o istotnie mniejszej długości i szerokości w stosunku do drzew z powierzchni wyżynnych i górskich. Podobne wyniki dla sosny uzyskał Skrzyszewski (2001). Biorąc pod uwagę większą długość i szerokość koron w drzewostanach wyżynnych i górskich, należy na tych obszarach liczyć się z możliwością wystąpienia większych szkód w nalotach i podrostach, spowodowanych pracami związanymi z pozyskaniem drewna. Prawidłowości takie stwierdzono bowiem w drzewostanach sosnowych (Sowa i Szewczyk 2000).

W wyniku badań wyróżniono na obszarze Polski cztery regiony, charakteryzujące się pewną odmiennością analizowanych cech. Drzewa z regionu południowego charakteryzowały się stosunkowo dużą wysokością oraz długością i szerokością koron, pod względem pierśnic ustępowały natomiast daglezjom z regionów południowozachodniego i północnozachodniego. Dwa ostatnie regiony wykazywały podobieństwa pod względem wysokości drzew oraz długości koron. W regionie środkowozachodnim daglezja rośnie zdecydowanie gorzej niż w pozostałych wyróżnionych regionach, o czym świadczą najniższe średnie wartości analizowanych cech. Podobne do powyższych regiony wydzielono również w odniesieniu do cech drewna daglezji zielonej (Wąsik 2007). Czynniki różnicujące wydzielone regiony, jak się wydaje, należy upatrywać głównie w warunkach klimatycznych. Regiony wyróżnione w niniejszej pracy są bowiem zbliżone do przedstawionych przez Feliksika i Wilczyńskiego (2004) dendroklimatycznych regionów dla daglezji.

Na podstawie uzyskanych wyników badań cech morfologicznych drzew daglezji zielonej można przedstawić następujące stwierdzenia i wnioski:

1. Wykazano znaczną zmienność cech budowy morfologicznej drzew daglezji zielonej. Spośród analizowanych cech dużym zróżnicowaniem charakteryzowały się parametry korony oraz grubość kory, mniejszym pierśnica i wysokość drzew.

2. Objęte badaniami drzewa cechowały się stosunkowo dobrą dynamiką przyrostu wysokości i pierśnicy. Świadczą o tym różnice średnich wartości tych cech między daglezjami V i VI klasy wieku wynoszące w przypadku: wysokości — 1,6 m, pierśnicy — 8,0 cm.

3. Na terenie Polski wyróżniono 4 regiony, charakteryzujące się pewną odrębnością badanych cech daglezji: południowy, południowo-zachodni, środkowozachodni oraz północnozachodni. W regionie południowym daglezje

posiadały największą wysokość oraz długość i szerokość koron. Region południowo-zachodni był podobny do północno-zachodniego pod względem wysokości drzew i długości koron, pierśnice i szerokości koron były natomiast większe w regionie południowo-zachodnim. W regionie środkowozachodnim wymiary drzew i koron przyjmowały mniejsze wartości.

4. Znaczna zmienność badanych cech świadczy o stosunkowo dużej plastyczności daglezji, co pozwala na prowadzenie selekcji pod kątem określonych cech.

LITERATURA

- Assmann E. 1968. *Nauka o produktywności lasu*. PWRiL, Warszawa.
- Barszcz A., Michalec K. 2007. *Spruce timber quality in trees with different thickness from the Beskidy Mts*. Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 6, 3: 5–15.
- Białobok S., Chylarecki H. 1965. *Badania nad uprawą drzew obcego pochodzenia w Polsce w warunkach środowiska leśnego*. Arbor. Kórn. 10: 211–275
- Chylarecki H. 2004. *Daglezja w lasach Polski*. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań.
- Fabijanowski J., Jaworski A., Jezutek S. 1980. *Ocena hodowlana gatunków drzew rodzimych i obcych wprowadzonych na powierzchniach doświadczalnych w Zawoi*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 19: 3–21.
- Feliksik E., Wilczyński S. 2004. *Regiony dendroklimatyczne daglezji zielonej (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) w Polsce*. Sylwan 148, 12: 23–30.
- Jaworski A. 2004. *Podstawy przyrostowe i ekologiczne odnawiania oraz pielęgnacji drzewostanów*. PWRiL, Warszawa.
- Jaworski A., Majerczyk K. 1975. *Ocena przydatności ważniejszych gatunków drzew leśnych obcego pochodzenia w lasach krynickich*. Sylwan 119, 11: 41–55.
- Kuiper L.C. 1988. *The structure of natural Douglas-fir forests in Western Washington and Western Oregon*. Agric. Univ. Wageningen Papers: 88–95.
- Mcconnon, H.; Knowles, R.L.; Hansen, L.W. 2004. *Provenance affects bark Thickness in Douglas fir*. New Zealand Journal of Forestry Science 34(1): 77–86.
- Skrzyszewski J. 2001. *Ogólna charakterystyka sosen i drzewostanów sosnowych w Karpatach i Sudetach*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 39: 63–96.
- Sowa J., Szewczyk G. 2000. *Rozmiary szkód powstałych w podrośtach jodły i świerka w wyniku ścinki i obalania drzew w przedplonowym drzewostanie sosnowym i drzewostanie świerkowym*. Acta Agr. et Silv. ser.Silv. 38: 75–90.
- StatSoft, Inc. 2008. *STATISTICA (data analysis software system), version 8.0*. www.statsoft.com.
- Wąsik R. 2007. *Zmienność wybranych cech makrostruktury i gęstości drewna daglezji zielonej (Pseudotsuga menziesii var. viridis Franco) na terenie Polski*. Drewno — Wood. 50, 178: 57–85.
- Wąsik R. 2009. *Analiza związków między wybranymi parametrami korony a cechami makrostruktury i gęstością drewna daglezji zielonej (Pseudotsuga menziesii var. viridis Franco)*. Ms., UR Kraków.
- Żybura H. 1987. *Relation of the crown length of pine trees to the age and site quality of stand and to the biosocial structure trees*. Ann. Warsaw Agric. Univ. SGGW-AR, 36.

Summary

Radosław Wąsik, Krzysztof Michalec

Variability of selected features of morphological structure of Douglas fir trees (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* Franco) in Poland

The aim of the present study was to analyse the variability of selected features of the morphological structure of Douglas fir in Poland. The research was conducted in 28 Douglas fir stands, aged at least 80 years. In each stand, the following features were measured in 50 trees: breast-height diameter, height, bark thickness, crown length and width. Moreover, relative crown length was calculated on the basis of the measurements.

The obtained results were juxtaposed (Tab. 1) and analysed in stand groups distinguished in relation to tree age (Tab. 2), stand density (Tab. 3) and altitude (Tab. 4). The significance level adopted in the statistical analyses was $\alpha = 0.05$.

Large variability of the analysed morphological features was noted (Tab. 1), which proves considerable adaptability of Douglas fir, capable of adapting to various conditions of growth. Particularly large variability noted in the case of crown width indicates potential possibility to model this feature in Douglas fir.

On the basis of the statistical analysis, 4 regions were distinguished in Poland: southern, south-western, central-western and north-western (Fig. 2). The distinguished regions showed certain variability of the examined features. Trees in the southern region were characterised by relatively large height as well as crown length and width while in the south-western and north-western regions trees had large breast-height diameters. In the central-western region, the lowest mean values of the analysed features were noted (Tab. 5).

*Department of Forest and Wood Utilisation
University of Agriculture in Krakow*

SPIS TREŚCI CONTENTS

A. JAWORSKI, M. PACH: Budowa, dynamika, struktura i możliwości produkcyjne borów górnoreglowych na Pilsku	3
The structure, dynamics and production possibilities of the upper mountain forests at Pilsko	30
D. KULAK: Możliwości określenia rodzaju środka zrywkowego na podstawie rozmiaru i charakteru naruszeń wierzchniej warstwy gleby	31
Possibilities of determination of kind of the logrolling means on the basis of range and nature of top soil layer derogation	42
J. MICHALCEWICZ: Materiał lęgowy kózkowatych (<i>Coleoptera: Cerambycidae</i>) w Tenczyńskim Parku Krajobrazowym na Wyżynie Krakowskiej	43
Breeding material of longhorn beetles (<i>Coleoptera: Cerambycidae</i>) within the Tenczyński Landscape Park in the Kraków Upland	59
R. WAŻNY: Wzrost i rozwój w uprawie sosny zwyczajnej inokulowanej różnymi szczepami grzyba <i>Rhizopogon roseolus</i> (Corda) Th. Fr.	61
Growth Scots pine seedlings inoculated with different strains of <i>Rhizopogon roseolus</i> (Corda) Th. Fr. after outplanting	69
R. WAŚNIK, K. MICHALEC: Zmienność wybranych cech morfologicznej budowy drzew dąglezji zielonej (<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>viridis</i> Franco) w Polsce	71
Variability of selected features of morphological structure of Douglas fir trees (<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>viridis</i> Franco) in Poland	81