

IZABELA PIGAN

## Wpływ sposobu przygotowania gleby na stan upraw sosnowych w warunkach siedlisk wilgotnych

The effect of soil preparation on pine seedling performance in plantations established in moist forest habitats

### ABSTRACT

Pigan I. 2009. Wpływ sposobu przygotowania gleby na stan upraw sosnowych w warunkach siedlisk wilgotnych. Sylwan 153 (11): 745-757.

This paper reports on the results of the experiment with pine plantations established in the territory of Pszczyńskie Forests in the moist mixed coniferous (BMw) and moist mixed broadleaved (LMw) forest habitats. The measurements took place in seedlings in the fifth year of growth. The soil preparation variants included: full beds, ridge beds, and strips established with FAO-FAR soil cutter. The parameters subjected to analysis embraced planting density, survival and quality of seedlings, as well as the costs incurred for establishing and tending of plantations taking into consideration soil preparation method. The performance of seedlings planted on full beds was found to be best, while on strips – it was lowest. The seedlings growing on strips showed the best height increment and quality and those growing on beds – the poorest. The variability in parameters between individual sites of the experiment was high.

### KEY WORDS

Scots pine, scarification, moist site, cultivation

### ADDRESSES

Izabela Pigan – e-mail: i.pigan@ibles.waw.pl

Zakład Siedliskoznawstwa; Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary; ul. Braci Leśnej 3; 05-090 Raszyn

## Wstęp

Siedliska wilgotne zajmują zaledwie kilka procent powierzchni leśnej kraju, dlatego zazwyczaj są traktowane jako element wzbogacający krajobraz i często stanowią przedmiot ochrony [Raport... 2007]. Przyczynił się do tego w szczególności zwrot w kierunku leśnictwa proekologicznego, opartego na wzorcach hodowli półnaturalnej, akcentujący rolę bagien i terenów wilgotnych dla zachowania bioróżnorodności w ekosystemie leśnym. Mimo coraz liczniejszych badań, odczuwa się niedosyt prac omawiających racjonalne sposoby zagospodarowania tych siedlisk, a w szczególności odnawianie lasu i przygotowanie gleby.

Siedliska wilgotne są w praktyce leśnej uznawane za trudne do odnowienia z powodu niekorzystnych warunków powietrzno-wodnych gleby i bujnie rozwijającej się roślinności runa, konkurującej z siewkami i sadzonkami, stąd odpowiednie przygotowanie gleby na zakładanych uprawach traktowane jest jako warunek konieczny. Wypracowane w ciągu ubiegłego stulecia i zalecane dla wilgotnych siedlisk metody uprawy gleby często stanowią adaptację praktyk melioracyjnych czy rolniczych [Guderski 1951]. Wprawdzie skutecznie likwidują konkurencyjną roślinność runa oraz nadmierne uwilgotnienie, jednak w świetle obecnej wiedzy o złożoności ekosystemu leśnego budzą wiele kontrowersji. Natomiast wprowadzane od kilkunastu lat nowoczesne urządzenia, takie jak pługi aktywne czy frezarki glebowe, nie doczekały się dotych-

czas szerszych opracowań naukowych zarówno pod względem ich przydatności z punktu widzenia hodowli lasu, jak i wpływu na środowisko glebowe czy roślinność dna lasu. Problem doboru metod przygotowania gleby staje się szczególnie istotny wtedy, gdy siedliska wilgotne mają znaczny udział w powierzchni leśnej, przestając być jedynie walorem przyrodniczym, a stają się codziennością w pracy leśnika.

## Material i metody

Prace badawcze prowadzono na terenie Nadleśnictwa Kobiór, leżącego w V oraz częściowo VI krainie przyrodniczo-leśnej. Zgodnie z najnowszym operatem glebowo-siedliskowym dominującym typem siedliskowym lasu jest las mieszany wilgotny (42% udziału powierzchni) oraz bór mieszany wilgotny (24%). Jednocześnie 94% siedlisk zostało uznanych za zdegradowane bądź zniekształcone [Operat... 2007].

Jako powierzchnie badawcze wybrano 10 upraw na siedlisku LMw i 5 na BMW, założonych w latach 2002-2004 (tab. 1). Zastosowano na nich trzy metody przygotowania gleby: rabaty pełne, rabatowalki wykonywane głowicą frezującą U-049 oraz pasy wykonane frezarką FAO-FAR. Na każdej uprawie zlokalizowano w regularnej więźbie prostokątnej po 30 pasowych powierzchni próbnych o długości 4 m, obejmujących jeden rząd sadzonek. Pomierzono wysokość wszystkich sosen na danej powierzchni osiągniętą w ostatnim i poprzednim sezonie wegetacyjnym oraz sklasyfikowano jakość hodowlaną, przyjmując następujące kryteria:

- 1 – sadzonki dobrze rozwinięte, bez uszkodzeń i oznak chorobowych, o prawidłowym pokroju;
- 2 – sadzonki o słabszej kondycji, z uszkodzeniami, wadami pokroju lub oznakami chorobowymi, które jednak nie powodują ich dyskwalifikacji hodowlanej;
- 3 – sadzonki mocno osłabione, zdominowane przez otaczające drzewka, silnie uszkodzone przez zwierzynę, choroby lub szkodniki.

Odotowano również uszkodzenia od zwierzyny oraz deformacje pokroju drzewek. Pomiaru dokonano jednorazowo po trzecim sezonie wegetacyjnym (sosna w wieku 5 lat) łącznie na 2845 sadzonkach (tab. 1).

Na podstawie uzyskanych pomiarów, uwzględniając zastosowaną więźbę sadzenia, określono zagęszczenie sadzonek na uprawie, przeżywalność po trzech latach wzrostu, wysokość i przyrost wysokości. Oceniono również jakość drzewek, a także udział i rodzaj uszkodzeń.

Dodatkowo na podstawie danych z Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP) zestawiono koszty zakładania wszystkich upraw z lat 2002-2004. Objęły one przygotowanie gleby, sadzenie i wykonane poprawek wraz z kosztem sadzonek oraz pielęgnacją upraw.

## Wyniki badań

W obrębie poszczególnych wariantów przygotowania gleby stwierdzono duże zróżnicowanie zagęszczenia. Dotyczy to szczególnie upraw, na których przygotowano glebę frezarką FAO-FAR. Przeciętna wartość współczynnika zmienności zagęszczenia sosny dla poszczególnych wariantów była wysoka i kształtowała się od 42,3 do 48,5% (tab. 2). Największe zagęszczenie sadzonek po trzecim roku od ich posadzenia stwierdzono na uprawach założonych na rabatach pełnych (6,3 szt./4 mb), a najmniejsze na pasach przygotowanych frezarką (5,0 szt./4 mb) (ryc. 1). Różnice między poszczególnymi wariantami przygotowania gleby były istotne statystycznie. Zagęszczenie sadzonek w przeliczeniu na hektar dla wszystkich wariantów przygotowania gleby jest zasadniczo zgodne z zalecaną przez Zasady Hodowli Lasu [2003] normą sadzenia sosny (tab. 2). Najwyższe wartości stwierdzono dla upraw zakładanych na rabatach pełnych (9,8 tys. szt/ha),

Tabela 1.

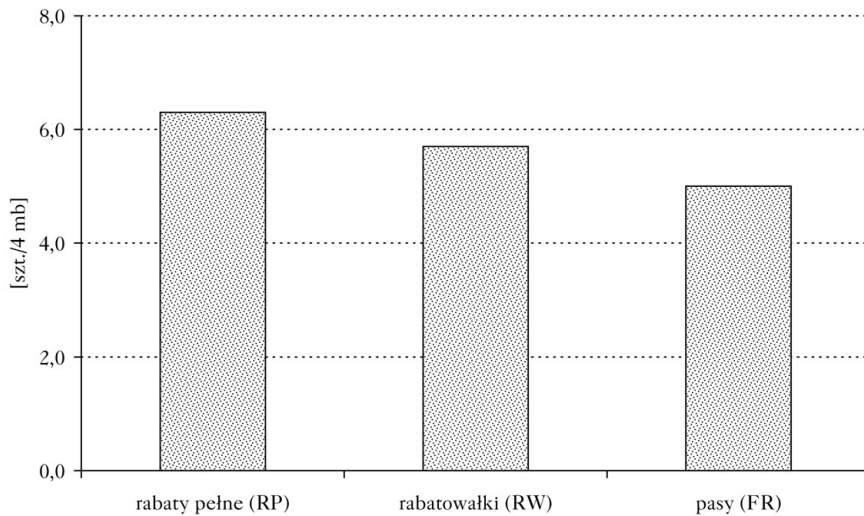
Charakterystyka obiektów badawczych  
Characteristics of study sites

Leśnictwo, oddział	Nr objektu	TSL	Typ i podtyp gleby	Rok założenia uprawy
Rabaty pełne				
Międzyrzecze 66p	RP1	LMw z	opadowoglejowa właściwa	2002
Świerczyniec 129h	RP3	BMw	gruntowoglejowa właściwa	2002
Promnice 138d	RP4	LMw z	opadowoglejowa właściwa	2002
Rabatowałki				
Studzienice 21c	RW1	LMw z	opadowoglejowa właściwa	2002
Studzienice 23d	RW2	LMw/BMw	opadowoglejowa amfigl./ gruntowoglejowa wł.	2003
Wyry 46l	RW3	LMw z/BMśw z	opadowoglejowa bielc./ rdzawa bielcowana	2002
Żwaków 54k	RW4	BMw z	glejobielcowa właściwa	2003
Promnice 118h	RW5	BMw z	glejobielcowa właściwa	2003
Promnice 138d	RW6	LMw z	opadowoglejowa właściwa	2002
Pasy wykonane frezarką				
Promnice 118h	FR1	BMw z	glejobielcowa właściwa	2003
Żwaków 55n	FR3	BMw z	glejobielcowa właściwa	2003
Świerczyniec 163d	FR4	LMw z	opadowoglejowa właściwa	2003
Świerczyniec 160h	FR5	LMw D	murszowata właściwa	2004
Żwaków 63f	FR6	LMw D	opadowoglejowa amfiglejowa	2004
Branica 183d	FR7	LMw D	opadowoglejowa właściwa	2004

Tabela 2.

Zagęszczenie sadzonek i udatność badanych upraw  
Density and performance of seedlings in plantations

Obiekt	Zagęszczenie [szt./ 4 mb]	Współczynnik zmienności [%]	Średnie za- gęszczenie [szt./ha]	Odch. standard.	Udatność upraw [%]
RP1	4,8	40,7	7 550	2,0	53,7
RP3	6,8	40,9	10 630	2,8	75,6
RP4	7,7	38,4	11 350	2,8	80,7
Średnia	6,3	43,3	9 840	2,7	70,0
RW1	5,9	41,2	8 150	2,4	73,3
RW2	6,3	27,9	8 800	1,8	79,2
RW3	6,4	46,0	8 930	3,0	80,4
RW4	4,6	64,7	6 390	3,0	57,5
RW5	5,3	34,9	7 310	1,8	65,8
RW6	5,5	31,4	7 590	1,7	68,3
Średnia	5,7	42,3	7 860	2,4	70,8
FR1	3,9	46,8	6 090	1,8	48,8
FR3	5,2	44,9	8 070	2,3	64,6
FR4	3,8	53,1	5 990	2,0	47,9
FR5	3,9	60,7	6 090	2,4	48,8
FR6	5,6	39,7	8 700	2,2	69,6
FR7	7,6	16,4	11 880	1,3	95,0
Średnia	5,0	48,5	7 800	2,4	62,4



Ryc. 1.

Zagęszczenie sadzonek w poszczególnych wariantach przygotowania gleby  
Seedling density in individual soil preparation variants

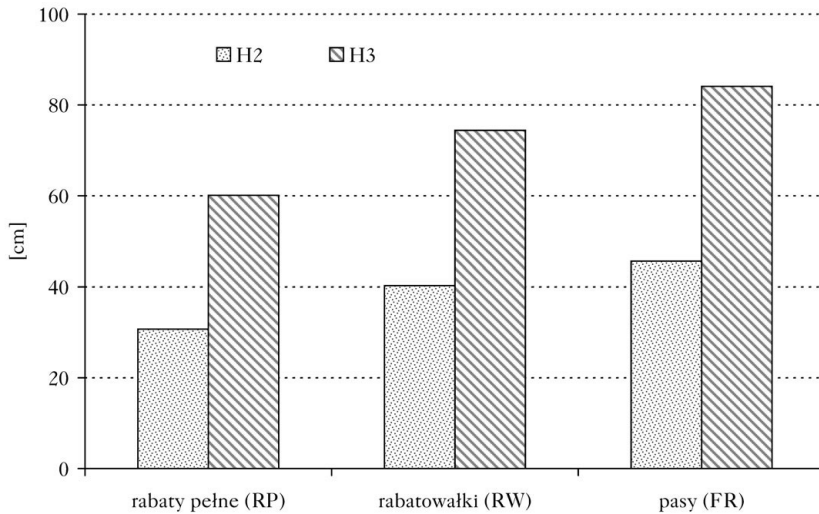
Tabela 3.

Wysokość sosny po drugim (H2) i trzecim roku (H3) wzrostu na uprawie oraz przyrost wysokości (P)  
Height of pine seedlings after the second (H2) and third (H3) year of growth in plantation and height increment (P)

Obiekt	H2 [cm]			H3 [cm]			P [cm]		
	średnia	wz.*	odch. st.	średnia	wz.*	odch. st.	średnia	wz.*	odch. st.
RP1	26,0	35,8	9,3	50,4	28,9	14,6	24,3	39,8	9,7
RP3	42,0	30,9	13,0	78,8	27,7	21,9	36,9	34,4	12,7
RP4	23,3	33,1	7,7	49,1	29,7	14,6	25,8	36,8	9,5
Średnia	30,7	43,4	13,3	60,1	37,4	22,5	29,4	41,4	12,2
RW1	41,2	34,2	14,1	75,8	32,0	24,2	34,6	36,3	12,6
RW2	44,7	29,3	13,1	82,4	27,9	23,0	37,8	34,2	12,9
RW3	35,7	31,1	11,1	70,7	28,9	20,4	35,0	33,8	11,8
RW4	45,1	31,1	14,0	81,6	27,3	22,3	36,5	29,3	10,7
RW5	32,3	41,4	13,4	60,2	37,9	22,8	27,9	43,4	12,1
RW6	43,2	42,3	18,3	75,5	37,4	28,3	32,3	38,0	12,3
Średnia	40,3	36,7	14,8	74,4	33,1	24,6	34,1	36,7	12,5
FR1	44,1	32,4	11,9	77,6	27,8	19,1	33,4	31,4	9,1
FR3	41,9	28,4	12,3	76,3	25,0	21,3	34,4	26,4	12,1
FR4	29,5	47,3	14,3	54,4	46,0	21,6	24,9	51,0	10,2
FR5	45,3	29,3	13,3	89,1	25,6	22,8	43,8	27,3	12,0
FR6	47,8	25,6	14,0	86,9	24,5	25,0	39,0	26,4	12,7
FR7	55,5	22,5	12,5	103,0	20,4	21,0	47,5	25,8	12,2
Średnia	45,6	33,1	15,1	84,1	31,2	26,3	38,5	35,5	13,6

\*współczynnik zmienności [%] – coefficient of variance

najniższe zaś z zastosowaną frezarką (7,8 tys. szt/ha) i nieznacznie wyższe – na rabatowałkach (7,9 tys. szt/ha). Porównywalne zagęszczenie sadzonek na rabatowałkach i pasach jest spowodowane mniejszą odległością pomiędzy pasami (1,6 m) niż pomiędzy rabatowałkami (1,8 m).



Ryc. 2.

Średnia wysokość sosny w drugim (H2) i trzecim (H3) roku po posadzeniu w poszczególnych wariantach przygotowania gleby

Mean values of pine seedlings in the second (H2) and third (H3) year after planting in individual soil preparation variants

Przeżywalność sadzonek do wieku 5 lat była najwyższa na rabatowałkach (70,8%), natomiast najniższa – na pasach (62,4%). Stwierdzono bardzo duże zróżnicowanie przeżywalności między poszczególnymi uprawami, zwłaszcza dla wariantu z frezarką FAO-FAR (współczynnik zmienności wynosił od 48,8% do 95%) (tab. 2).

Największą średnią wysokość uzyskała sosna na pasach przygotowanych frezarką (45,6 cm po drugim i 84,1 cm po trzecim roku wzrostu), a najmniejszą – na rabatach pełnych (odpowiednio 30,7 i 60,1 cm) (tab. 3). Średnia wysokość w poszczególnych wariantach różniła się istotnie zarówno po drugim, jak i trzecim roku od momentu powstania uprawy. Porównując wysokości uzyskane dla badanych upraw, warto zwrócić uwagę na obiekty RP4 i RW6. Reprezentują one dwa różne warianty przygotowania gleby w obrębie jednej uprawy (leśn. Promnice, oddz. 138d). Wysokość sosny po drugim roku wzrostu na rabatowałkach była prawie dwukrotnie większa niż na rabatach pełnych, po następnym sezonie wegetacyjnym różnice te uległy zmniejszeniu. Odmienne kształtowała się wysokość na obiektach RW5 i FR1 (leśn. Promnice, oddz. 118h), gdzie glebę na części powierzchni przygotowano w rabatowałki, a na części w pasy za pomocą frezarki – znacząco wyższe były sadzonki na pasach, a różnica ta zwiększała się w kolejnym roku. Współczynnik zmienności wysokości zazwyczaj wahał się między 30 a 40%, różniąc się dość znacznie między poszczególnymi uprawami. We wszystkich wariantach zmienność wysokości po trzecim roku wzrostu była mniejsza niż w roku poprzednim (tab. 3).

Obiekty badawcze położone były na różnych siedliskowych typach lasu (BMw i LMw), dlatego możliwym było przeprowadzenie analizy wpływu siedliska na kształtowanie się wysokości sosny. Na rabatach pełnych istotnie wyższe były sadzonki rosnące na siedlisku boru mieszanego. W pozostałych wariantach uprawowych istotnie wyższe były sadzonki na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego, przy czym różnica ta wzrastała z wiekiem sosny. W przypadku łącznego rozpatrywania wszystkich wariantów uprawowych nie wykazano istotnych różnic średniej wysokości między siedliskami BMw i LMw (tab. 4).

Podobnie jak w przypadku poprzednio analizowanych cech, średni przyrost wysokości sosny w trzecim roku po posadzeniu na uprawie różnił się istotnie między badanymi wariantami przygotowania gleby. Największy przyrost wysokości (38,5 cm) uzyskała sosna na pasach przygotowanych frezarką, a najmniejszy (29,4 cm) – na rabatach pełnych (ryc. 3). Stwierdzono również istotne różnice w przyroście wysokości w obrębie poszczególnych wariantów, a największe zróżnicowanie dotyczyło upraw na pasach. Zmienność przyrostu wysokości była nieco niższa w porównaniu z wysokością i jedynie w nielicznych przypadkach współczynnik zmienności przekroczył 40% (tab. 3). Zwracają uwagę maksymalne wartości rocznego przyrostu wysokości sosny, przekraczające 80 cm na rabatowałkach i pasach. Analogicznie jak w przypadku wysokości, najwyższy przyrost na rabatach pełnych wykazywały sadzonki na siedlisku BMw, natomiast w pozostałych wariantach zdecydowanie lepiej przyrastały sadzonki na siedlisku LMw. Przy łącznym rozpatrywaniu wariantów nie wykazano istotnych różnic w przyroście wysokości w zależności od warunków siedliskowych.

Struktura jakości rozpatrywana w poszczególnych wariantach była podobna. Udział sadzonek pierwszej (najwyższej) klasy jakości wynosił około 30%. Różnice zaznaczyły się w udziale

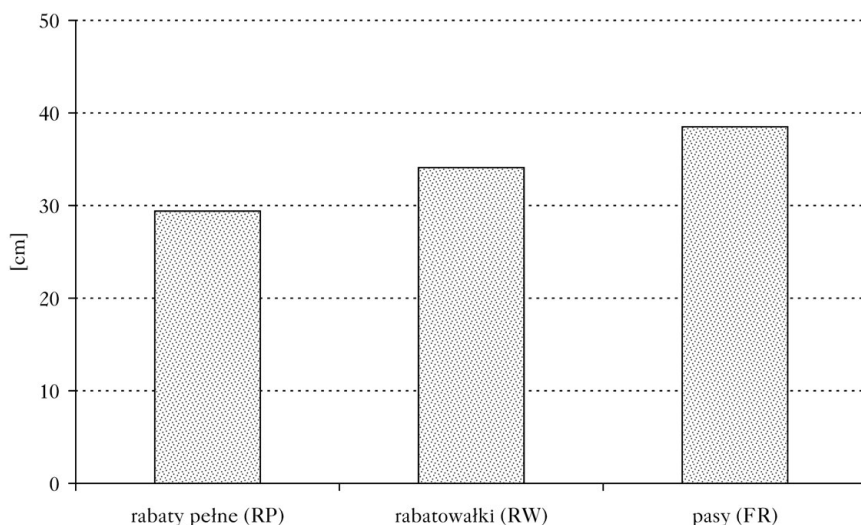
**Tabela 4.**

Średnia wysokość sosny po drugim (H2) i trzecim roku (H3) wzrostu na uprawie oraz roczny przyrost wysokości (P) w zależności od siedliskowego typu lasu

Mean height of pine seedlings after the second (H2) and third (H3) year of growth in plantation and height increment (P) in relation to the forest habitat type

Wariant	H2 [cm]		H3 [cm]		P [cm]	
	BMw	LMw	BMw	LMw	BMw	LMw
Rabaty	42,0	24,4*	78,8	49,6*	36,8	25,2*
Rabatowałki	38,3	41,1*	70,2	76,1*	31,9	35,0*
Pasy	42,8	46,8*	76,8	87,2*	33,9	40,4*
Warianty ogółem	40,8	39,7	74,5	74,8	33,9	34,9

\* różnice istotne statystycznie; difference significant statistically

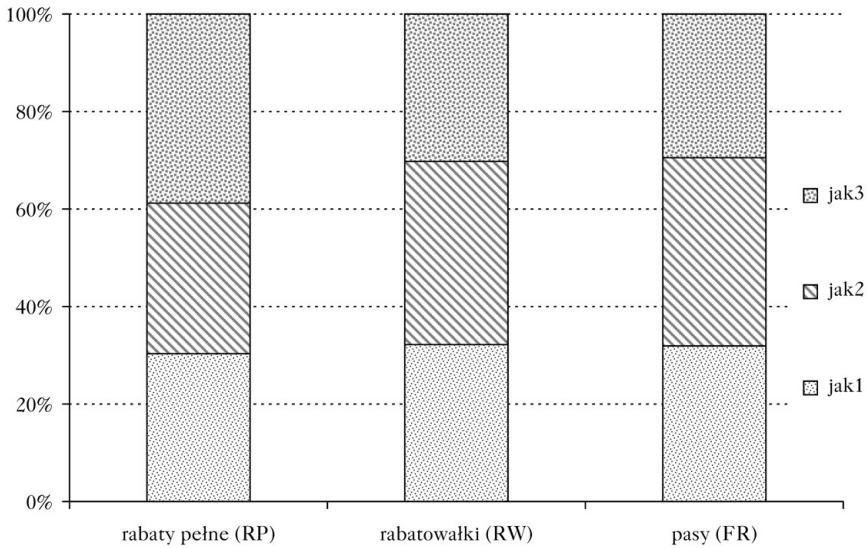


**Ryc. 3.**

Średni przyrost wysokości w poszczególnych wariantach przygotowania gleby

Mean height increment of pine seedlings in individual soil preparation variants

sadzonek trzeciej (najgorszej) klasy, dominowały one w wariacie rabat pełnych (ryc. 4). Dużo większe zróżnicowanie jakości drzewek zaobserwowano pomiędzy poszczególnymi uprawami, również w obrębie jednego wariantu przygotowania gleby (tab. 5). Szczególnie wyraźne były



Ryc. 4.

Struktura jakości sadzonek w poszczególnych wariantach przygotowania gleby  
The quality structure of pine seedlings in individual soil preparation variants

Tabela 5.

Struktura jakości sosny w poszczególnych obiektach badawczych  
The quality structure of pine seedlings at individual study sites

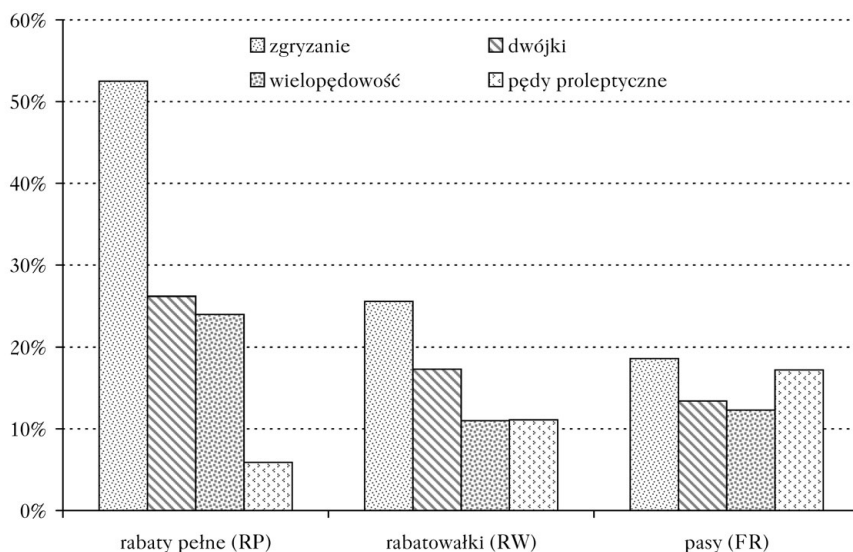
Obiekt	Udział drzew w klasie jakości [%]		
	1	2	3
RP1	24,1	31,0	44,8
RP3	30,9	27,5	41,7
RP4	33,9	33,9	32,1
Średnia	30,3	30,9	38,8
RW1	38,1	33,5	28,4
RW2	27,9	42,6	29,5
RW3	35,8	42,5	21,8
RW4	34,1	42,8	23,2
RW5	17,7	38,0	44,3
RW6	39,0	25,6	35,4
Średnia	32,2	37,6	30,2
FR1	35,0	32,5	32,5
FR3	42,6	40,0	17,4
FR4	16,5	33,0	50,4
FR5	21,4	47,0	31,6
FR6	28,7	46,7	24,6
FR7	38,6	33,3	28,1
Średnia	31,9	38,6	29,5

one między uprawami na pasach wykonanych frezarką. Najbardziej wyrównane jakościowo sosny rosły na rabatach pełnych. Uprawy, na których zastosowano dwa różne sposoby przygotowania gleby, wykazywały znaczne różnice jakości sosny. W oddziale 138d część uprawy założona na rabatach pełnych (RP4) miała mniej korzystną strukturę jakości w porównaniu z tą częścią, na której wykonano rabatowałki (RW6). Z kolei w oddziale 118h sosna rosnąca na pasach przygotowanych frezarką (FR1), charakteryzowała się znacznie lepszą jakością w porównaniu z sosną rosnącą na rabatowałkach (RW5).

Najczęstszą przyczyną obniżenia jakości sadzonek były uszkodzenia od zwierzyny i spowodowane przez nie wady pokrojowe (dwójki, wielopędowość, a także krzywizny i złamania strzałek). Stosunkowo niewiele było sadzonek osłabionych, o zahamowanym wzroście, z oznakami opanowania przez owady lub grzyby. Jako wadę obniżającą jakość traktowano również obecność pędów proleptycznych.

Do najczęstszych wad pokrojowych sadzonek należały dwójki. Odnotowywano je zwłaszcza na rabatach pełnych, gdzie ich udział wynosił 26,2% (ryc. 5). Istotnie statystycznie niższe wartości udziału otrzymano dla pozostałych wariantów przygotowania gleby – 17,3% rabatowałki i 13,4% pasy. Częstotliwość występowania form wielopędowych sosny była również istotnie najwyższa na rabatach pełnych (24%). Udziały form wielopędowych otrzymane dla rabatowałków (11%) i pasów (14%) nie różniły się istotnie. Zazwyczaj deformacje drzewek były spowodowane zgryzaniem przez zwierzynę płową, jednak nie można było jednoznacznie ustalić przyczyn ich występowania.

Zwierzyna najczęściej zgryzała pędy szczytowe i boczne. Drzewka spałowane, wydeptane lub o złamanych strzałkach miały niewielki udział. Takie przypadki potraktowano łącznie ze zgryzaniem. Najsilniejszą presję wywierała zwierzyna na uprawy zakładane na rabatach pełnych – ponad 50% sadzonek miała ślady zgryzania (tab. 6). Odsetek uszkodzeń dla pozostałych



Ryc. 5.

Udział sadzonek z uszkodzeniami oraz zaburzeniami wzrostu i pokroju w poszczególnych wariantach przygotowania gleby

Percentage of seedlings with damaged stems and signs of growth disturbances in individual soil preparation variants



Tabela 6.

Udział [%] sadzonek z zaburzeniami wzrostu oraz uszkodzonych przez zwierzyńcę w poszczególnych obiektach

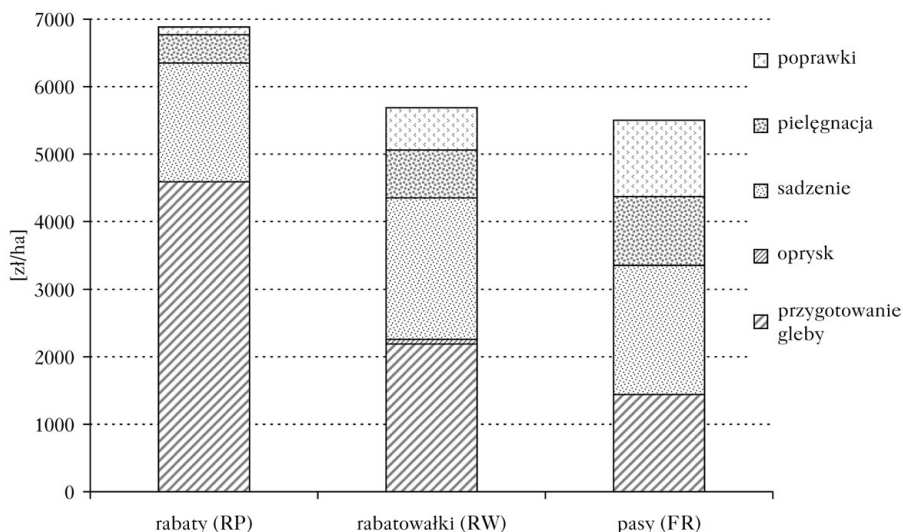
Percentage of seedlings with signs of growth disturbances and damaged stems by game animals at individual study sites

Obiekt	Dwójki	Trójki	Pędy proleptyczne	Uszkodzenia od zwierzyńcy
RP1	25,3	42,9	3,0	79,2
RP3	33,6	14,9	7,6	44,0
RP4	19,1	14,2	7,1	34,1
Średnia	26,2	24,0	5,9	52,5
RW1	25,0	7,9	6,0	33,1
RW2	5,7	11,9	13,5	17,2
RW3	11,4	12,3	11,2	0,0
RW4	14,3	6,3	24,4	6,7
RW5	16,8	14,7	13,7	37,0
RW6	30,0	12,2	0,0	55,9
Średnia	17,3	11,0	11,1	25,6
FR1	19,2	11,4	4,1	38,4
FR3	6,8	6,7	14,0	10,0
FR4	16,0	4,5	4,6	21,2
FR5	12,0	25,7	34,5	16,6
FR6	9,8	10,8	24,7	5,5
FR7	16,7	18,5	21,2	20,1
Średnia	13,4	12,3	17,2	18,6

dwóch wariantów był istotnie niższy – 25,6% rabatowałki i 18,6% pasy. Duże zróżnicowanie w zgryzaniu sadzonek wystąpiło między poszczególnymi uprawami. Największe nasilenie szkód miało miejsce na uprawie RP1 – blisko 80%, co wynika z jej położenia na terenie rezerwatu „Żubrowisko” (ostoja nie tylko żubrów, ale i zwierzyńcy płowej). Nieliczne uprawy nie były zgryzane przez zwierzyńcę lub zgryzane były w nieznacznym procencie. Stwierdzono natomiast powiązanie udziału uszkodzeń z położeniem obiektu. Uprawy leżące w pobliżu miasta Tychy (FR3, FR6, RW3, RW4) charakteryzowała niższa presja ze strony zwierzyńcy, w przeciwieństwie do upraw leżących w głębi kompleksu.

Pędy proleptyczne, będące formą zakłócenia wzrostu, najczęściej występowały na sadzonkach rosnących na glebie przygotowanej frezarką (17,2%) (ryc. 5). Ich udział na rabatach pełnych był nieznacznym (5,9%), a nieco wyższy na rabatowałkach (11,1%). Różnice między poszczególnymi wariantami były istotne statystycznie. Powstawanie pędów proleptycznych może mieć związek ze zubożeniem wierzchnich warstw gleby w wyniku wykonania rabat, mniejszym uwilgotnieniem zarówno w przypadku rabat, jak i rabatowałków, warunkami pogodowymi w okresie lata, a także zagęszczeniem sadzonek [Ceitel 1981].

Struktura i wysokość nakładów poniesionych na założenie upraw wykazywała znaczne zróżnicowanie w zależności od zastosowanej metody (ryc. 6). W przypadku rabat pełnych, największe koszty wynikały z przygotowania gleby. Zastosowanie pasów wykonywanych frezarką było najtańszą metodą przygotowania gleby. Należy tu jednak zwrócić uwagę na bardzo wysokie koszty pielęgnacji upraw oraz wykonania poprawek. Uwzględniając całość nakładów poniesionych w ciągu pierwszych lat po założeniu uprawy, zdecydowanie najdroższą z metod okazały się rabaty pełne.



Ryc. 6.

Wysokość i struktura kosztów poniesionych na zakładanie i prowadzenie upraw  
Amount and structure of the costs incurred for establishing and tending of plantations

## Dyskusja

Oceniając metodę przygotowania gleby pod kątem jej przydatności w danych warunkach siedliskowych, bierze się pod uwagę zazwyczaj efekt hodowlany, jakim jest stan uprawy, a w dalszej kolejności koszty związane z jej zakładaniem. Tymczasem przygotowanie gleby ma istotny wpływ na cały ekosystem leśny. Z uwagi na brak szerszych badań nad tym problemem, stan wiedzy pozostaje daleko niepełny i dotyczy tylko wybranych elementów ekosystemu [von Sydow 1997; Sławska 2002; Aleksandrowicz-Trzcńska 2005; Pihlaya i in. 2006].

Sposób przygotowania gleby wpływa na wzrost upraw i młodników [Tuszyński 1983; Kocjan 2001; Hanson, Karlman 1997], a jego ślady w postaci wyoranych bruzd, rabatowalków itp. można obserwować nawet w 50-letnich i starszych drzewostanach. Stąd niezwykle ważne jest uwzględnienie przy ocenie metod przygotowania gleby wszystkich elementów z tą czynnością powiązanych: przyrodniczych, hodowlanych, ekonomicznych i technologicznych.

Porównanie badanych metod nie daje jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, która z nich zapewnia najlepsze efekty hodowlane, przy minimalizacji negatywnego wpływu na glebę i środowisko leśne. Wprawdzie najwyższą przeżywalność sadzonek odnotowano na rabatach pełnych, jednak uprawy takie charakteryzowały się znacznie gorszymi parametrami wzrostowymi i jakościowymi w porównaniu z pozostałymi metodami, a także w porównaniu z wynikami otrzymanymi w innych doświadczeniach [Szymański 1983; Tuszyński 1983; Kocjan 1980; Koter, Czaplą 1979; Szukiel, Piechowski 1997; Andrzejczyk, Augustyniak 2007]. Jednocześnie poważne wątpliwości budzi tak znaczna ingerencja w ekosystem [Bernadzki 1996, 1998; Zaricksonn i in. 1997]. Badania prowadzone na powierzchniach o podobnym przygotowaniu gleby w czeskich Rudawach wykazały postępującą degradację gleb, zmniejszenie ilości materii organicznej i dostępnego azotu [Podrazsky, Soucek 1996; Podrazsky i in. 2003]. Poważnym problemem staje się udostępnienie młodników i dojrzewających drzewostanów w celu prowadzenia prac pielęgnacyjnych, a także ich ochrona przed pożarami.

Alternatywą dla pełnego przygotowania gleby jest przygotowanie częściowe – pasowe lub punktowe – z wykorzystaniem nowoczesnych urządzeń. W Nadleśnictwie Kobiór, gdzie przeważają siedliska wilgotne, zakładanie upraw odbywa się najczęściej z zastosowaniem rabatowałków. Zapewniają one lepszą udatność upraw w porównaniu ze sposobem przygotowania gleby bez wywyższenia, choć tempo wzrostu sadzonek w pierwszych latach życia drzewek jest tu nieco wolniejsze. Jednak najistotniejszą wadą rabatowałków jest prawdopodobieństwo obniżenia stabilności mechanicznej drzewostanów w późniejszym wieku oraz, podobnie jak w przypadku rabat, znacznie utrudnione prowadzenie wszelkich prac pielęgnacyjnych. Ryzyko to potwierdzają liczne obserwacje terenowe z obszaru prowadzonych badań.

Uprawy zakładane na pasach wykonywanych frezarką FAO-FAR charakteryzują się niską udatnością, ale bardzo dobrym wzrostem. Dodatkowo stwierdzono duże zróżnicowanie powyższych cech, a zwłaszcza udatności i dotyczy ono nie tylko poszczególnych upraw, ale również ich fragmentów. Świadczyć to może o zróżnicowaniu mikrosiedliskowym, zachowanym dzięki relatywnie małej ingerencji w środowisko glebowe. W przypadku złego stanu upraw, najistotniejszą przyczyną wydają się być niewłaściwy termin przygotowania gleby (wiosna), a w dalszej kolejności niestaranne sadzenie drzewek, masowy żer szeliniaka (FR3, FR4), szkody od zwierzyny (FR1). Jesienne przygotowanie gleby i stosowanie materiału z zakrytym systemem korzeniowym, mogłoby znacznie poprawić skuteczność wykonywanych prac [Niemiec 2002]. Wydaje się, że jedną z głównych przyczyn małej udatności upraw rosnących na pasach był rozwój roślinności runa, który stwarza zagrożenie dla sadzonek już od pierwszego roku po ich wysadzenia. Z tego względu zachodzi w tym wariantcie konieczność wykonywania częstszych i trwających przez kilka lat zabiegów pielęgnacyjnych. Przygotowanie gleby w pasy za pomocą frezarki na średniożywnych i żyznych siedliskach wilgotnych jest metodą dość ryzykowną i wymaga szczególnej staranności przy zakładaniu upraw.

Od roku 2003 w Nadleśnictwie Kobiór zaniechano stosowania rabat pełnych, biorąc pod uwagę zarówno względy ekonomiczne, jak i kontrowersyjność metody z punktu widzenia ochrony środowiska glebowego. Nie znalazła ona również uznania w zaleceniach najnowszej edycji Zasad Hodowli Lasu [2003]. Tym samym wybór sposobu przygotowania gleby zostaje ograniczony do dwóch metod. Jako że żadna z nich nie spełnia całości oczekiwanych wymogów, wskazane jest rozważenie ich łącznego stosowania, nawet w obrębie jednej uprawy. W miejscach umiarkowanie wilgotnych można by zalecać przygotowywanie gleby bez wywyższenia, a w przypadku fragmentów silnie wilgotnych, z tendencjami do stagnowania wody, wykonywanie rabatowałków. Wynika stąd potrzeba dokładnego rozpoznawania mikrosiedlisk, dostosowania do nich składu gatunkowego, a także starannego zaplanowania przebiegu pasów i rabatowałków wzdłuż spadku terenu, tak aby ułatwić spływ nadmiaru wody.

## Wnioski

- ✦ Sposób przygotowania gleby na siedliskach wilgotnych ma istotny wpływ na wzrost i jakość upraw sosnowych oraz ponoszone nakłady na ich założenie i prowadzenie w pierwszych latach. Spośród analizowanych sposobów przygotowania gleby rabaty pełne zapewniały największą udatność upraw, natomiast wzrost sosny był najlepszy na pasach.
- ✦ Wybór metody przygotowania gleby na siedliskach wilgotnych powinien być poprzedzony dokładnym rozpoznaniem warunków terenowych i mikrosiedliskowych. Spośród rozpatrywanych metod, zakładanie pasów można zalecić do stosowania na siedliskach umiarkowanie wilgotnych, natomiast rabatowałków na siedliskach silnie wilgotnych. Rezygnacja z wykonywania rabat pełnych jest w pełni uzasadniona zarówno ze względów przyrodniczych, jak i ekonomicznych.

✚ Na siedliskach wilgotnych istnieje duże ryzyko obniżenia jakości upraw sosnowych na skutek niskiej udatności. W celu poprawy ich jakości, niezależnie od sposobu przygotowania gleby, wskazane jest podwyższenie normy sadzenia sosny (10-12 tys. szt./ha).

## Literatura

- Aleksandrowicz-Trzeńska M. 2005. Stan mikoryz sosny zwyczajnej na uprawie założonej na gruncie porolnym. Sylwan 149 (2): 42-49.
- Andrzejczyk T., Augustyniak G. 2007. Wpływ przygotowania gleby na wzrost sosny zwyczajnej w pierwszych latach uprawy. Sylwan 151 (8): 3-8.
- Bernadzki E. 1996. Kształtowanie drzewostanów sosnowych. Sylwan 140 (9): 19-34.
- Bernadzki E. 1998. Zasady trwałej gospodarki leśnej a hodowla lasu. W: Rykowski K. [red.] Trwały i zrównoważony rozwój lasów. Poglądy – opinie - kontrowersje. Wydawnictwo IBL. Warszawa.
- Ceitel J. 1981. Wpływ więzby upraw na powstawanie pędów proleptycznych u sosny (*Pinus sylvestris* L.). Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu 132, Leśnictwo: 17-29.
- Guderski I. 1951. Zalesianie i zadrzewianie nieużytków. PWRiL Warszawa.
- Hanson P., Karlman M. 1997. Survival, height and health status of 20-year old *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta* after different scarification treatments in harsh boreal climate. Scandinavian Journal of Forest Research 12: 340-350.
- Kocjan H. 1980. Wpływ różnego przygotowania gleby i sposobów sadzenia na wzrost i udatność sosny zwyczajnej na siedlisku boru suchego. PTPN, Pr. Komis. Nauk Rol. i Leś. 50: 21-30.
- Kocjan H. 2001. Wpływ różnych sposobów sadzenia na wzrost sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w 25-letnim drzewostanie w warunkach siedliskowych boru suchego. Sylwan 144 (8): 45-52.
- Koter M., Czaplą J. 1979. Działanie odpadów przemysłowych na glebę i uprawę sosnową. Sylwan 123 (3): 57-63.
- Niemiec P. 2002. Alternatywna metoda przygotowania gleby. Las Polski 13, 14.
- Operat glebowo-siedliskowy dla Nadleśnictwa Kobiór. 2006. Pracownia glebowo-siedliskowa. Biuro Urządzenia Lasu i Geodezji Leśnej w Krakowie.
- Pihlaja M., Koivula M., Niemela J. 2006. Responses of boreal beetle assemblages (*Coleoptera*, *Carabidae*) to clear-cutting and top-soil preparation. Forest Ecology and Management, 222 (1-3): 182-190.
- Podrazský V., Souček J. 1996. Antropogenni poskození lesních půd a obnova jejich urodnosti na lokalitách s buldozerovou přípravou půdy v Kusných Horách. Vedecké Práce Lesnického výskumného ústavu vo Zvolene 41: 59-66.
- Podrazský V. V., Remeš J., Ulbrichová I. 2003. Biological and chemical amelioration effect on the localities degraded by bulldozer site preparation in the Ore Mts. – Czech Republic. Journal of Forest Science 49 (4): 141-147.
- Raport o stanie lasów. 2007. CILP Warszawa.
- Sławska M. 2002. Wpływ sposobu przygotowania gleby na zgrupowania skoczogonkow (*Collembola*, *Apterygota*) boru sosnowego. Sylwan 145 (11): 63-72.
- von Sydov F. 1997. Abundance of Pine Weevils (*Hyllobius abietis*) and damage to conifer seedlings in relation to silvicultural practice. Scandinavian Journal of Forest Research 12 (2): 157-167.
- Szukiel E., Piechowski D. 1997. Wpływ stosowania repelentów na przyrost sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) Sylwan 141 (10): 83-96.
- Szymański S. 1983. Wzrost niektórych gatunków drzew leśnych w pierwszych 10 latach życia na siedlisku boru mieszanego świeżego. Sylwan 127 (7): 11-28.
- Tuszyński M. 1983. Wpływ orzek pełnych różnej głębokości na wzrost i rozwój upraw leśnych. Sylwan 127 (4): 1-9.
- Zaricksson O., Norberg G., Dolling A., Nilsson M.-C., Jaderlung A. 1997. Site preparation by steam treatment: effects on forest vegetation control and establishment, nutrition and growth of seeded Scots pine. Canadian Journal of Forest Research 27 (3): 315-322.
- Zasady Hodowli Lasu. 2003. ORWLP Bedoń.

## SUMMARY

The effect of soil preparation on pine seedling performance in plantations established in moist forest habitats

The studies were conducted in the territory of Pszczyńskie Forests (Kobiór Forest District) representing fertile and moist forest habitats (moist mixed broadleaved forest (LMw) 42% and moist mixed coniferous forest (BMw) 24%). 15 plantations established in LMw and BMw habi-

tats were selected for the experiment. The soil preparation methods included: full beds, ridge beds using a U-049 cutter head and strips created with FAO-FAR cutter. The height of all pine seedlings on sample plots were measured in the second and third year after planting and their silvicultural quality was assessed taking into account growth disturbances in and damage by game animals. Seedling density, survival after three years of growth, height and height increment, quality structure, as well as the percentage and type of damage were determined. On the basis of data obtained from the State Forests IT System (SILP), total costs incurred for establishing and tending of all forest plantations in the years 2002-2004 were specified.

Plantations established on beds showed the highest density parameters, the lowest – on strips (Fig. 1). The highest survival rate (70.8%) had seedlings growing on ridge beds. Pines planted on strips prepared by a soil cutter were highest (45.6 cm after the second year and 84.1 cm after the third year of growth) and pines planted on full beds were lowest (30.7 and 60.1 cm, respectively, Fig. 2). Similarly, the mean height increment of pines growing on strips was highest (Fig. 3). All these parameters accounted for marked differences between the variants. Also, the variation was found between individual objects of the experiment.

The quality structure was similar in individual experimental variants, however, the percentage of seedlings of the lowest quality class growing on beds was markedly higher compared to other variants (Fig. 4). Differences between individual sites under the experiment were more pronounced. The most frequent cause of reduced seedling quality was damage by game animals resulting in stem defects of which double stems were dominant (Fig. 5). Most frequently, the forked and multi-stem trees occurred on full beds, while the greatest number of proleptic shoots developed on seedlings growing on strips (Fig. 5).

Animal pressure on plantations was especially frequent on full beds – more than 50% of seedlings showed signs of browsing (Fig. 6). For the other two variants, the percentage of damage was considerably lower. Large differences in damage intensity were found between the individual sites. Plantations located in the vicinity of the town Tychy featured lower pressure from game animals in comparison with plantations located further deep into the forest.

The structure and amount of the costs incurred for the establishment of plantations indicated a marked variability depending on the method applied (Fig. 6). The full bed method of soil preparation generated the highest costs. The use of a soil cutter to make strips was the cheapest method, yet the costs of treatments, such as tending and fill planting were very high. Taking into consideration all the expenses incurred during the first years after planting, full beds turned to be the most expensive method of soil preparation.

The choice of the soil preparation method in moist habitats should be preceded by a careful reconnaissance of the terrain and microhabitat conditions.

Of the methods discussed in this study, planting on strips can be recommended for moderately moist and ridge beds – for heavily moist forest habitats. Resignation of full beds is fully justified on account of natural and economic reasons.