

## WYSOKOŚĆ 7-LETNIEJ UPRAWY SOSNOWEJ NA SIEDLISKU BORU ŚWIEŻEGO W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU PRZYGOTOWANIA POWIERZCHNI ZRĘBOWEJ

Jakub Jakubowski✉, Roman Gornowicz, Włodzimierz Stempski

Wydział Leśny i Technologii Drewna, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 71C, 60-625 Poznań

### ABSTRAKT

Celem badań było określenie wpływu wybranych metod przygotowania gleby oraz sposobów utylizacji pozostałości zrębowych na parametr wysokości 7-letniego młodnika sosnowego. Prace terenowe przeprowadzono we wrześniu 2015 roku na terenie Nadleśnictwa Bierzwnik. Analizą objęto trzy sposoby utylizacji pozostałości zrębowych (całkowite uprzątnięcie pozostałości; pozostawienie cienkich gałęzi z igliwem i pozyskanie grubych; rozdrobnienie wszystkich gałęzi) oraz trzy sposoby przygotowania gleby (naoranie wałków; darcie pasów frezem leśnym; orka pługiem LPZ-75). W efekcie analiz stwierdzono statystycznie istotny wpływ badanych metod przygotowania gleby oraz interakcji metod przygotowania gleby i sposobów utylizacji pozostałości zrębowych na wysokość 7-letnich sosen. Nie stwierdzono statystycznego wpływu sposobów utylizacji pozostałości zrębowych na wysokość 7-letniej uprawy. Optymalnym wariantem dla wysokości młodnika sosnowego okazało się połączenie orki pługiem LPZ-75 z uprzątnięciem pozostałości zrębowych. Najniższe średnie wartości dla wysokości odnotowano w wariantcie darcia pasów frezem leśnym oraz pozostawienia cienkich gałęzi i pozyskania grubych.

**Słowa kluczowe:** uprawa sosnowa, przygotowanie gleby, wysokość, powierzchnia zrębowa, utylizacja pozostałości zrębowych

### WSTĘP

Jednym z podstawowych czynników warunkujących prawidłowy rozwój drzewostanu jest właściwe przygotowanie terenu pod odnowienie. Powodzenie sztucznego odnowienia lasu zależy więc w dużej mierze od sposobu zagospodarowania powierzchni zrębowej. Odpowiednie przygotowanie terenu jest bardzo ważne ze względów nie tylko gospodarczych, ale także przyrodniczych. Po procesie pozyskania drewna w cięciach rębnych na powierzchni zostają resztki pozrębowe, m.in. w postaci gałęzi czy igliwia, które należy zagospodarować w sposób jak najkorzystniejszy. Na przykład rozdrobnienie pozostałości nie tylko technicznie

ułatwi wprowadzenie nowego pokolenia drzewostanu, ale także pozwoli sadzonkom na bardziej efektywne korzystanie z bazy pokarmowej w postaci związków mineralnych zawartych w gałęziach, fragmentach kory czy pni drzew. Z kolei pozostawienie resztek zrębowych w całości na zrębie skutkuje wydłużonym czasem uwalniania się pierwiastków biogenych do gleby, ale utrudnia późniejsze zabiegi takie, jak przygotowanie gleby czy pielęgnacja uprawy. Jak podaje Chlebowski (2000) pozostałości zrębowe powstałe przy pozyskaniu drewna stanowią przeszkodę w mechanicznym przygotowaniu gleby, dlatego należy je

✉ jakub.jakubowski@up.poznan.pl, <https://orcid.org/0000-0002-1049-1056>

odpowiednio zutilizować w celu założenia uprawy. Poza technicznymi utrudnieniami związanymi z zastosowaniem odpowiedniego sprzętu do mechanicznej uprawy gleby, pozostawione resztki pozrębowe stwarzają dogodne warunki do rozwoju szkodliwych owadów oraz zwiększają zagrożenie pożarowe.

Przy doborze odpowiedniego sposobu zagospodarowania pozostałości zrębowych należy uwzględnić aspekty technologiczne i ekonomiczne, ale przede wszystkim przyrodniczo-leśne, zapewniając podczas prac ochronę środowiska leśnego. Aby przyszły drzewostan rozwijał się w korzystnych warunkach i zachował odpowiednią dynamikę wzrostu, jest istotne wcześniejsze zadbanie o odpowiednie przygotowanie gleby przed sadzeniem drzewek (Löf i in., 2006; Sewerniak i in., 2011). Wzrost zarówno upraw, jak i młodników w dużej mierze zależy od metody przygotowania gleby (Hanson i Karlman, 1997). Celem tego zabiegu jest odpowiednie ukształtowanie właściwości gleby, by stworzyć warunki sprzyjające odżywianiu się sadzonek, łatwiejszej adaptacji drzewek do nowych warunków, a także ograniczeniu konkurencji ze strony roślin runa (Kocjan, 2008).

Wybór konkretnego wariantu lub technologii przygotowania gleby jest zależny od trzech grup czynników: siedliskowych, biocenotycznych oraz gospodarczych (Gornowicz i in., 2012). Dostosowując metodę przygotowania gleby, każdą powierzchnię należy traktować indywidualnie, biorąc pod uwagę takie czynniki, jak: rodzaj gleby, ukształtowanie terenu, sposób odnowienia, warunki wilgotnościowe czy stopień zachwaszczenia. Sposoby utylizacji pozostałości pozrębowych oraz metody przygotowania gleby wpływają także na florę i faunę glebową oraz na obieg materii organicznej. Dlatego odpowiednie zestawienie sposobu zagospodarowania pozostałości zrębowych z metodą przygotowania gleby jest tak ważnym warunkiem skutecznego odnowienia lasu, a tym samym osiągnięcia wysokiej jakości oraz udatności upraw (Andrzejczyk i Augustyniak, 2007). Wielokrotnie potwierdzano wpływ różnych sposobów zagospodarowania powierzchni zrębowej na parametry wzrostu drzewostanów sosnowych (Gornowicz i in., 2012; Jakubowski i in., 2013; Pigan, 2010).

Celem badań było określenie wpływu wybranych metod przygotowania gleby oraz sposobów zagospodarowania pozostałości zrębowych na wysokość drzew 7-letniej uprawy sosnowej (*Pinus sylvestris* L.).

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Bierzwnik, na powierzchni doświadczalnej w leśnictwie Chojnowo w pododdziale 80g. Przed jej założeniem w latach 2008/09, wykonano zręb zupełny rębnią zupełną pasową (Ib) 100-letniego drzewostanu sosnowego, II klasy bonitacji, na siedlisku boru świeżego (Bśw). Obszar 4,03 ha został odnowiony sztucznie jednorocznym materiałem sadzeniowym sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), na którym wyznaczono powierzchnię badawczą w kształcie prostokąta o wymiarach 180 × 60 m (łącznie 1,08 ha). Wyodrębniono 27 poletek o wymiarach 20 × 20 m każde, grupując je w trzy bloki. Bloki liczące po dziewięć działek posłużyły jako powtórzenia pomiarów. Całą powierzchnię doświadczalną podzielono na trzy pasy o wymiarach 180 × 20 m, biegnące przez całą długość powierzchni (wzdłuż jej dłuższego boku). Na pasach zastosowano trzy różne metody przygotowania gleby:

- A. naoranie wałków
- B. darcie pasów frezem leśnym
- C. wyoranie bruzd pługiem LPZ-75.

Każdy z bloków podzielono także na trzy pasy poprzeczne, na których zagospodarowano pozostałości zrębowe jednym z trzech sposobów:

1. uprzątnięcie pozostałości – zgrabienie i wyniesienie poza działkę
2. pozostawienie cienkich gałęzi i pozyskanie grubych
3. rozdrobnienie wszystkich gałęzi.

Kolejność pasów ustalono w sposób losowy.

Układ rozmieszczenia poletek na powierzchni badawczej przedstawiono na rysunku 1. W celu zbadania kształtowania się wysokości 7-letniej uprawy sosnowej w zależności od zastosowania różnych sposobów zagospodarowania powierzchni zrębowej zmierzono wysokość ok. 50% drzewek na całej powierzchni. Mierzono parzyste rzędy drzewek na każdej z działek, z wykluczeniem rzędów skrajnych ze względu na bliskie usytuowanie sąsiedniej uprawy. Pominięto także drzewka pochodzące z odnowienia naturalnego powstałego wskutek obsiewu bocznego z sąsiadujących starszych drzewostanów sosnowych. Pomiary wykonano, z użyciem wysokościomierza elektronicznego Nikon Forestry 550 oraz łąty geodezyjnej, z dokładnością do 0,001 m. Następnie obliczono podstawowe

<b>BLOCK I</b>			<b>BLOCK II</b>			<b>BLOCK III</b>				
20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m		
									20 m	<b>A</b>
									20 m	<b>B</b>
									20 m	<b>C</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		

**Rys. 1.** Schemat rozmieszczenia działek na powierzchni badawczej. Metody przygotowania gleby: A – naoranie wałków, B – zdarcie pasów frezem leśnym, C – orka pługiem LPZ-75. Sposoby utylizacji pozostałości zrębowych: 1 – całkowite uprzątnięcie pozostałości, 2 – pozostawienie cienkich gałęzi z igliwem i pozyskanie grubych, 3 – rozdrobnienie wszystkich gałęzi

**Fig. 1.** Diagram of sample plots in the experimental area. Methods of soil preparation: A – ploughing ridges, B – scarifying with rotary tiller, C – ploughing furrows with LPZ-75. Methods of utilising logging residues: 1 – complete removal, 2 – leaving twigs and utilising bigger branches, 3 – comminution of all residues

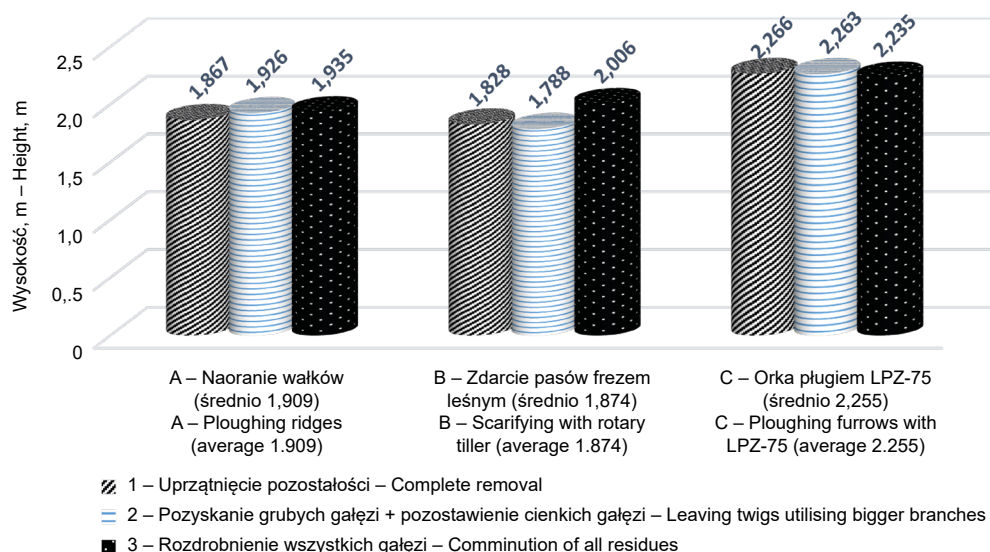
statystyki opisowe dla wartości wysokości: liczbę obserwacji ( $N$ ), średnią arytmetyczną ( $\bar{x}$ ), wartości graniczne (MIN-MAX), odchylenie standardowe, współczynnik zmienności ( $V$ ). Do tego celu zastosowano funkcję analizy danych w programie Microsoft Excel. Aby określić wpływ (lub jego brak) metod przygotowania gleby, sposobów utylizacji pozostałości zrębowych, a także połączenia tych dwóch czynników na wysokość 7-letnich sosen, przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Obliczenia wykonano w programie Statistica 13.1. W przypadku wystąpienia wpływu istotnego statystycznie (kiedy  $p < \alpha$ ; przyjęto poziom istotności  $\alpha = 0,05$ ) przeprowadzono analizę wielokrotnych porównań średnich – test Duncana. Wskazywał on, pomiędzy którymi grupami badanych średnich wystąpiły różnice istotne.

## WYNIKI I DYSKUSJA

### Analiza wpływu metod przygotowania gleby na wysokość drzew 7-letniej uprawy sosnowej

Na rysunku 2 przedstawiono wykres zależności wysokości 7-letnich sosen od metod przygotowania gleby z uwzględnieniem sposobów utylizacji pozostałości

zrębowych. Prezentowana wartość nad słupkiem jest średnią wysokością z trzech bloków. Najkorzystniejsze wyniki pod względem wysokości drzewek uzyskano na poletkach, gdzie przygotowano glebę poprzez orkę pługiem LPZ-75 (średnio 2,255 m). Z kolei najniższe wartości wysokości zaobserwowano na działkach, gdzie zdarto pasy frezem leśnym (średnio 1,874 m). Nieznacznie wyższe drzewka wyrosły na powierzchniach, gdzie naorano wałki (1,909 m). W wariancie orki pługiem LPZ-75 najlepsze efekty uzyskiwano w połączeniu z uprzątnięciem pozostałości (2,266 m) oraz pozyskaniem grubych gałęzi i pozostawieniem cienkich (2,263 m). Najniższą wysokością cechowały się drzewka na działkach, gdzie przed orką rozdrobniono pozostałości (2,235 m). W wariancie z darcie pasów frezem leśnym najlepiej wypadło połączenie z rozdrobnieniem pozostałości (2,006 m), natomiast wyraźnie słabsze efekty dawało połączenie z uprzątnięciem pozostałości (1,828 m) czy pozyskaniem grubych gałęzi i pozostawieniem cienkich (1,788 m). Wybierając metodę przygotowania gleby przez naoranie wałków, najkorzystniej połączyć ją z rozdrobnieniem pozostałości (1,935 m) lub pozyskaniem grubych gałęzi i pozostawieniem cienkich (1,926 m). Najśłabszy rezultat



**Rys. 2.** Średnia wysokość 7-letnich sosen w podziale na metody przygotowania gleby z uwzględnieniem sposobów zagospodarowania pozostałości zrębowych

**Fig. 2.** Mean heights of 7-year old Scots pine plantation in three groups of soil preparation methods depending on logging residues management methods

wysokości otrzymamy po połączeniu tego sposobu z uprzątnięciem pozostałości (1,867 m).

Pod względem zmienności wyników stwierdzono największe zróżnicowanie dla sposobu darcia pasów frezem leśnym (23,23%), a wyraźne zmniejszenie zmienności zaobserwowano w przypadku naorania wałków (20,46%). Andrzejczyk i Drozdowski (2003) także wykazali większą udatność oraz jakość hodowlaną odnowienia na skutek mechanicznego przygotowania gleby. Według ich badań, zwłaszcza na siedliskach słabszych – jak Bśw, przeżywalność siewek była większa w wyoranych brzdach. Pigan (2009) porównywała wysokość uprawy sosnowej na powierzchni przygotowanej rabatami, rabatowałkami oraz pasami wykonanymi frezarką. Największe wysokości 3-letnich sosen wykazała na powierzchni z rabatami (0,788 m), nieco mniejsze wartości w przypadku pasów (0,768 m), a najniższe wysokości stwierdziła w wariancie rabatowałków (0,702 m). Metody przygotowania gleby wpływają nie tylko na efekt hodowlany uprawy, ale także na cały ekosystem leśny (Pihlaja i in., 2006).

Wynik dwuczynnikowej analizy wariancji potwierdził istnienie statystycznie istotnego wpływu przygotowania gleby na wysokość 7-letniej uprawy sosnowej

( $p = 0,015793$ ). Na podstawie testu Duncana wykazano istnienie dwóch grup, pomiędzy którymi stwierdzono statystycznie istotne różnice (tab. 1). W pierwszej

**Tabela 1.** Wynik testu Duncana wpływu metod przygotowania gleby na wysokość 7-letnich sosen

**Table 1.** Results of Duncan test for the effect of soil preparation methods on height of 7-year old trees

Numer podklasy Number of sub-class	Metody przygotowania gleby Soil preparation methods	Średnia wysokość Mean height m	Grupa Group	
			I	II
1	(B) Zdarcie pasów frezem leśnym (B) Scarifying with rotary tiller	1,874078	*****	
2	(A) Naoranie wałków (A) Ploughing ridges	1,909224	*****	
3	(C) Orka pługiem LPZ-75 (C) Ploughing furrows with LPZ-75	2,254463		*****

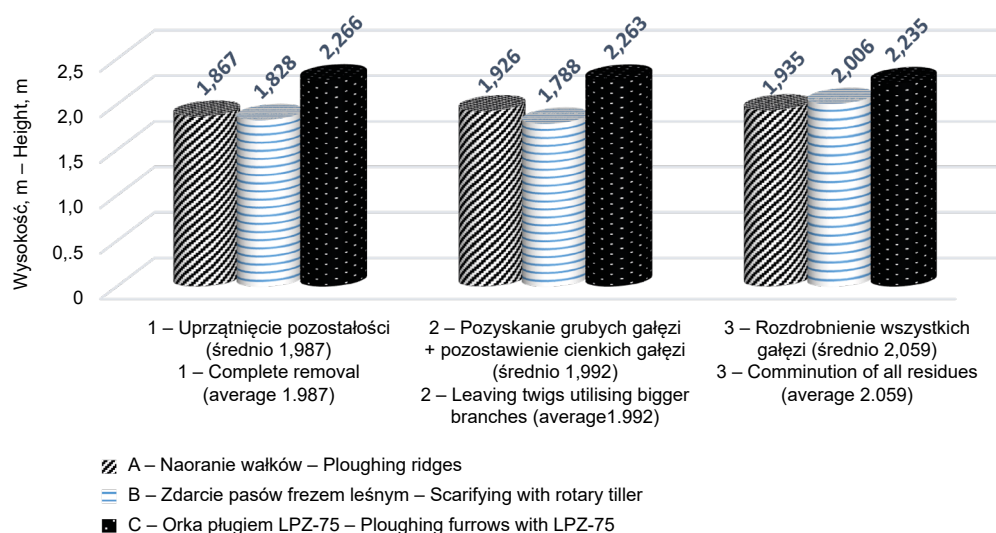
grupie znalazło się naoranie wałków (1,909 m) oraz darcie pasów frezem leśnym (1,874 m). W drugiej grupie znalazły się działki, na których zastosowano metodę orki pługiem LPZ-75 (2,254 m). Nie stwierdzono istotnych różnic między naoraniem wałków a darcie pasów frezem leśnym.

### Analiza wpływu sposobów zagospodarowania pozostałości zrębowych na wysokość drzew 7-letniej uprawy sosnowej

Na rysunku 3 przedstawiono średnie wartości wysokości 7-letnich sosen, w podziale na sposoby zagospodarowania resztek pozrębowych, z uwzględnieniem różnych metod przygotowania gleby. Z zestawienia wynika, że najwyższe drzewka (średnio blisko 2,06 m) wyrosły na działkach, gdzie rozdrobniono pozostałości zrębowe. Wyraźnie mniejsze wartości wysokości odnotowano po zastosowaniu dwóch pozostałych sposobów – drzewka osiągnęły średnią wysokość 1,99 m w przypadku zarówno uprzątnięcia pozostałości, jak i pozyskania grubych gałęzi oraz pozostawienia cienkich. Badania Gornowicza i in. (2007) wykazały, że uprawa 5-letnia osiągnęła najwyższą średnią wysokość na powierzchniach, gdzie pozostałości rozdrobniono i zmieszano z glebą mineralną oraz w przypadku

pozostawienia resztek pozrębowych w całości. Wyraźnie słabsze wyniki uzyskano po uprzątnięciu pozostałości. Suwała (2005) podaje, że rozdrobnienie oraz pozostawienie resztek pozrębowych na zrębie skutkuje wzrostem żyzności gleby, a także opóźnia emisję węgla z gleby w stosunku do pozostałych metod. Według Gornowicza (2004), z punktu widzenia obiegu pierwiastków najbardziej wartościowym materiałem są gałęzie o średnicy mniejszej niż 4 cm oraz igliwie, natomiast uprzątnięcie pozostałości ze zrębu intensyfikuje procesy wymywania.

Rozdrobnienie gałęzi (rys. 3) przynosiło najkorzystniejsze wyniki w połączeniu z orką pługiem LPZ-75 (2,235 m), a efekt najniższy dawało połączenie z naoraniem wałków (1,935 m). Zastosowane pozyskiwanie grubych gałęzi i pozostawianie cienkich również skutkowało największymi wysokościami drzewek w połączeniu z orką pługiem LPZ-75 (2,263 m), natomiast najniższe wartości stwierdzono w przypadku połączenia z metodą darcia pasów frezem leśnym (1,788 m). Podobnie ostatni sposób zagospodarowania resztek pozrębowych – połączenie uprzątnięcia pozostałości z orką pługiem LPZ-75 wyróżniała największa efektywność pod względem wysokości (2,266 m), natomiast w kombinacji z darcie



**Rys. 3.** Średnia wysokość 7-letnich sosen w podziale na sposoby zagospodarowania pozostałości zrębowych z uwzględnieniem metod przygotowania gleby

**Fig. 3.** Mean heights of 7-year old Scots pine plantation in three groups of logging residues management methods depending on soil preparation methods



pasów frezem leśnym otrzymano wyniki najsłabsze (1,828 m). Porównując współczynniki zmienności, większe zróżnicowane wysokości zaobserwowano na działkach z uprzątniętymi pozostałościami zrębowymi (25,1%). W przypadku pozyskania grubych gałęzi i pozostawienia cienkich współczynnik zmienności wyniósł 22,99%, natomiast najbardziej równymi pod względem wysokości okazały się poletka, na których pozostałości rozdrobniono – 22,22%.

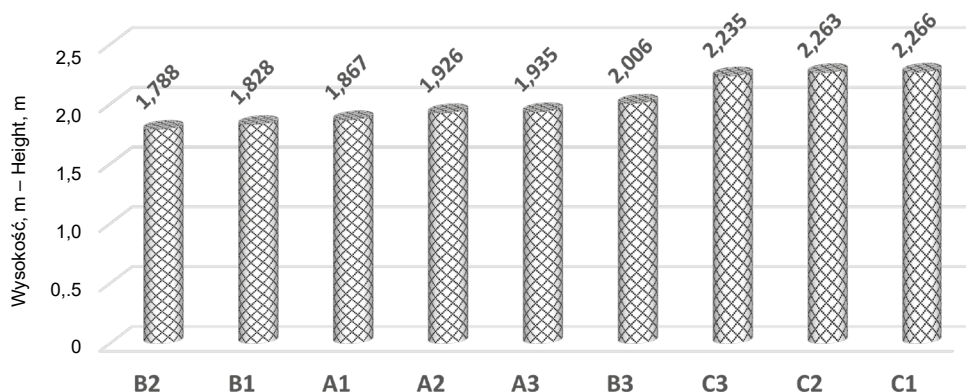
Przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji nie wykazała statystycznie istotnego wpływu zagospodarowania pozostałości zrębowych na wysokość 7-letniej uprawy. Błąd twierdzenia, że sposoby utylizacji pozostałości mają wpływ na wysokość badanej uprawy wyniósł 16,16% (wartość  $p = 0,161597$ ). Dlatego okazało się zbędne przeprowadzanie analizy wielokrotnych porównań post hoc (testu Duncana). W badaniach Jakubowskiego i in. (2013) również nie stwierdzono wpływu sposobów utylizacji pozostałości zrębowych na wysokość 3-letniej uprawy sosnowej. Podobnie w pracach Żybury i in. (2016) nie wykryto istotnej zależności między utylizacją resztek pozrębowych a wysokością uprawy sosnowej w pierwszych latach jej hodowli.

#### **Analiza wpływu interakcji sposobów zagospodarowania pozostałości zrębowych oraz metod przygotowania gleby na wysokość drzew 7-letniej uprawy sosnowej**

Na rysunku 4 przedstawiono zależność wysokości 7-letniej uprawy od dziewięciu różnych kombinacji

metod przygotowania gleby i sposobów zagospodarowania pozostałości zrębowych, zastosowanych na całej powierzchni doświadczalnej. Każdy wariant jest średnią z bloków I, II i III. Najlepszy rezultat pod względem wysokości 7-letnich sosn uzyskano, stosując połączenie orki pługiem LPZ-75 z uprzątnięciem resztek pozrębowych (C1 – 2,266 m). Niewiele gorsze wyniki stwierdzono w przypadku połączenia orki pługiem LPZ-75 z pozostałymi dwoma sposobami zagospodarowania pozostałości zrębowych (C2, C3). Choć orka wpływa korzystnie na wysokość uprawy, może także oddziaływać negatywnie na ekosystem leśny. Aleksandrowicz-Trzecińska i in. (2018) przeprowadzili analizę szkodliwości poszczególnych metod przygotowania gleby na właściwości gleby. Wynika z niej, że pług LPZ-75, w przeciwieństwie do frezu leśnego, charakteryzuje się silną ingerencją w środowisko glebowe. Może to grozić wymywaniem składników mineralnych oraz zmniejszeniem produktywności siedliska (Lundmark-Thelin i Johansson, 1997).

W niniejszych badaniach (rys. 4) drzewka wyrosłe na powierzchniach, gdzie przygotowano glebę poprzez zdercie pasów frezem leśnym – w połączeniu z pozyskaniem grubych gałęzi i pozostawieniem cienkich oraz w połączeniu z uprzątnięciem pozostałości – wyróżniały się najmniejszą wysokością spośród wszystkich działek na całej powierzchni (B2 – 1,788 m, B1 – 1,828 m). Jedynie połączenie zdercia pasów frezem z rozdrobnieniem pozostałości dało rezultaty lepsze (B3 – 2,006 m). Biorąc pod uwagę współczynnik



**Rys. 4.** Średnia wysokość 7-letnich sosn w podziale na dziewięć różnych wariantów metod przygotowania gleby wraz ze sposobami zagospodarowania pozostałości zrębowych

**Fig. 4.** Mean heights of 7-year old pine trees in nine different variants of soil preparation methods with logging residues management methods

**Tabela 2.** Wynik testu Duncana wpływu interakcji metod przygotowania gleby ze sposobami utylizacji pozostałości zrębowych na wysokość 7-letnich sosen

**Table 2.** Results of Duncan test for the effect of soil preparation methods with methods of utilisation of logging residues on height of 7-year old trees

Numer podklasy Number of sub-class	Metoda przygotowania gleby + sposób zagospodarowania pozostałości zrębowych Soil preparation method + utilisation of logging residues	Średnia wysokość Mean height m	Grupa – Group			
			I	II	III	IV
1	2 B	1,787917		*****		
2	1 B	1,828349	*****	*****		
3	1 A	1,866719	*****	*****		
4	2 A	1,926198	*****		*****	
5	3 A	1,934754	*****		*****	
6	3 B	2,005968			*****	
7	3 C	2,234538				*****
8	2 C	2,263192				*****
9	1 C	2,265661				*****

zmienności, największe zróżnicowanie stwierdzono dla interakcji sposobu zderzenia pasów frezem leśnym z pozyskaniem grubych gałęzi i pozostawieniem cienkich (B2 – 27,68%), z kolei wyraźny spadek zmienności stwierdzono w kombinacji naorania wałków i rozdrobnienia pozostałości zrębowych (A3 – 20,10%).

Na podstawie analizy wariancji (ANOVA) wykazano istotny statystycznie wpływ interakcji metod przygotowania gleby oraz sposobów zagospodarowania pozostałości zrębowych ( $p = 0,028749$ ). W wyniku testu Duncana wyodrębniono cztery grupy średnich wysokości w przedziałach (tab. 2): 1,828–1,935 m (gr. I), 1,788–1,867 m (gr. II), 1,926–2,006 m (gr. III), 2,235–2,266 m (gr. IV). Mała zmienność wysokości średnich spowodowała częściowe pokrycie się grupy I i II (warianty B1 i A1). Najbardziej istotne statystycznie różnice stwierdzono między grupą II a grupą IV. Ponadto istotne różnice występują między grupami II a III, między grupami III a IV oraz między grupami I a IV.

## WNIOSKI I PODSUMOWANIE

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono statystycznie istotny wpływ zarówno metod przygotowa-

nia gleby, jak i interakcji metod przygotowania gleby ze sposobami utylizacji pozostałości zrębowych na wysokość 7-letniej uprawy sosnowej. Spośród metod przygotowania gleby najlepsze wyniki wysokości uzyskano z zastosowaniem orki pługiem LPZ-75 – blisko 20% wyższe od rezultatów pozostałych metod, czyli zderzenia pasów frezem leśnym czy naorania wałków. W interakcji metod przygotowania gleby i zagospodarowania pozostałości zrębowych najefektywniejszą kombinacją okazało się połączenie orki pługiem LPZ-75 z uprzątnięciem resztek pozrębowych. Ten wariant przewyższał o blisko 27% najmniej efektywny wariant pod względem wysokości drzewek, czyli zderzenie pasów frezem leśnym z pozyskaniem grubych gałęzi i pozostawieniem cienkich. Statystycznej istotnej zależności nie wykazano pomiędzy sposobami zagospodarowania pozostałości zrębowych. Pomimo braku statystycznego wpływu, stwierdzono nieco wyższe wartości wysokości 7-letnich sosen w przypadku rozdrobnienia resztek pozrębowych w porównaniu z uprzątnięciem pozostałości czy pozyskaniem grubych gałęzi i pozostawieniem cienkich.

Podsumowując, warto wspomnieć o konieczności powtórzenia badań w kolejnych latach wzrostu

uprawy, a potem drzewostanu, gdyż powierzchnia, na której prowadzono badania ma zaledwie 7 lat. Po analizie drzewostanów starszych klas wieku będzie można wyrokować z dużo większą pewnością o wyższości jednych metod nad pozostałymi oraz skuteczności danego sposobu zagospodarowania zrębu.

## PIŚMIENICTWO

- Aleksandrowicz-Trzcńska, M., Drozdowski, S., Żybur, H. (2018). Wpływ mechanicznego przygotowania gleby na zrębie na jej cechy [Effect of mechanical soil preparation in a clear-cut area on soil parameters]. *Sylvan*, 162(8), 648–657 [in Polish].
- Andrzejczyk, T., Augustyniak, G. (2007). Wpływ przygotowania gleby na wzrost sosny zwyczajnej w pierwszych latach uprawy [The effect of different soil preparation methods on growth of Scots pine during the first years after planting]. *Sylvan*, 8, 3–8 [in Polish].
- Andrzejczyk, T., Drozdowski, S. (2003). Rozwój naturalnego odnowienia sosny zwyczajnej na powierzchni przygotowanej pługiem dwuodkładnicowym [The performance of natural regeneration of Scots pine following soil preparation using a double mouldboard plough]. *Sylvan*, 147(5), 28–35 [in Polish].
- Chlebowski, K. (2000). Zalety utylizacji odpadów pozrębowych [Advantages of management of cutting residues]. *Przegl. Leśn.*, 6–7 [in Polish].
- Gornowicz, R., Ceitel, J., Pilarek, Z., Kwaśna, H., Łakomy, P., Gałązka, S., Sienkiewicz, A., Kuźmiński, R. (2012). Wpływ likwidacji pozostałości zrębowych i sposobu przygotowania gleby na stan materii organicznej, zdrowotność i jakość hodowlaną upraw oraz wpływ na wiązanie węgla w glebie [The effect of logging residue removal and soil preparation on the state of organic matter, health and stand quality, and the effect on soil carbon sequestration]. *Temat 17/2008. Zlecenie – Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych – Warszawa. Realizacja: 2008–2012. Poznań: Katedra Techniki Leśnej* [in Polish].
- Gornowicz, R., Pilarek, Z., Gałązka, S. (2007). Height changes of a five-year old pine plantation depending on the method of management of cutting residues and way of soil preparation. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.*, 6(3), 25–31.
- Gornowicz, R. (2004). Technologie utylizacji pozostałości zrębowych na terenach nizinnych [Technologies for utilizing logging residues in lowland areas]. *Post. Techn. Leśn.*, 87, 31–37 [in Polish].
- 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. *Scand. J. For. Res.*, 12, 340–350.
- Kocjan, H. (2008). Prace przygotowawcze do odnowień i zalesień, sposoby i technika sadzenia oraz pielęgnacja upraw [Preparatory work for regeneration and afforestation, planting methods and technique, and tending operations]. Poznań: Wyd. UP [in Polish].
- Jakubowski, J., Gornowicz, R., Pilarek, Z., Kiedrowski, T. (2013). The influence of cutting residues management and soil preparation methods on height of 3-year-old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantation. *Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.*, 12(4), 33–41.
- Löf, M., Rydberg, D., Bolte, A. (2006). Mounding site preparation for forest restoration: Survival and short term growth response in *Quercus robur* L. seedlings. *For. Ecol. Manag.*, 232, 19–25.
- Lundmark-Thelin, A., Johansson, M. B. (1997). Influence of mechanical site preparation on decomposition and nutrient dynamics of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) needle litter and slash needles. *For. Ecol. Manag.*, 97, 265–275.
- Pigan, I. (2010). Odnowienie naturalne sosny (*Pinus sylvestris* L.) na siedliskach wilgotnych przy zastosowaniu różnych metod przygotowania gleby [Natural regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) growing in moist habitats using different soil preparation methods]. *Sylvan*, 154(8), 524–534 [in Polish].
- Pigan, I. (2009). 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]. *Sylvan*, 153(11), 745–757 [in Polish].
- Pihlaja, M., Koivula, M., Niemela, J. (2006). Responses of boreal beetle assemblages (*Coleoptera*, *Carabidae*) to clear-cutting and top-soil preparation. *For. Ecol. Manag.*, 222(1–3), 182–190.
- Sewerniak, P., Gonet, S., Quaium, M., Słomiński, W. (2011). Przygotowanie gleby do odnowienia drzewostanu jako czynnik kształtujący pokrywą glebową na przykładzie leśnictwa Zielona w Kotlinie Toruńskiej [Soil preparation for forest regeneration as a factor shaping soil cover based on the Zielona Forest District in the Toruń Basin]. *Repozytorium Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu* [in Polish].
- Suwała, M. (2005). Syntetyczna ocena porównawcza wybranych sposobów utylizacji pozostałości pozrębowych [A synthetic comparative assessment of selected



methods of logging residue utilization]. *Post. Techn. Leśn., Leśn.*, 92 [in Polish].  
Żybura, H., Aleksandrowicz-Trzcicka, M., Drozdowski, S., Wołczyk, Z. (2016). Wpływ sposobu postępowania z pozostałościami zrębowymi i przygotowania gleby na

zrębie na wzrost sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w 6-letniej uprawie [Effects of logging slash management methods and soil preparation methods in the cutting area on growth of 6-year-old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stand]. *Sylvan*, 160(4), 267–276 [in Polish].

## HEIGHT OF A SEVEN-YEAR OLD SCOTS PINE PLANTATION IN FRESH CONIFEROUS FOREST SITE TYPE DEPENDING ON DIFFERENT METHODS OF SITE PREPARATION

### ABSTRACT

The aim of the study was to determine the impact of selected soil preparation methods and methods of utilising logging residues on the height of a 7-year-old Scots pine stand (*Pinus sylvestris* L.). Measurements of tree height were carried out in September 2015 in the Bierzwnik Forest District. The analysis included three logging residue utilisation methods (complete removal; leaving twigs and utilising bigger branches; comminution of all residues) and three methods of soil preparation (ploughing ridges; scarifying with a rotary tiller; ploughing furrows with LPZ-75). The analyses showed a statistically significant effect of the soil preparation methods and the interaction of soil preparation methods and logging residue utilisation methods on the height of 7-year-old pines. There was no statistically significant effect of logging residue utilisation on the height of 7-year-old pines. The optimal variant for the height of pine trees was to combine ploughing furrows with an LPZ-75 plough and complete removal of logging residues. The lowest average values of tree height were recorded in the variant of scarifying with a rotary tiller and leaving twigs while utilising bigger branches.

**Keywords:** Scots pine plantation, soil preparation, height, cutting area, utilisation of logging residues