

TADEUSZ ANDRZEJCZYK, STANISŁAW DROZDOWSKI, HENRYK SZELIGOWSKI

## Wpływ przygotowania gleby na zagęszczenie, wzrost i jakość samosiewów sosny w warunkach podokapowych

The effect of soil preparation on density, growth and quality of natural regeneration of pine under the canopy

### ABSTRACT

The studies were conducted in the years of 1997-2001. The effect of four methods of soil preparation (ploughing with double mouldboard plough LPZ-75, disc plough PTL-2, disc harrowing and ridge formation) on natural regeneration of pine under the canopy shelter was analysed. Significant differences in the density, height and vitality of seedlings in the variant II (ploughing with disc plough) and variant IV (ridge formation) were found in the second and third year of studies. In the following years the differences between the variants were insignificant due to the heavy damage of seedlings caused by the cockchafer larvae. Neither of the methods applied protected the seedlings against this damage.

### KEY WORDS

Scots pine, natural regeneration, soil preparation

### Wstęp

Jednym z podstawowych warunków udatności samosiewnego odnowienia sosny jest mechaniczne przygotowanie gleby. Ma ono na celu stworzenie korzystnych warunków mikrosiedliskowych do kiełkowania nasion i wzrostu siewek, obniżenie konkurencji o wodę i składniki pokarmowe oraz zapewnienie nasionom i siewkom ochrony przed szkodnikami i niekorzystnymi warunkami pogodowymi. Zabieg skaryfikacji gleby polega zwykle na usunięciu z części powierzchni pokrywy roślinnej wraz z warstwą surowej próchnicy i odsłonięciu warstwy mineralnej, na której nasiona i siewki mają zapewnione podsiąkanie wody. Z wielu doświadczeń i obserwacji wynika, że na powierzchniach bez przygotowania gleby sosna odnawia się bardzo źle, zawsze ustępując wariantom doświadczenia z jakimkolwiek przygotowaniem gleby (Peřina 1971, Mierzejewski 1975, Tomczyk 1993, Drozdowski 2002).

Poszukiwanie skutecznych sposobów przygotowania gleby pod naturalne odnowienie jest

zagadnieniem bardzo aktualnym. Obecnie bowiem przywiązuje się bardzo dużą wagę do tego sposobu odnowienia i postuluje się jego rozszerzenie. Ponadto leśnictwo dysponuje coraz większym asortymentem nowych maszyn do uprawy gleby. Wymagają one przetestowa-

#### TADEUSZ ANDRZEJCZYK

Katedra Hodowli Lasu SGGW w Warszawie  
Leśny Zakład Doświadczalny  
95-063 Rogów  
rogowkhl@wp.pl

#### STANISŁAW DROZDOWSKI

Katedra Hodowli Lasu SGGW w Warszawie  
ul. Rakowiecka 26/30  
02-528 Warszawa

#### HENRYK SZELIGOWSKI

Katedra Hodowli Lasu SGGW w Warszawie  
Leśny Zakład Doświadczalny  
95-063 Rogów  
rogowkhl@wp.pl

nia m.in. pod kątem możliwości ich stosowania do przygotowania gleby pod odnowienie naturalne różnych gatunków, w różnych warunkach siedliskowych i drzewostanowych (powierzchnie podokapowe i powierzchnie otwarte). Zainteresowanie podobnymi problemami daje się zauważyć w wielu krajach europejskich a zwłaszcza skandynawskich (Jeansson 1987, Fjeld 1996, Kinnunen 1996).

Celem niniejszej pracy jest porównanie wybranych sposobów przygotowania gleby na zagęszczenie, przeżywalność i wzrost samosiewów sosny w warunkach podokapowych na siedlisku boru świeżego.

## Obiekt i metodyka badań

Badania wykonano na terenie Nadleśnictwa Józefów (RDLP Lublin, Kraina VI Małopolska, Dzielnica 10 Niziny Sandomierskiej, Mezoregion Puszczy Solskiej). Powierzchnię doświadczalną o wymiarach 70 x 300 m (2,1 ha) założono w oddz. 243f, w terenie lekko falistym, na siedlisku Bśw, o glebie rdzawej bielcowanej wykształconej z piasku sandrowego, słabogliniastego. Drzewostan rębny (lita sośnina) w momencie inicjowania odnowienia liczył 100 lat i charakteryzował się zwarciami umiarkowanym, zadrzewieniem 0,8 i bonitacją I.2. W podszycie występował jałowiec i czeremcha amerykańska. Na powierzchni dominowała pokrywa mszysto-czernicowa (65 %), mszysto-brusznicowa (30 %) i wrzosowa (5 %).

Odnowienie sosny powstało z obsiewu górnego wiosną 1996 roku po uprzednim wykonaniu cięcia obsiewnego, w ramach którego zadrzewienie drzewostanu zostało zredukowane do poziomu 0,6. Po dwóch latach (zimą 1997/1998) wykonano cięcie odslaniające, po którym zadrzewienie drzewostanu wynosiło 0,3.

Na powierzchni zastosowano cztery warianty przygotowania gleby:

- I. orka pługiem leśnym LPZ-75;
- II. orka pługiem talerzowym PTL-2;
- III. skaryfikacja broną talerzową (BT);
- IV. naorywanie wałków (NW).

Poszczególne sposoby przygotowania gleby wykonano na pasach o szerokości 15 m (orka pługiem LPZ-75 na pasie 25 m), przebiegających wzdłuż całej powierzchni odnowieniowej.

Naloty zinwentaryzowano w latach 1997-2001 czterokrotnie, w wieku 2, 3, 4 i 6 lat. W pierwszych dwóch latach w każdym wariantcie uprawowym siewki inwentaryzowano na 30 poletkach o powierzchni 4 m<sup>2</sup>, a w następnych – na 90 (w wariantcie I na 150) poletkach o powierzchni 1 m<sup>2</sup>, rozmieszczonych w regularnej sieci.

Na każdym poletku liczono siewki, klasyfikując je pod względem żywotności (3 klasy) oraz mierząc ich wysokość. Na podstawie uzyskanych danych obliczono średnie zagęszczenie, strukturę żywotności, średnią wysokość oraz przeżywalność. Istotność różnic pomiędzy wariantami uprawowymi w zakresie analizowanych cech określono na podstawie analizy wariancji przy wykorzystaniu programu statystycznego Statgraphics Plus.

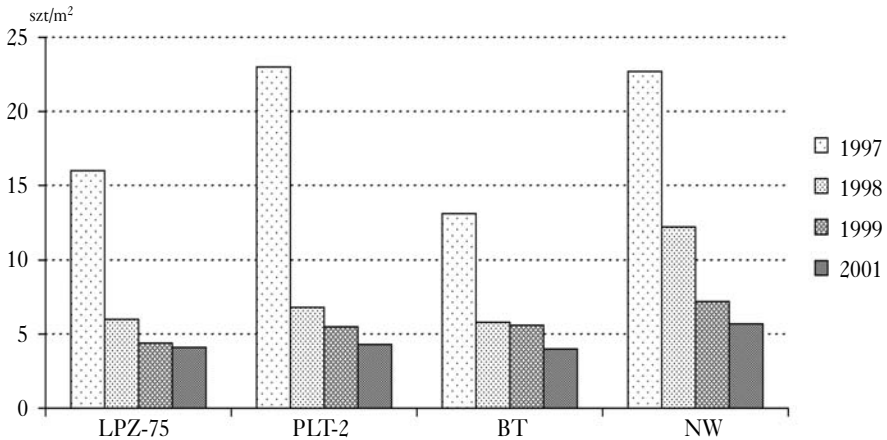
## Wyniki

**ZAGĘSZCZENIE.** Dane dotyczące zagęszczenia odnowień w kolejnych latach wzrostu w zależności od wariantu uprawowego przedstawiono na ryc. 1.

Zagęszczenie 2-letniej sosny było największe na powierzchni przygotowanej pługiem talerzowym (23 szt./m<sup>2</sup>) i naorywaczem wałków (22,7 szt./m<sup>2</sup>), najmniejsze – na powierzchni przygotowanej pługiem dwuodkładnicowym (16,0 szt./m<sup>2</sup>) i broną talerzową (13,1 szt./m<sup>2</sup>).

W następnym roku we wszystkich wariantach uprawowych nastąpiło bardzo znaczące zmniejszenie liczby nalotów, prowadząc w trzech wariantach praktycznie do wyrównania zagęszczenia (na poziomie ok. 6 szt./m<sup>2</sup>); istotnie większe zagęszczenie utrzymało się tylko w wariantie III z naoranymi wałkami (12,2 szt./m<sup>2</sup>). Po czwartym i szóstym sezonie wegetacyjnym zmiany w liczbie samosiewów były już niewielkie; generalnie doprowadziły one do wyrównania poziomu zagęszczenia nalotów we wszystkich wariantach uprawowych.

Z analizy wariancji wynika, że sposób przygotowania gleby największy wpływ na zagęszczenie miał w pierwszych latach po odnowieniu (tab. 1). W drugim roku doświadczenia



Ryc. 1.

Średnie zagęszczenie samosiewów sosny w kolejnych latach obserwacji w zależności od sposobu przygotowania gleby

Average density of pine self-seedlings depending on the method of soil preparation in the subsequent study years

Tabela 1.

Wyniki analizy wariancji (wartości statystyk F i P) oraz testu istotności różnic zagęszczenia nalotów w kolejnych latach w różnych wariantach uprawowych

Results of the ANOVA (values of F and P statistics) and the test of significance of differences in the regrowth density among variants in the subsequent years

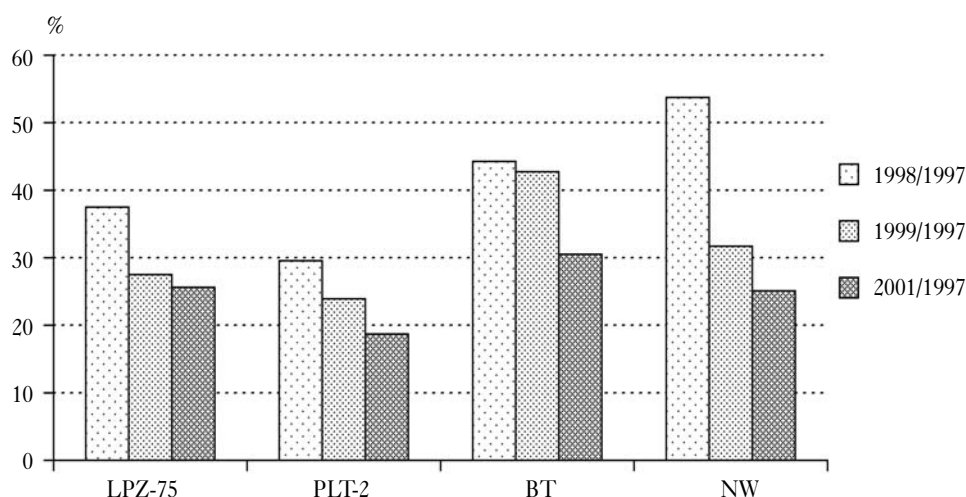
Rok	F	P	Wariant	Istotność różnic
1997	5,92	0,0009	III	x
			I	x
			IV	x
			II	x
1998	6,84	0,0003	III	x
			I	x
			II	x
			IV	x
1999	9,51	0,0011	I	x
			III	x x
			II	x
			IV	x
2001	2,24	0,0827	III	x
			I	x
			II	x x
			IV	x

najlepsze wyniki, nie różniące się istotnie między sobą, uzyskano przy naorywaniu wałków i orce pługiem talerzowym, natomiast wyraźnie słabsze przy zastosowaniu pługa dwuodkładnicowego i brony talerzowej. W kolejnych latach trwania doświadczenia różnice w zagęszczeniu nalotów stopniowo zanikały. Najtrwalszy efekt stwierdzono przy naorywaniu wałków, lecz i tu w ostatnim roku badań (po sześciu latach) wyniki nie różnią się istotnie od pozostałych wariantów.

**PRZEŻYwalność.** Przeżywalność samosiewów w kolejnych latach obliczono odnosząc ich liczbę do stanu wyjściowego, stwierdzonego w trakcie drugiego sezonu wegetacyjnego. Z uzyskanych danych wynika, że najczęściej wypadów (od 46 do 70 % zależnie od wariantu) zaobserwowano po drugim sezonie wegetacyjnym (ryc. 2). Wypadki te były spowodowane głównie przez szkody wyrządzone przez pędraki chrabąszcza majowego, który masowo zasiedlił tę powierzchnię. Już w trakcie inwentaryzacji w 1997 roku stwierdzono, że ok. 10% siewek zasychało z powodu uszkodzenia korzeni przez tego szkodnika.

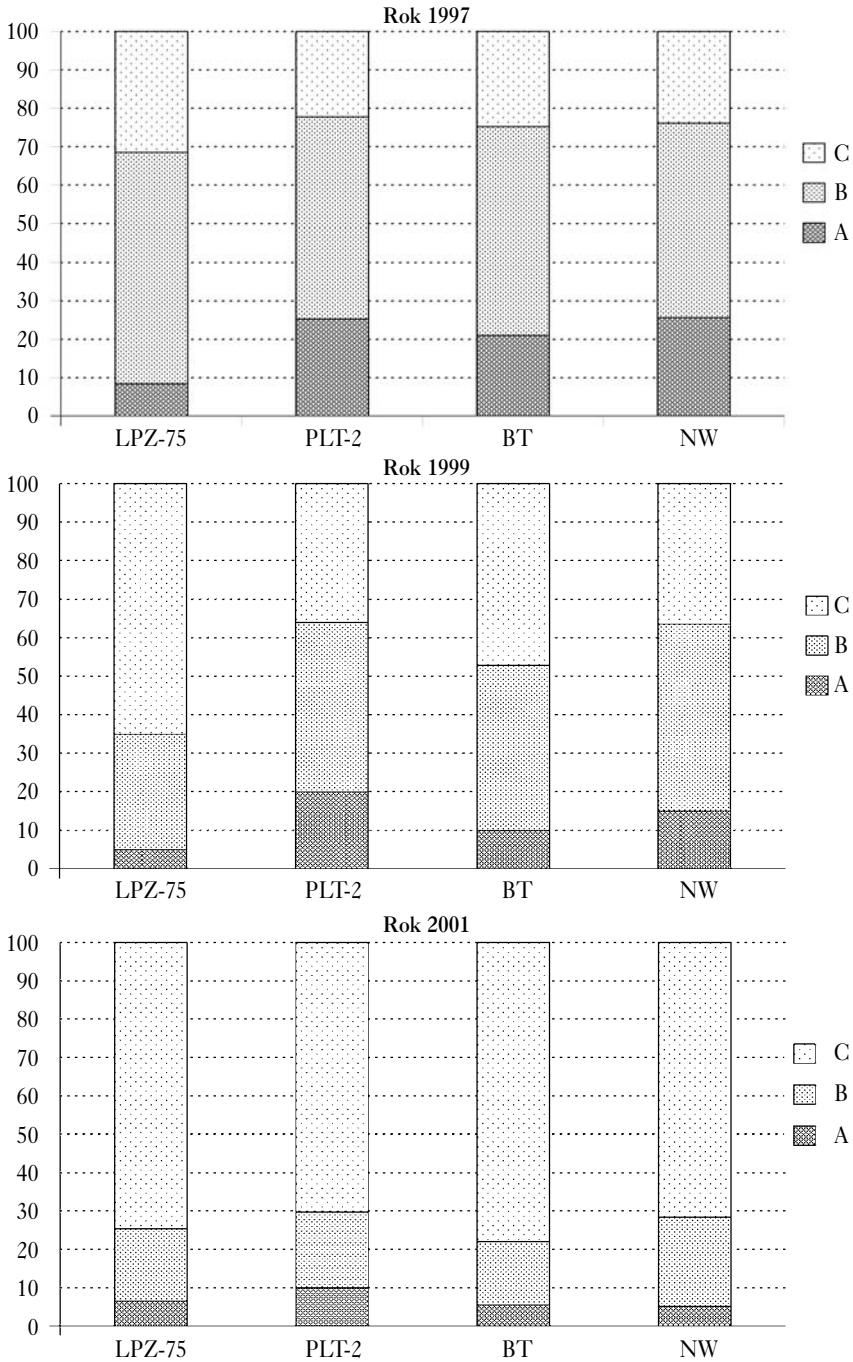
W pierwszym okresie (lata 1997-98) największą przeżywalnością charakteryzowały się sosny na wałkach (53,7%), najmniejszą – w wariantcie z orką pługiem talerzowym (30%) w pozostałych dwóch wariantach przeżywalność wynosiła ok. 40%. Po szóstym roku życia przeżywalność samosiewów ukształtowała się na poziomie 20-30%; najlepszy wynik stwierdzono na powierzchni przygotowanej broną talerzową.

**Żywotność.** Wpływ sposobu przygotowania gleby na żywotność nalotów w największym stopniu zaznaczył się w ich pierwszych latach życia (ryc. 3). W wieku dwóch lat wyraźnie mniejszą żywotnością charakteryzowały się samosiewy w I wariantcie uprawowym (LPZ-75), gdzie ich udział w klasie wysokiej żywotności wynosił 8%, a niskiej – 32%. W pozostałych wariantach uprawowych struktura żywotności nalotów była zbliżona: 25% stanowiły sosny wysokiej, 50%



Ryc. 2.

Przeżywalność nalotów sosny w poszczególnych okresach w zależności od sposobu przygotowania gleby  
Survival of pine self-seedlings depending on the method of soil preparation in the subsequent study years



Ryc. 3.

Struktura żywotności nalotów w kolejnych latach w zależności od sposobu przygotowania gleby. (A – wysoka żywotność, B – średnia żywotność, C – niska żywotność)

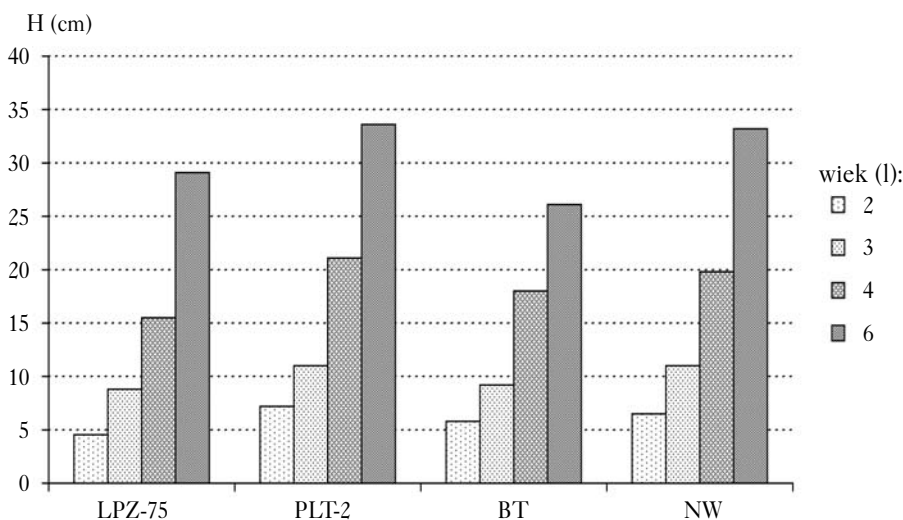
Structure of vitality of the regrowth depending on the method of soil preparation in the subsequent study years (A – high vitality, B – medium vitality, C – low vitality)

– średniej i 25% – małej żywotności. W następnych latach obserwacji, we wszystkich wariantach uprawowych, stwierdzono stałą tendencję do pogarszania się żywotności, przy czym wyraźnie niższą vitalnością charakteryzowały się zawsze naloty w I i III wariantcie (pług LPZ-75 i brona talerzowa), większą natomiast - w II i IV (pług PTL-2 i naorywacz wałków L-82). W ostatnim roku badań we wszystkich wariantach dominowały (70-80%) sosny małej żywotności.

**WYSOKOŚĆ.** Sposób przygotowania gleby od pierwszych lat miał istotny wpływ na kształtowanie się wysokości odnowień. Generalnie, w całym badanym okresie wyraźnie niższą wysokość uzyskiwały naloty na powierzchni przygotowanej broną talerzową (wariant III) i pługiem dwuodkładnicowym LPZ-75 (wariant I), większą natomiast na powierzchni przygotowanej pługiem talerzowym (wariant II) i naorywaczem wałków (wariant IV) (ryc. 4). Pomiędzy I i III oraz II i IV wariantem, począwszy od 1998 roku, nie stwierdzono istotnych różnic badanej cechy (tab.2).

## Dyskusja

Badania na wpływie różnych sposobów przygotowania gleby na odnowienie naturalne sosny zostały zakłócone w znacznym stopniu przez szkody wyrządzone przez pędraka chrabąszcza majowego. Ujawniły się one już podczas pierwszej inwentaryzacji wykonanej w trakcie drugiego sezonu wegetacyjnego, a w kolejnych latach doprowadziły do dużych wypadów, znacznego obniżenia vitalności i zmniejszenia przyrostu na wysokość. Szkody te wystąpiły na całej powierzchni, niezależnie od sposobu przygotowania gleby. Z uwagi na ten czynnik, przy ocenie wpływu różnych sposobów przygotowania gleby na stan samowiewów, wiarygodne będą wyniki uzyskane w dwóch pierwszych latach obserwacji, kiedy nasilenie szkód było najmniejsze. W późniejszym okresie na stan nalotów w większym stopniu oddziaływały szkody od pędraka niż różne sposoby przygotowania gleby.



**Ryc. 4.**

Średnia wysokość samosiewów sosny w kolejnych latach życia w zależności od sposobu przygotowania gleby

Average height of pine self-seedlings depending on the method of soil preparation in the subsequent study years

Tabela 2.

Wyniki analizy wariancji (wartości F i P) oraz testu istotności różnic średniej wysokości nalotów w kolejnych latach życia w różnych wariantach uprawowych

Results of the ANOVA (values of F and P statistics) and the test of significance of differences in the regrowth height among variants in the subsequent years

Rok	F	P	Wariant	H (cm)	Istotność różnic
1997	124,79	0,0000	I	4,5	x
			III	5,8	x
			IV	6,5	x
			II	7,2	x
1998	9,018	0,0000	I	8,8	x
			III	9,2	x
			IV	11,0	x
			II	11,0	x
1999	12,869	0,0000	III	18,5	x
			I	18,7	x
			II	20,2	x
			IV	23,4	x
2001	5,922	0,0005	III	26,1	x
			I	29,1	x
			IV	33,2	x
			II	33,6	x

Wyniki uzyskane w pierwszym okresie badań wskazują bardzo wyraźnie na istotny wpływ różnych sposobów uprawy na zagęszczenie, wzrost i żywotność nalotów sosny. Najlepsze warunki dla kiełkowania nasion jak i dalszego wzrostu odnowień dało przygotowanie gleby przez narozanie wałków lub wykonanie orki pługiem talerzowym PTL-2. Pewnym mankamentem drugiego sposobu była stosunkowo mała przeżywalność nalotów. Zdecydowanie najslabsze wyniki uzyskano przy wykonaniu tradycyjnej orki w bruzdy dwuodkładnicowym pługiem leśnym LPZ-75 oraz po skaryfikacji gleby broną talerzową. Zastosowanie tych narzędzi nie stwarza korzystnych warunków ani do kiełkowania nasion (stosunkowo małe zagęszczenie siewek), ani do dalszego wzrostu siewek.

Stosunkowo małą przydatność brony talerzowej do przygotowania gleby pod obsiew sosny wykazały także badania Mierzejewskiego (1975). Narzędzie to, zwłaszcza na powierzchniach z dobrze rozwiniętą pokrywą glebową, nie zapewnia dostatecznego odsłonięcia gleby mineralnej, gdzie siewki mogłyby się zakotwiczyć. Sposób ten mógłby mieć natomiast zastosowanie na powierzchniach z dominacją pokryw mszystych, bez grubych pokładów próchnicy nadkładowej. Brona talerzowa może dać stosunkowo dobre wyniki wtedy, gdy zabieg uprawowy zostanie wykonany kilkakrotnie, doprowadzając powierzchnię do stanu „czarnego ugoru” (Andrzejczyk, Twaróg, 1998).

Na powierzchni przygotowanej pługiem leśnym LPZ-75 większość nasion kiełkuje w bruzdach, jednak ich wzrost i rozwój w tych warunkach jest bardzo słaby, z uwagi na usunięcie w trakcie orki najbardziej żyznej, wierzchniej warstwy gleby. Stosując ten sposób przygotowania gleby należy dbać o właściwą głębokość orki. Na glebach ubogich, niezachwaszczających się, idealnym rozwiązaniem byłoby wykonanie bardzo płytkiej orki, w wyniku której zostałaby zdjeta tylko warstwa ściółki i odsłonięta gleba mineralna z zachowanym poziomem akumulacyjnym.

Z testowanych metod bardzo obiecujące wyniki dało przygotowanie gleby w wałki przy użyciu naorywacza. W wariancie tym uzyskano największe zagęszczenie siewek oraz ich najlepszy wzrost. Przy takim sposobie uprawy część nasion kiełkuje i rozwija się w bruzdach, które są

zazwyczaj płytsze od bruzd wyoranych pługiem tradycyjnym, część zaś na wałkach w miejscach, gdzie jest dostateczna grubość frakcji mineralnej. Zbliżone rezultaty uzyskano również przy zastosowaniu pługa talerzowego. Oba te sposoby dają stosunkowo duży udział powierzchni z odsłoniętą glebą mineralną, gdzie istnieje możliwość kiełkowania nasion i ukorzenia się siewek. Jednocześnie kiełkujące nasiona i siewki są tu chronione przed wywiewaniem i wysuszeniem, gdyż znajdują w tych warunkach częściej osłonięte nisze.

Wydaje się, że zastosowanie nowszych urządzeń do przygotowania gleby pod odnowienie naturalne sosny, takich jak pług talerzowy PTL-2, naorywacz wałków L-82 czy aktywny pług jednotalerzowy U162 i dwotalerzowy U162/2 powinno wpłynąć na poprawę wyników tego sposobu odnowienia. Należy jednak zaznaczyć, że urządzenia te nie sprawdzą się w warunkach silnej konkurencji roślin runa. Do przygotowania gleby pod obsiew sosny nie należy zalecać maszyn i urządzeń prowadzących do wymieszania ze sobą wierzchnich warstw gleby ze ściółką i roślinnością runa. Po pierwsze w warunkach takich kiełkujące nasiona i młode siewki bardzo często giną z powodu braku podsiąkania; taka sytuacja może mieć miejsce zwłaszcza wtedy, gdy gleba niedostatecznie się uleży po zabiegu uprawowym, albo gdy objętościowy udział frakcji organicznej (ściółka, humus i rośliny) jest większy od frakcji mineralnej (zbyt płytki zabieg). Po drugie – z powodu przyspieszonej mineralizacji materii organicznej oraz pocięcia kłaczy roślin – następuje szybkie opanowanie powierzchni przez trawy i inną roślinność pokrywową, która ogranicza wzrost i przeżywalność już powstałych nalotów i nie dopuszcza do uzyskania obsiewu uzupełniającego w następnych latach. O bardzo małej skuteczności przygotowania gleby za pomocą urządzeń rotacyjnych typu glebogryzarek świadczą m.in. badania Peřina (1971).

Na podstawie uzyskanych wyników można sformułować następujące wnioski o praktycznym znaczeniu:

1. Z testowanych sposobów przygotowania gleby najlepsze wyniki pod względem analizowanych cech nalotów (zagęszczenie, wzrost i żywotność) daje naorywanie wałków oraz orka pługiem talerzowym PTL-2.
2. Stosowanie brony talerzowej należy ograniczyć do powierzchni bez zwartych pokryw runa.
3. Poprawę warunków wzrostu siewek w bruzdach wyoranych pługiem leśnym LPZ-75 można osiągnąć zmniejszając głębokość orki.
4. Żaden z testowanych sposobów przygotowania gleby nie zabezpiecza siewek przed szkodami od pędraka chrabąszcza majowego; szkody te wystąpiły w podobnym nasileniu na całej powierzchni, niezależnie od wariantu przygotowania gleby.

## Literatura

- Andrzejczyk T., Twaróg J. 1998. Wpływ cięć obsiewnych i przygotowania gleby na wzrost i rozwój nalotów sosny w Puszczy Augustowskiej. Pr. IBL, Ser. A, 843: 5-29.
- Drozdowski S. 2002. Wpływ różnych sposobów przygotowania gleby na wyniki naturalnego odnowienia sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Acta Sci. Pol. Silv. Col. Ratio et Ind. Lign. 1(1): 27-34.
- Fjeld D. 1996. Scarification in shelterwood stands – some basic trends for Norwegian conditions. Scog. Forsk. Rep. 2: 48-59.
- Jeansson E. 1987. Some aspects on site preparation and natural regeneration in Sweden. Northern Forest Silviculture and Management. IUFRO S1.05-12 Symposium in Lapland, Finland.
- Kinnunen K. 1996. Site preparation and mechanized sowing in the regeneration of Scots pine. Scog. Forsk. Rep. 2: 71-81.
- Mierzejewski W. 1975. Badania nad uzyskaniem i wykorzystaniem odnowień naturalnych sosny i dębu. Dok. nauk. IBL, Mskr.
- Peřina V., 1971. Vliv připravy půdy na přirozenou obnovu borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.). Lesnictví 6: 563-590.
- Tomczyk S. 1993. Odnowienie naturalne. Sosna. Seria: Biblioteczka leśniczego, z. 29.



**SUMMARY****The effect of soil preparation on density, growth and quality of natural regeneration of pine under the canopy**

The paper concerned the effect of four methods of soil preparation (I - ploughing with a double mouldboard plough LPZ-75, II - ploughing with a disc plough PTL-2, III - disc harrowing and IV - ridge formation) on the density, growth and vitality of seedlings natural regeneration of pine under the canopy shelter. The studies were conducted in the years of 1997-2001 in the Józefów Forest District (south-eastern Poland).

Significant effects of soil preparation on the density, height and vitality of seedlings were found in the first years of studies in the variant II (ploughing with disc plough PTL-2) and variant IV (ridge formation). In the following years the differences between the variants were insignificant due to the persistent heavy damage of seedlings caused by the cockchafer larvae and the performance of natural regeneration was poor. None of the applied methods contributed to the reduction of damage caused by this pest.