

# BADANIA PORÓWNAWCZE ROZDRABNIACZY LEŚNYCH

Streszczenie

Większość rozdrabniaczy leśnych dostępnych na naszym rynku wyposażona jest w zespół roboczy o szerokości od 1,4 do 2 m, których zapotrzebowanie na moc ciągnika w zależności od typu agregatowanej maszyny wynosi od 70 do 200 kW. Badania wykazały minimalny wpływ wielkości badanego agregatu na efekty jego pracy. Istotnymi czynnikami okazały się natomiast warunki i przedmiot pracy.

Nieodłącznym etapem procesu pozyskania surowca drzewnego jest problem zagospodarowania odpadów pozrębowych, których masa w skali roku wynosi ok. 4 milionów m<sup>3</sup> [3]. Do niedawna po ścinie, okrzesaniu i wyróbce sortymentów, pozostałości pozrębowe były gromadzone w stopy, a następnie palone. Jednakże zgodnie z zarządzeniem Nr 11 i 11A/1999 w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na zasadach ekologicznych zaczęto odchodzić od tego procederu. Zasadność takiego postępowania umotywowana jest szeregiem badań, mających na celu określenie wpływu wypalania biomasy na właściwości fizyczne i chemiczne gleby [1].

Zasadniczym celem zagospodarowania odpadów pozrębowych poprzez uprzętnienie powierzchni leśnej, polegające na usunięciu lub rozdrobnieniu resztek powstałych podczas procesu pozyskania drewna jest przygotowanie powierzchni pod odnowienie (rys. 1). W warunkach polskiego leśnictwa najczęściej stosowaną metodą zagospodarowania powierzchni pozrębowych jest rozdrobnienie biomasy za pomocą rozdrabniacza leśnego sprzężonego z ciągnikiem rolniczym. Uzyskaną w ten sposób rozdrobnioną masę pozostawiamy na powierzchni celem wzbogacenia naturalnego siedliska leśnego. W Polsce doświadczenia w tym zakresie były już prowadzone kilkanaście lat temu, jednakże na szeroką skalę zostały rozpowszechnione dopiero w drugiej połowie lat 90.



Rys. 1. Powierzchnia zrębowa po wykonaniu pracy przez rozdrabniacz leśny  
Fig. 1. Felling site surface after the work of forest shredder

Obok sortymentów małowymiarowych powstałych z użytków przedrębnych, realizowanych w ramach cięć pielęgnacyjnych, pozostałości pozrębowe mają również zastosowanie jako źródło energii. Surowiec ten jest nieco kontrowersyjny, bowiem zawiera wiele pierwiastków biogennych, istotnych dla rozwoju nowego pokolenia drzewostanu [2].

## Charakterystyka rozdrabniaczy leśnych

Najczęściej stosowanymi maszynami do rozdrabniania pozostałości pozrębowych są rozdrabniacze z bijakowym zespołem roboczym o poziomej osi obrotu. Rozdrabniacz zawieszony jest na trójpunktowym układzie zawieszenia ciągnika rolniczego. Natomiast napęd przekazywany jest za pomocą wałka odbioru mocy (WOM).

Do wiodących producentów maszyn i urządzeń stosowanych w zagospodarowaniu powierzchni pozrębowej należy włoska firma SEPPI M, oraz hiszpańska ATILA. Wkład polskiej techniki w zakresie konstrukcji maszyn i urządzeń do zagospodarowania odpadów pozrębowych ogranicza się do produktów OTL Jarocin w postaci trzech modeli rozdrabniaczy.

Zapotrzebowanie na moc ciągnika, w zależności od typu agregatowanej maszyny, wynosi od 70 do 200 kW. Zasady regulacji pracy urządzenia sprowadzają się jedynie do zmiany wysokości położenia maszyny względem podłoża.

## Cel pracy

Celem pracy było określenie wydajności pracy rozdrabniacza leśnego w wyniku doboru określonych rozwiązań organizacyjnych. Badania przeprowadzono na dwóch zestawach maszyn; rozdrabniacz Seppi midiforst sprzężony z ciągnikiem Ursus ZTS 16245 (rys. 2) oraz Atila st 1.4 z ciągnikiem Crystal 160 (rys. 3). Podstawowe dane techniczne zestawów zamieszczono w tab. 1.



Rys. 2. Rozdrabniacz Seppi midiforst i ciągnik Ursus ZTS 16245  
Fig. 2. Seppi midiforst shredder and Ursus ZTS 16245 tractor



Rys. 3. Rozdrabniacz Atila 1.4 st i ciągnik Crystal 160  
Fig. 3. Atila 1.4 st shredder and Crystal 160 tractor

Tab. 1. Dane techniczne badanych zestawów  
Table 1. Technical data of tested aggregates

Parametr		Zestaw I	Zestaw II
Ciągnik	Model	ZTS 16245	Crystal 160
	Poj. skokowa [cm <sup>3</sup> ]	6842	7146
	Moc [kW]	114	115
	Rok produkcji	1996	2004
Rozdrabniacz	Model	Seppi m	Atila st
	Szer. robocza [mm]	2000	1400
	Rok produkcji	2000	2002

## Metodyka badań

Badania polegające na rejestracji pracy zestawu w ciągu całego dnia roboczego przeprowadzono na terenie ośmiu nadleśnictw wchodzących w skład Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Szczecinie [4].

Wydajność eksploatacyjną zestawu określono jako stosunek wielkości powierzchni do łącznego czasu pracy operatora, w tym: obsługi maszyny i ciągnika, czas przerw fizjologicznych oraz transportu.

Wydajność eksploatacyjną określono na podstawie wzoru:

$$W_1 = \Sigma (S \cdot t_o^{-1}) [\text{ha} \cdot \text{Rbh}^{-1}], \quad (1)$$

gdzie:

S - powierzchnia [ha].

t<sub>o</sub> - łączny czas pracy operatora [Rbh].

Wydajność efektywna zestawu została wyrażona jako wielkość powierzchni, na której operator jest w stanie wykonać prace w czasie jednej motogodziny pracy ciągnika [ha·Mth<sup>-1</sup>].

Wydajność efektywną określono na podstawie wzoru:

$$W_2 = \Sigma (S \cdot t_c^{-1}) [\text{ha} \cdot \text{Mth}^{-1}], \quad (2)$$

gdzie:

S - powierzchnia [ha],

t<sub>c</sub> - czas pracy ciągnika [Mth].

Efektywność pracy określono według wzoru:

$$E_p = \Sigma (t_o \cdot S^{-1}) [\text{Rbh} \cdot \text{ha}^{-1}], \quad (3)$$

gdzie:

t<sub>o</sub> - łączny czas pracy pracownika [Rbh],

S - powierzchnia [ha].

W celu analizy wydajności zestawu określono następujące warunki pracy:

- skład gatunkowy rozdrabnianego materiału,
- występowanie podszytu,
- rodzaj powierzchni, na której były prowadzone prace; rodzaj rębni, pasy przeciwpożarowe, itp.,
- ukształtowanie terenu (teren płaski - nachylenie nie większe niż 3°, - falisty nachylenie większe od 3°, lecz nie więcej niż 3 pagórki o nachyleniu nie przekraczającym 20°, pagórkowaty - co najmniej 3 pagórki o nachyleniu nie przekraczającym 20°, górzysty - nachylenie przekraczające 20°),
- stopień zakamienienia powierzchni. Wybierano losowo trzy powierzchnie o figurze kwadratu o boku a=10 m i policzono na niej kamienie o średnicy przekraczającej 4 cm (brak - 0-4 kamieni na każdej z powierzchni, małe - 5-10 kamieni, umiarkowane - 11-15 kamieni, duże - powyżej 15 kamieni),
- stopień zapniaczenia. Wybrano losowo trzy powierzchnie o figurze kwadratu o boku a=10 m i policzono występujące na niej pniaki (brak - 0-1 pniaka na każdej z powierzchni, mały - 2-4 pniaków, umiarkowany - 5-8 pniaków, duży - powyżej 9 pniaków),
- wilgotność materiału; określa wilgotność pozostałości pozrębowych (materiału rozdrabnianego). Wilgotność związana jest z zawartością wody w materiale spowodowaną jego właściwościami morfologicznymi (ważnym czynnikiem jest tutaj odstęp czasu pomiędzy pozyskaniem surowca, a rozdrabnianiem jego pozostałości przez maszynę), jak również warunkami atmosferycznymi. Wilgotność określono za pomocą wilgotnościomierza (*suchy* - wilgotność wynosi ok. 40% lub materiał znajduje się na powierzchni powyżej 6 miesięcy, *świeży* - wilgotność wynosi ok. 50% lub materiał znajduje się na powierzchni nie dłużej niż 6 miesięcy czasu, *wilgotny* - wilgotność wynosi powyżej 60% i materiał został poddany niewielkim opadom atmosferycznym, *mokry* - materiał świeży i został poddany obfitym opadom atmosferycznym),
- stopień wykrzesania gałęzi, określa rodzaj pozostałości pozrębowych w zależności od stopnia wykrzesania, związanego z pozyskaniem surowca małowymiarowego Gałęzie: *wykrzesane* - są to najdrobniejsze pozostałości (gałązki) drzewa, *częściowo wykrzesane* - są to średnio wykrzesane grubsze konary drzew, *niewykrzesane* - są to niewykrzesane konary, wierzchołki strzał oraz całe drzewka,
- rodzaj rozmieszczenia materiału na powierzchni; określa rozmieszczenie pozostałości pozrębowych na powierzchni (materiał rozmieszczony: równomiernie, nierównomiernie, stosy, pasy).

W celu określenia wpływu warunków pracy na badane zestawy maszyn posłużono się tzw. wagą poszczególnych czynników. Czynnikiem mającym niekorzystny wpływ na pracę zestawu przypisano najniższy stopień skali, natomiast czynnikom korzystnym - najwyższy, na przykład ukształtowanie powierzchni: teren płaski - 5, teren falisty - 4, teren płaski i falisty z występującymi okopami wojennymi - 3, teren pagórkowaty - 2, teren górzysty - 1.

## Wyniki badań

Przez eksploatację maszyny rozumiemy takie jej wykorzystanie; użytkowanie, obsługę i zarządzanie, aby spełniając swoje funkcje dała wymierne korzyści w postaci maksymalnej wydajności do minimum nakładów pracy. Wyniki badań przedstawiono w tab. 2.

Tab. 2. Wyniki badań  
Table 2. Research results

Wyszczególnienie	Seppi m	Atila st
Wydajność eksploatacyjna $W_1$ [ha · Rbh <sup>-1</sup> ]	0,12	0,11
Wydajność efektywna $W_2$ [ha · Mth <sup>-1</sup> ]	0,16	0,15
Efektywność pracy $E_p$ [Rbh · ha <sup>-1</sup> ]	9,41	8,62
Jednostkowe zużycie paliwa w czasie pracy $Z_{JP}$ [dm · ha <sup>-1</sup> ]	60,96	67,81

Średnia efektywność pracy zestawu ZTS 16245 i Seppi m (zestaw I) wynosi 8,62 [Rbh/ha], zaś Crystal 160 i Atila st (zestaw II) odpowiednio 9,41 [Rbh/ha]. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że parametry związane wydajnością pracy obu zestawów mimo istotnych różnic gabarytowych są porównywalne.

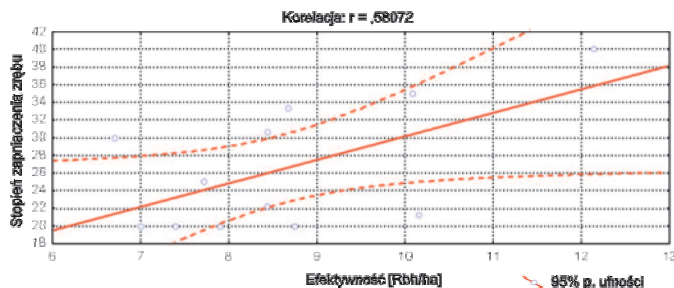
## Wnioski

Podczas badań zestawu Seppi m stwierdzono że najistotniejszy wpływ na efektywność pracy ma stopień zapniaczenia zrębu (rys. 4), natomiast analiza danych odnoszących się do zestawu Atila st pozwala stwierdzić że najistotniejszy wpływ na pracę zestawu ma wilgotność rozdrabnianego materiału. Prawie pewna korelacja w tym przypadku odnosi się do 55,55% badanych współzależności, natomiast 44,45% stanowi korelacja bardzo wysoka (rys. 5).

Metoda mechanicznego rozdrabniania pozostałości po zrębowej za pomocą rozdrabniacza leśnego jest jednym z wielu i jak się wydaje najwłaściwszym dzisiaj sposobem zagospodarowania pozostałości po zrębowych.

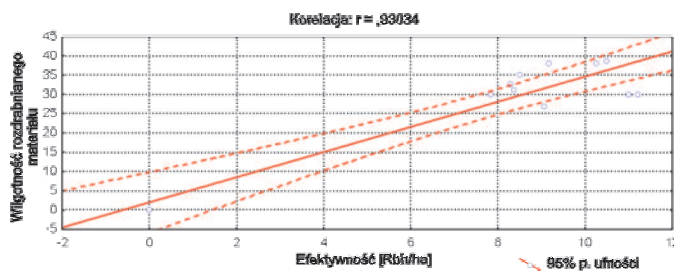
Na efektywność pracy takiego zestawu największy wpływ ma stopień zapniaczenia zrębu, gdzie współczynnik korelacji  $r$  wynosi 0,58. Natomiast drugim ważnym czynnikiem jest wilgotność rozdrabnianego materiału. Średnia efektywność

pracy zestawu ZTS 16245 i Seppi m wynosiła 8,62 [Rbh · ha<sup>-1</sup>], natomiast zestawu Crystal 160 i Atila st 9,41 [Rbh · ha<sup>-1</sup>].



Rys. 4. Wpływ stopnia zapniaczenia zrębu na efektywność pracy zestawu ZTS 16245 i Seppi m

Fig. 4. Influence of number of stumps on felling site on work efficiency of ZTS 16245 and Seppi m aggregate



Rys. 5. Wpływ wilgotności rozdrabnianego materiału na efektywność pracy zestawu Crystal 160 i Atila st

Fig. 5. Influence of humidity of shredding material on work efficiency of Crystal 160 and Atila st aggregate

## Literatura

- [1] Gałązka S. i inni: Wstępne badania nad wpływem sposobu zagospodarowania pozostałości po zrębowych na niektóre właściwości chemiczne gleb. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych, Tom 92, 2002.
- [2] Różański H., Jabłoński K.: Wybrane aspekty pozyskiwania surowca energetycznego z rębnych drzewostanów sosnowych. Materiały konferencyjne Targi Ekolas Tuchola 2006.
- [3] Wojtkowiak R.: Metody utylizacji pozostałości po eksploatacyjnych na zrębach maszyny i technologie. Wydawnictwo Świat, Warszawa 2000.
- [4] Maksymiak S.: Wpływ czynników organizacyjnych i ekonomicznych na efektywność pracy rozdrabniacza leśnego. Praca magisterska, AR Szczecin 2005.

## COMPARITIVE RESEARCH OF FORESTRY CHOPPERS

### Summary

The majority of forestry choppers on our market is being equipped in working tools about 1,4 to 2 m of width, which the demand of tractor's power in dependence from type of machine's aggregate set has carried out from 70 to 200 kW. The researchers showed the minimum influence of size of studied aggregate on effects of it's work. The essential factors however were the conditions and the object of work.



**BEZPIECZYSTWO MASZYN I CIĄGNIKÓW ROLNICZYCH W ZAKRESIE OBSZARU NIEHARMONIZOWANEGO W UNII EUROPEJSKIEJ**

ISBN 83-921598-1-0  
ilość stron: 113; il. 47; tabl. 7

Wydawca: PIMR-Poznań



**NAPĘDY HYDROSTATYCZNE W MASZYNACH ROLNICZYCH**

ISBN 83-921598-2-9  
ilość stron: 170; il. 136; tabl. 9

Wydawca: PIMR-Poznań