

# MECHANICZNY ZBIÓR DENDROMASY ROŚLIN ENERGETYCZNYCH UPRAWIANYCH W KRÓTKIEJ ROTACJI

Streszczenie

W artykule przedstawiono parametry techniczne trzech siewczarni samojezdnych używanych do mechanicznego zbioru dendromasy roślin energetycznych uprawianych w krótkiej rotacji. W szczególności zwrócono uwagę na konstrukcje przystawek obcinających i na ich zespoły tnące oraz podająco-podnoszące. Dane te rozpatrywano w odniesieniu do cech fizycznych roślin, warunków agrotechnicznych wzrostu i zbioru ich biomasy.

## Wstęp

Rynek biomasy pochodzącej z trwałych plantacji zlokalizowanych na gruntach rolnych jest w fazie rozwoju. W 2007 r. w Polsce odnotowano 5700 ha upraw roślin krzewiastych krótkiej rotacji (głównie wierzby) oraz 1600 ha innych wieloletnich roślin energetycznych [2]. Niemniej jednak powierzchnia tych upraw z roku na rok wzrasta, a tym samym rośnie zaangażowanie technicznych środków mechanizacji używanych do ich zbioru.

Zbiór biomasy może być wykonywany jedno- lub dwufazowo, jednak obie te metody mają swoje zalety i wady. Najsprawniej i najmniej pracochłonie, z dużą wydajnością, przeprowadzany jest zbiór jednofazowy. Najczęściej jest on wykonywany siewczarniami samojezdnymi, które ścinają i rozdrabniają biomasa do postaci zrębków. Eksploatacja tych maszyn, wymaga jednak poniesienia znacznych kosztów, przede wszystkim na ich amortyzację. Jednak dzięki ich uniwersalności umożliwiającej zbiór zielonek, kukurydzy i roślin energetycznych zwiększa się stopień ich wykorzystania, a tym samym zmniejszają się koszty utrzymania. Dodatkowo na rynku wzrasta ilość firm oferujących usługi zbioru biomasy siewczarniami samojezdnymi po konkurencyjnych cenach [1, 2]. Mankamentem tak zebranego surowca jest to, że wymaga on dosuszania ze względu na wysoką wilgotność sprzyjającą jego biologicznej degradacji w wyniku zapażenia [1, 2].

Celem artykułu jest prezentacja parametrów technicznych siewczarni samojezdnych używanych do mechanicznego zbioru dendromasy roślin energetycznych, uprawianych w krótkiej rotacji. Parametry te uwzględniono w odniesieniu do cech biologicznych i fizycznych zbieranej biomasy.

## Właściwości drzewiastych roślin energetycznych

Spośród roślin drzewiastych na cele energetyczne najczęściej uprawiane są wierzby, topole i robinie akacjowe. Wielkość plonu tych roślin zależy od wielu czynników: doboru odmiany (klonu), stanowiska glebowego (siedliska), zagęszczenia roślin, częstotliwości zbioru i zabiegów agrotechnicznych. Przy dobrych warunkach, zwłaszcza dużej wilgotności gleby, rośliny przyrastają nawet do 4 m na wysokości w jednym sezonie [1]. Produkcja prawidłowo założonej plantacji powinna trwać co najmniej 15-25 lat z możliwością 5-8-krotnego pozyskiwania masy drewna. Ustala to rotację zbioru na poziomie 3-6 lat [5].

Do uprawy wierzby na cele energetyczne wykorzystuje się jej różne gatunki i hybrydy [5]. W Polsce produktywność suchej masy drewna wierzby wynosi od ponad 17 do niespełna

5 Mg s.m.ha<sup>-1</sup> na rok. W wierzbowych plantacjach odroślowych powinno stosować się rotację 3-4-letnią i zagęszczenie 18-20 tys. zrzesów na hektar. Po czterech latach wzrostu wierzba u nasady ma średnicę 20-40 mm. Wilgotność bezwzględna świeżej masy drewna wierzby w korze wynosi 90-120% [1, 5, 6].

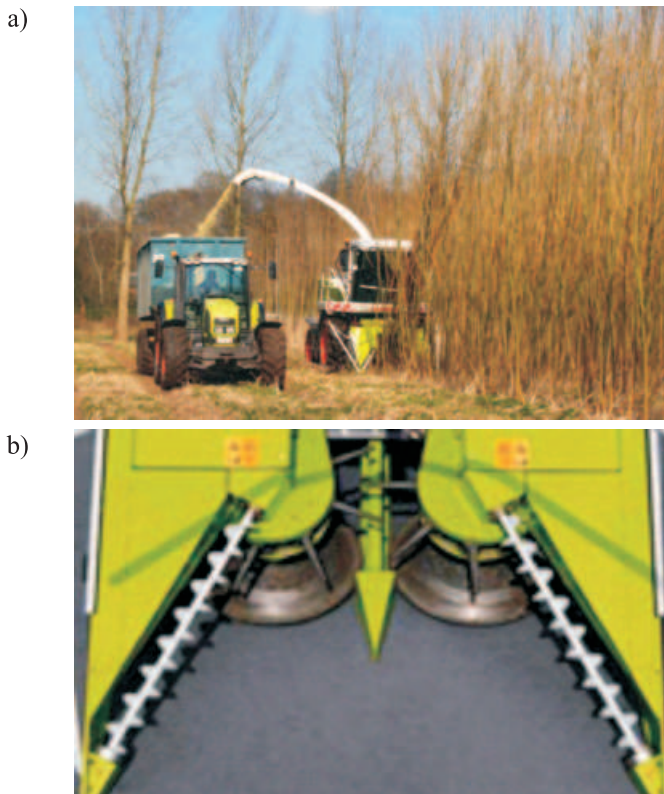
Podobne właściwości fizyczne jak drewno wierzbowe posiada drewno topoli. Gatunek ten należy bowiem do rodziny *Salicaceae* - tak jak wierzba. Plonowanie topoli jest zmienne dla różnych gatunków i wynosi od 4 do 10 Mg s.m.ha<sup>-1</sup> na rok. W topolowych plantacjach odroślowych powinno stosować się 5-6-letnią rotację przy zagęszczeniu około 1000 sztuk na hektar. Średnica topoli podczas zbioru u nasady wynosi ponad 100 mm, a wilgotność bezwzględna świeżej masy drewna wynosi 90-115% [1, 6].

Z innej rodziny genetycznej pochodzi robinia akacja (*Robinia pseudoacacia* L.), która należy do rodziny bobowatych (*Fabaceae*), rodzaju *Robinia*. Charakterystyczną cechą tego gatunku jest to, że jego uprawa możliwa jest na glebach marginalnych, zdegradowanych i zdewastowanych. Produkcyjność robinii wynosi od około 3 (gleby marginalne ubogie w składniki pokarmowe) do ponad 11 Mg ha<sup>-1</sup> na rok (żyźne gleby rolnicze). W plantacjach robinowych powinno stosować się dłuższy cykl produkcyjny niż w plantacjach topoli i wierzby, przy zagęszczeniu od 18 do 32 tys. zrzesów na hektar. Średnica robinii podczas zbioru może wynosić nawet 80-100 mm. Wilgotność bezwzględna drewna robinowego, świeżo ściętego wynosi od 40 do 60% [4].

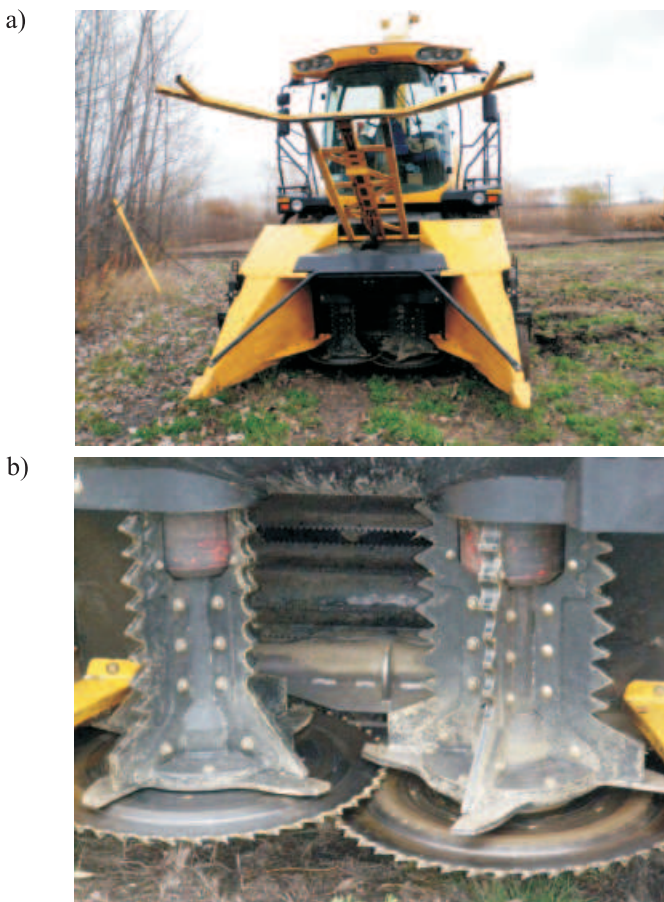
## Maszyny do zbioru dendromasy

Producenci maszyn do zbioru zielonek traw i zbóż w swojej ofercie uwzględniają możliwość zbioru dendromasy na cele energetyczne. Realizowane jest to przez zastosowanie do oferowanych na rynku siewczarni samojezdnych odpowiednich przystawek ścinających. Maszyny takie produkują m.in. firmy Class, New Holland i Krone.

Firma Class oferuje maszynę o nazwie handlowej „Jaguar Green Eye” z przystawką HS-2 (rys. 1a). Siewczarnie tego typu mają, w zależności od wersji, silniki o mocy od 254 do 333 kW. Konstrukcja siewczarni opiera się na bębnowym zespole rozdrabniającym, przy czym noże tnące siewczarni użytkowanej do zbioru biomasy nie są modyfikowane. W pełnym obsadzeniu noży w bębnie tnącym osiągamy długość cięcia od 4 do 17 mm. Zmniejszenie ilości noży o połowę pozwala podwoić długość cięcia od 8 do 34 mm. Uniwersalność siewczarni, po wcześniejszej zmianie przystawki, umożliwia jej szybkie przestawienie do pozostałych prac, np. w kukurydzy lub trawie [7].



Rys. 1. Sieczkarnia samojezdna Class Jaguar z przystawką HS-2: a) podczas zbioru, b) tarcze tnące [7]  
 Fig. 1. The self-propelled chaff-cutter Class Jaguar with cutting attachment HS-2: a) during harvest, b) cutting disks [7]



Rys. 2. Sieczkarnia samojezdna New Holland z przystawką 130 FB: a) widok ogólny, b) tarcze tnące [3]  
 Fig. 2. The self-propelled chaff-cutter New Holland with cutting attachment 130 FB: a) general view, b) cutting disks [3]

Przystawka HS-2 wyposażona jest w dwie zębate tarcze tnące napędzane mechanicznie (rys. 2b). W przypadku zapchania istnieje możliwość włączenia rewersu, a cały układ napędowy przystawki zabezpieczony jest sprzęgłem bezpieczeństwa. Po obu stronach przystawki zamocowane są dwa napędzane hydraulicznie przenośniki ślimakowe. Dzięki zastosowaniu przystawki HS-2 możliwy jest zbiór sieczkarni Class Jaguar Green Eye jednego lub dwóch rzędów roślin energetycznych w wieku 3-5 lat, o średnicy roślin u nasady do 70 mm [7].

Zbiór drzewiastych roślin energetycznych umożliwia także sieczkarnia firmy New Holland FR 9000 z przystawką 130 FB (rys. 2a). Sieczkarnia ta jest uniwersalną maszyną do zbioru zielonek traw i zbóż oraz plonu roślin energetycznych. Modele tej serii dysponują mocą od 312 do 606 kW. Sieczkarnia, przy wykorzystaniu przystawki 130 FB wyposażonej w dwie zębate tarcze tnące napędzane hydraulicznie (rys. 2b), zbiera od jednego do dwóch rzędów nasadzeń, rozdrabniając masę drzewną na zrębki długości 10-45 mm. Drzewa mogą mieć wysokość 5-6 m i średnicę 70-80 mm. Wydajność zbioru wynosi około 2 ha<sup>-1</sup>, przy prędkości 6-7 kmh<sup>-1</sup>.

Firma Krone do swoich standardowych sieczkarni Big X oferuje przystawkę WoodCut 1500 opracowaną we współpracy z niemieckimi firmami Hüttmann i HTM Häckseltechnik zajmującymi się produkcją maszyn do zbioru i przetwarzania dendromasy (rys. 3). Seria ta dysponuje mocą od 375-750 kW. Bębny sieczkarni ma szerokość 800 mm i średnicę 660 mm. Seryjnie wyposażony jest on w 20 noży ułożonych w układzie V, ale opcjonalnie istnieje możliwość zwiększenia ich do 28 lub nawet 40 [8].



Rys. 3. Sieczkarnia samojezdna Krone Big X z przystawką Wood Cut 1500 [8]  
 Fig. 3. The self-propelled chaff-cutter Krone Big X with cutting attachment Wood Cut 1500 [8]

Głowica ścinająca Wood Cut 1500, tak jak jej konkurenci, wyposażona jest w wysięgnik, który chwytá drzewa i nagina je do ziemi. Zębata tarcza tnąca o średnicy 180 mm ścina drzewa o średnicy 10-150 mm. Następnie materiał transportowany jest do gardzieli sieczkarni przez system wałków. Przystawka tego modelu napędzana jest mechanicznie przez układ przekładni łańcuchowych i pasowych. Tarcza tnąca podzielona jest na sekcje umożliwiające wymianę części, a nie całej tarczy w przypadku uszkodzenia lub zużycia któregoś z zębów. Prędkość robocza sieczkarni wynosi od 6 do 8 kmh<sup>-1</sup>. Wydajność jej zależy od plonu biomasy i wynosi około 250 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> [8].

## Podsumowanie

Prezentowane siewczarki samojezdne bazują na pokrewnych rozwiązaniach technicznych i mają zbliżone parametry techniczne. Ich zespoły rozdrabniające opierają się na bębnowym systemie tnącym. Rozdrobniony materiał kierowany jest do kanału wyrzutowego, który kieruje strumień zrębków na środki transportu. Cały proces cechuje się sporym zapotrzebowaniem na moc, dlatego też moc silników siewczarki samojezdnych wynosi przeważnie około 500 kW. Zasadnicze różnice pojawiają się natomiast w budowie przystawek tnących. Wszystkie umożliwiają zbiór jednego lub dwóch rzędów nasadzeń, a cięcie wykonywane jest za pomocą zębatej tarczy po wcześniejszym pochyleniu drzewek do przodu.

Przystawki firmy Class i New Holland opierają się na dwóch tarczach tnących, natomiast przystawka oferowana przez Krone posiada jedną tarczę tnącą. Maksymalna średnica drzew u nasady możliwych do ścięcia prezentowanymi maszynami wynosi odpowiednio 70, 80 i 150 mm. Maksymalna średnica cięcia ważna jest przede wszystkim w plantacjach topoli i robinii akacjowej, w których są dłuższe okresy rotacji, a niektóre drzewka u nasady osiągają średnicę ponad 100 mm.

## Literatura

- [1] Dreszer K.A., Michałek R., Roszkowski A.: Energia odnawialna możliwości jej pozyskiwania i wykorzystania w rolnictwie. Wyd. PTIR, Kraków, 2003.
- [2] Faber A.: Okresowa indeksacja cen skupu biomasy niezbędnym czynnikiem budującym podaż biomasy stałej dla energetyki, 2008. [www.cire.pl](http://www.cire.pl)
- [3] Johnson G.A.: Woody Biomass Production and Harvest, 2010. [www.sroc.cfans.umn.edu](http://www.sroc.cfans.umn.edu)
- [4] Kraszkiewicz A.: Ocena możliwości energetycznego wykorzystania drewna robinii akacjowej. Praca doktorska. UP Lublin, 2007.
- [5] Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M.: Wierzba energetyczna. Wyd. Plantpress, Kraków, 2004.
- [6] Zajączkowski K., Kwiecień R., Zajączkowska B., Wajda T., Zawadzki M.: Produkcyjne możliwości wybranych odmian topoli i wierzby na plantacjach o skróconym cyklu. Maszynopis, IBL, Warszawa, 2001.
- [7] [www.app.class.com](http://www.app.class.com)
- [8] [www.krone.de](http://www.krone.de)
- [9] [www.newholland.com](http://www.newholland.com)

## MECHANICAL HARVESTING OF DENDROMASS FROM ENERGY CROPS GROWN IN SHORT ROTATION

### Summary

*This article presents the technical parameters of three self-propelled chaff-cutters used to mechanically harvest dendromass from energy crops grown in short rotation. Particular attention was paid to the structure of their cutting attachments and their cutting and feeding-lifting units. The data was considered in respect of the physical qualities of crops, the agrotechnical conditions of their growth and the harvesting of their biomass.*