

## NAKLĄDY ROBOCIZNY I SIŁY POCIĄGOWEJ NA PLANTACJACH WIERZBY ENERGETYCZNEJ

Jan Pawlak

*Katedra Elektrotechniki i Energetyki, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

*Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie*

**Streszczenie.** Stosując modelową metodę badań i korzystając z danych zawartych w publikacjach autorów prowadzących badania empiryczne nakładów i kosztów ponoszonych przy produkcji wierzby energetycznej, oszacowano nakłady robocizny i siły pociągowej na plantacjach o powierzchni od 0,5 ha do 150 ha, w zależności od stosowanej technologii produkcji oraz przedplonu. Przeciętne roczne nakłady robocizny maleją wraz ze wzrostem powierzchni plantacji. Stopa tego spadku zależy od poziomu zmechanizowania procesu produkcji. W przypadku ręcznego wykonywania sadzenia i zbioru są one na plantacjach o obszarze 50 i więcej ha o niespełna 3% mniejsze niż na polu półhektarowym. Natomiast przy w pełni zmechanizowanym wykonaniu tych czynności nakłady te są na polach o powierzchni 50 i więcej ha o ok. 30% niższe niż na polu o powierzchni 0,5 ha.

**Słowa kluczowe:** wierzba energetyczna, nakłady, robocizna, siła pociągowa, badania modelowe

### Wprowadzenie

Podstawą badań efektywności nakładów i opłacalności produkcji wierzby energetycznej jest m.in. znajomość nakładów robocizny i czasu pracy środków mechanizacji, a także rocznego wykorzystania ciągników i maszyn stosowanych na plantacjach tej rośliny. Na wartości wskaźników jednostkowych nakładów pracy żywej i uprzedmiotowionej w maszynach ma wpływ wiele czynników, a m.in. stosowana technologia produkcji, obszar i kształt plantacji, warunki naturalne (rodzaj gleby i ukształtowanie terenu), odległość plantacji i stan dróg dojazdowych, a w przypadku czynności związanych z zakładaniem plantacji – także rodzaj przedplonu, w umownym znaczeniu tego słowa. Istnieje potrzeba wyznaczenia wartości wskaźników charakteryzujących te zależności. W ciągu ostatnich lat pojawiło się w Polsce wiele wartościowych publikacji zawierających opis technologii produkcji wierzby wiciowej (*Salix viminalis*) z przeznaczeniem do celów energetycznych, a także wyniki badań nakładów i kosztów ponoszonych przy zakładaniu plantacji, wykonywaniu zabiegów w okresie jej użytkowania, a także przy likwidacji. Materiał zawarty w tych publikacjach stanowi źródło danych wejściowych, stanowiących podstawę modelowych i symulacyjnych badań wpływu różnych czynników na nakłady i koszty ponoszone przy produkcji wierzby energetycznej. Badania takie powinny dostarczyć informacji niezbędnych przy podejmowaniu decyzji odnośnie wyboru technologii i skali produkcji przy uwzględnieniu istniejących uwarunkowań.

Celem niniejszej publikacji jest próba oszacowania nakładów robocizny i siły pociągowej (ciągników) w zależności od powierzchni plantacji, stosowanej technologii produkcji oraz przedplonu.

Zakres analizy obejmuje cały okres trwania plantacji, począwszy od przygotowania stanowiska i zasadzenia wierzby, aż do jej likwidacji i usunięcia karp.

Niniejsza praca została zrealizowana w ramach projektu „Modelowanie energetycznego wykorzystania biomasy”, mieszczącego się w zakresie priorytetu 6 *Badania Naukowe Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego* oraz *Norweskiego Mechanizmu Finansowego*.

## **Założenia metodyczne i materiał źródłowy**

W pracy zastosowano modelową metodę badań. Wybór tej metody był podyktowany potrzebą określenia wpływu wybranych czynników przy zachowaniu zasady *ceteris paribus*. Korzystano z danych zawartych w publikacjach autorów prowadzących badania empiryczne nakładów i kosztów ponoszonych przy produkcji wierzby energetycznej. Dane z publikacji, a m. in. [Dubas i In. 2004; Dubas, Tomczyk 2005; Pasyniuk 2007; Stolarski 2005; Stolarski i In. 2008; Szczukowski, Budny 2003; Szczukowski i In. 2004] wykorzystano przy opracowaniu kart technologicznych. Rozpatrywano 2 warianty technologii produkcji wierzby energetycznej. Wariant I charakteryzuje się dużym udziałem prac ręcznych. Dotyczy to zwłaszcza sadzenia i zbioru. Transport zebranej masy do miejsca składowania odbywa się w postaci nierozdrobnionej. W wariacie II większość prac jest zmechanizowana, a zbierane pędy są rozdrabniane na polu i wywożone w postaci zrębków.

Nakłady szacowano w zależności od obszaru plantacji, uwzględniając wpływ tego obszaru na wydajności eksploatacyjne przy wykonywaniu prac. Przyjęto następujące obszary plantacji: 0,5 ha, 1 ha, 2 ha, 5 ha, 50 ha i 150 ha. Założono, że we wszystkich przypadkach pola mają kształt prostokąta, a stosunek długości do szerokości wynosi 2:1. Duże „zagęszczenie” reprezentantów w przedziale powierzchni od 0,5 do 5 ha wynika stąd, że wpływ obszaru na wydajność eksploatacyjną zaznacza się najsilniej w przedziale do 1 ha, a powyżej 5 ha w przypadku większości prac jest nieznaczny.

Rozpatrywano 3 rodzaje „przedplonu”: grunty orne, trwałe użytki zielone i nieużytki. Rozróżnienie to jest konieczne z uwagi na to, że nakłady związane z przygotowaniem stanowiska pod wierzbę są silnie zróżnicowane. Są one największe gdy plantację zakłada się na nieużytkach, gdzie często konieczne jest usunięcie zarośli, a najmniejsze w przypadku gdy przedplonem jest roślina uprawiana na gruntach ornym.

Założono, że czas trwania plantacji wyniesie 20 lat. W związku z tym nakłady związane z zakładaniem i likwidacją plantacji podzielono przez 20, a uzyskane wyniki dodano do rocznych nakładów ponoszonych w czasie użytkowania plantacji.

### **Nakłady robocizny i siły pociągowej**

Nakłady robocizny i siły pociągowej na plantacjach wierzby wiciowej, przeznaczonej do celów energetycznych, są silnie zróżnicowane w zależności od zastosowanej technologii, a w mniejszym stopniu – od obszaru plantacji i stanu terenu, na którym jest ona zakładana. Zastosowanie pełnej mechanizacji (łącznie z sadzeniem sadzarką i zbiorem przy

zastosowaniu samojezdnego silosokombajnu typu Claas Jaguar) pozwala na zmniejszenie nakładów robocizny o ok. 90% w porównaniu z wariantem, w którym sadzenie i zbiór wykonywane są ręcznie. Oszczędności z tego tytułu rosną w miarę zwiększania obszaru plantacji. Spadkowi nakładów robocizny towarzyszy wzrost nakładów mechanicznej siły pociągowej o 5 do 13 procent. Wzrost ten zaznacza się tym silniej im większa jest powierzchnia uprawy. Jest on też, w przypadku gdy plantacja zakładana jest na nieużytkach, od blisko 5 do ponad 6 punktów procentowych większy niż w przypadku gdy przedplonem są uprawy na gruntach ornych lub trwale użytki zielone.

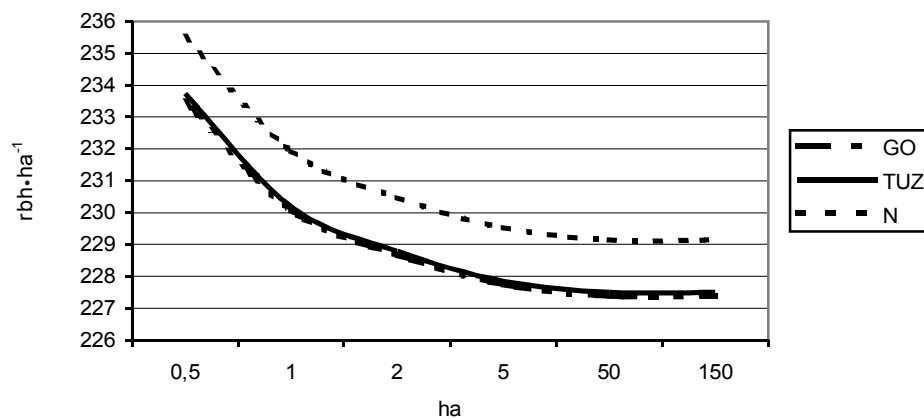
Największe nakłady związane z zakładaniem plantacji są ponoszone wówczas, gdy jest ona zlokalizowana na dotychczasowych nieużytkach. Zachodzi wówczas konieczność usunięcia różnego rodzaju zarośli. W przypadku zastosowania wariantu I, o niższym poziomie zmechanizowania prac, nakłady robocizny są o ok. 20%, a siły pociągowej – o 10-58% wyższe niż wówczas, gdy plantacja powstaje na gruntach ornych.

Wartości jednostkowych nakładów robocizny przy zakładaniu plantacji wierzby energetycznej, uzyskane w wyniku obliczeń przy zastosowaniu metody modelowej, są niższe od podawanych w literaturze [Kwaśniewski 2007, 2007a, 2008]. Przy budowie modelu przyjmowano optymalną organizację prac, korzystną lokalizację plantacji, dobry stan techniczny stosowanego sprzętu, wysokie kwalifikacje personelu. W praktyce trudno jest spełnić wszystkie te warunki, stąd wyniki badań empirycznych są z reguły mniej korzystne od uzyskanych na podstawie obliczeń teoretycznych.

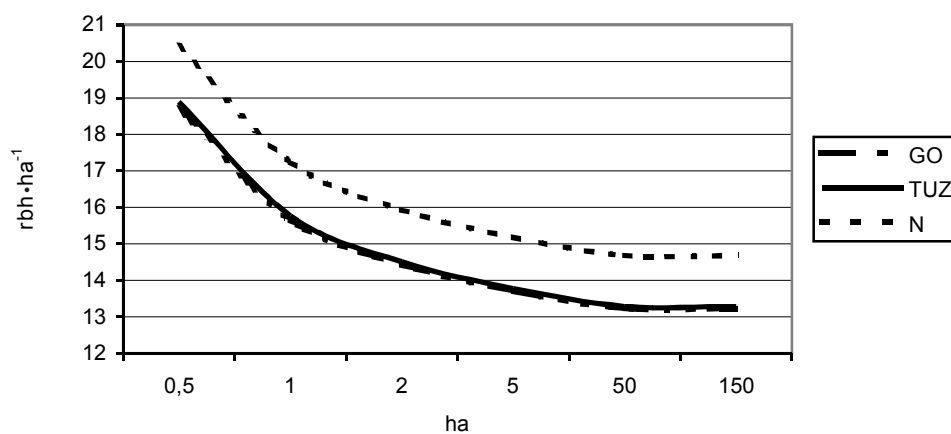
Z uwagi na to, że nakłady ponoszone w związku z zakładaniem i likwidacją plantacji rozkładają się na cały okres użytkowania, ich udział procentowy jest stosunkowo niewielki. Dla wariantu I technologii udział nakładów robocizny ponoszonych przy zakładaniu plantacji wynosi 4,0-4,6%, a związanych z likwidacją plantacji 1,9-2,0%. Ręczny zbiór wierzby powoduje, że roczne nakłady robocizny w okresie pełnego użytkowania plantacji są w tym przypadku wysokie. Sytuacja zmienia się radykalnie wówczas, gdy zbiór wierzby jest w pełni zmechanizowany. Wysoka wydajność eksploatacyjną silosokombajnu Claas Jaguar, stosowanego przy zbiorze w wariantcie II technologii, powoduje drastyczny spadek rocznych nakładów robocizny w okresie pełnego użytkowania plantacji. W efekcie zmieniają się proporcje pomiędzy nakładami rocznymi w tym okresie a przeliczonymi na rok użytkowania nakładami związanymi z zakładaniem i likwidacją plantacji. Ich udziały w przypadku zastosowania wariantu II są wyższe i wynoszą, odpowiednio, 7-16% i 10-13%, w zależności od rodzaju przedplonu.

Przeciętne roczne nakłady robocizny maleją wraz ze wzrostem powierzchni plantacji. Stopa tego spadku zależy od poziomu zmechanizowania procesu produkcji. W przypadku zastosowania wariantu I technologii są one na plantacjach o obszarze 50 i więcej ha o niepełna 3% mniejsze niż na polu półhektarowym (rys. 1). W tym wariantcie dominują prace wykonywane ręcznie. Przy tego rodzaju pracach wpływ obszaru pola na wydajność jest niewielki lub żaden. Natomiast zwiększenie poziomu mechanizacji powoduje nasilenie wpływu powierzchni plantacji na poziom jednostkowych nakładów robocizny. Nakłady te są wówczas na polach o powierzchni 50 i więcej ha o ok. 30% niższe niż na polu o powierzchni 0,5 ha (rys. 2).

Natomiast spadek jednostkowych nakładów mechanicznej siły pociągowej w miarę zwiększania obszaru plantacji jest w obu przypadkach podobny i wynosi dla wariantu I ok. 33% (rys. 3), a dla wariantu II ok. 32% (rys. 4).

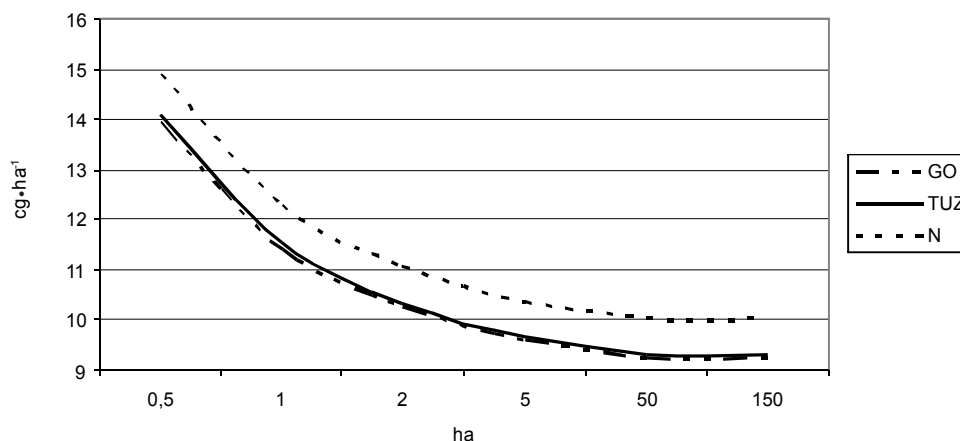


Rys. 1. Nakłady robocizny w zależności od rodzaju przedplonu (GO – grunty orne; TUZ – trwale użytki zielone; N – nieużytki) i powierzchni plantacji. Wariant technologii I  
 Fig. 1. Amounts of labour depending on forecrop type (GO – arable land; TUZ – permanent grassland; N – waste land) and plantation area. Technology variant I

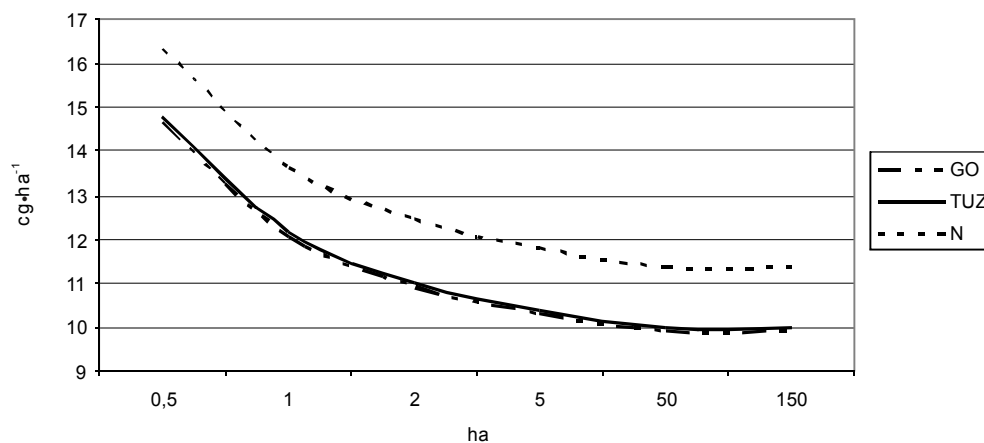


Rys. 2. Nakłady robocizny w zależności od rodzaju przedplonu (GO – grunty orne; TUZ – trwale użytki zielone; N – nieużytki) i powierzchni plantacji. Wariant technologii II  
 Fig. 2. Amounts of labour depending on forecrop type (GO – arable land; TUZ – permanent grassland; N – waste land) and plantation area. Technology variant II

## Nakłady robocizny...



Rys. 3. Nakłady pracy ciągników w zależności od rodzaju przedplonu (GO – grunty orne; TUZ – trwałe użytki zielone; N – nieużytki) i powierzchni plantacji. Wariant technologii I  
 Fig. 3. Amounts of tractor work depending on forecrop type and plantation area. (GO – arable land; TUZ – permanent grassland; N – waste land) and plantation area. Technology variant I



Rys. 4. Nakłady pracy ciągników w zależności od rodzaju przedplonu (GO – grunty orne; TUZ – trwałe użytki zielone; N – nieużytki) i powierzchni plantacji. Wariant technologii II  
 Fig. 4. Amounts of tractor work depending on forecrop type and plantation area. (GO – arable land; TUZ – permanent grassland; N – waste land) and plantation area. Technology variant II

Powyższe przykłady świadczą o tym, że wpływ warunków pracy, m.in. obszaru pola na poziom nakładów robocizny i siły pociągowej jest tym silniejszy, im wyższy jest poziom mechanizacji prac. Przekłada się to w sposób oczywisty także na koszty wykonania prac przy produkcji wierzby energetycznej. Wyniki uzyskane podczas realizacji niniejszej pracy stanowią podstawę do obliczenia tych kosztów oraz analizy czynników wpływających na ich wartość. Będzie to przedmiotem kolejnej pracy.

## Stwierdzenia i wnioski

1. Wartość jednostkowych nakładów robocizny i siły pociągowej na plantacjach wierzby energetycznej zależy od zastosowanej technologii produkcji, obszaru pola i rodzaju przedplonu.
2. Zastosowanie pełnej mechanizacji pozwala na zmniejszenie nakładów robocizny o ok. 90% w porównaniu z wariantem, w którym sadzenie i zbiór wykonywane są ręcznie.
3. Spadkowi nakładów robocizny dzięki zwiększeniu poziomu mechanizacji towarzyszy wzrost nakładów mechanicznej siły pociągowej o 5 do 13 procent.
4. Przeciętne roczne nakłady robocizny maleją wraz ze wzrostem powierzchni plantacji. Stopa tego spadku jest tym większa im wyższy jest poziom zmechanizowania procesu produkcji.
5. Zwiększenie obszaru plantacji z 0,5 do 50 i więcej ha powoduje obniżenie jednostkowych nakładów siły pociągowej o ponad 30%.
6. Istnieje potrzeba prowadzenia bieżących analiz wpływu stosowanej technologii i skali produkcji wierzby energetycznej na koszty tej produkcji. Wyniki uzyskane podczas realizacji niniejszej pracy mogą stanowić podstawę obliczeń wspomnianych kosztów.

## Bibliografia

- Dubas J.W., Grzybek A., Kotowski W., Tomczyk A.** 2004. Wierzba energetyczna – uprawa i technologie przetwarzania. Wyd. WSEiA w Bytomiu. ISBN 83-88587-71-4
- Dubas J.W., Tomczyk A.** 2005. Zakładanie, pielęgnacja i ochrona plantacji wierzby energetycznych. Wyd. SGGW w Warszawie. ISBN 83-7244-617-2
- Kwaśniewski D.** 2007. Koszty mechanizacji uprawy na plantacjach wierzby energetycznej. Problemy Inżynierii Rolniczej nr 1. s. 117-123
- Kwaśniewski D.** 2007a. Techniczno-ekonomiczne aspekty zbioru na plantacjach wierzby energetycznej. Inżynieria Rolnicza nr 6(94). Kraków. s. 129-135
- Kwaśniewski D.** 2008. Efektywność mechanizacji uprawy na plantacjach wierzby energetycznej. Inżynieria Rolnicza nr 2(100). Kraków. s. 171-177
- Stolarski M.** 2005. Wierzba energetyczna z własnej plantacji. TOP AGRAR POLSKA. Nr 4. s. 36-38.
- Stolarski M., Kisiel R., Szczukowski S., Tworkowski J.** 2008. Koszty likwidacji wierzby krzewiastej. Roczniki Nauk Rolniczych, seria G, t. 94, z. 2. s. 172-177
- Pasyniuk P.** 2007. Problemy mechanizacji uprawy i zbioru wierzby krzewiastej *Salix viminalis*. Problemy Inżynierii Rolniczej nr 1. s. 145-154
- Szczukowski S., Budny J.** 2003. Wierzba krzewiasta – roślina energetyczna. Wyd. GPWODR w Olsztynie. Dostępne w Internecie: [www.bip.wfosigw.olsztyn.pl](http://www.bip.wfosigw.olsztyn.pl)
- Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M.J.** 2004. Wierzba energetyczna. Wyd. Plantpress Sp. z o.o. Kraków. ISDN 83-85982-86-8

## **EXPENDITURE OF LABOUR AND TRACTIVE FORCE IN ENERGY WILLOW PLANTATIONS**

**Abstract.** Using a model research method and data contained in publications issued by authors carrying out empirical studies on outlays and costs incurred during energy willow production, the researchers estimated labour and tractive force expenditures in plantations with area ranging from 0.5 ha to 150 ha, depending on employed production technology and forecrop. Average annual labour expenditures decrease with increasing plantation area. The rate of this drop depends on the level of mechanisation in the production process. In case of planting and harvest carried out by hands, for plantations of 50 ha and more they are less than 3% lower than for a half-hectare field. Whereas, in case of fully mechanised execution of these operations these expenditures are approximately 30% lower for fields of 50 ha and more than for a 0.5 ha field.

**Key words:** energy willow, expenditures, labour, tractive force, model research

**Adres do korespondencji:**

Jan Pawlak; e-mail: [jpawlak@ibmer.waw.pl](mailto:jpawlak@ibmer.waw.pl)

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

ul. Rakowiecka 32

02-532 Warszawa