

## KOSZTY LIKWIDACJI PLANTACJI WIERZBY KRZEWIASTEJ

*Mariusz Stolarski\**, *Roman Kisiel\*\**, *Stefan Szczukowski\**, *Józef Tworkowski\**

\*Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, UWM w Olsztynie  
Kierownik: prof. dr hab. Józef Tworkowski

\*\*Katedra Polityki Gospodarczej i Regionalnej, UWM w Olsztynie  
Kierownik: prof. dr hab. Roman Kisiel

Słowa kluczowe: wierzba krzewiasta, biomasa, koszty likwidacji plantacji  
*Key words: willow, biomass, costs of liquidation plantation*

**S y n o p s i s.** Celem przeprowadzonych badań było określenie kosztów likwidacji plantacji *Salix* spp. metodą chemiczno-mechaniczną. Podstawą badań była plantacja wierzby krzewiastej na 15-letnim korzeniu zlokalizowanej na Nizinie Kwidzińskiej w pradolinie Wisły. Całkowity koszt likwidacji plantacji *Salix* spp. wyniósł 2075,60 zł/ha. Z wszystkich przeprowadzonych prac w trakcie likwidacji plantacji największe koszty (1432 zł/ha) poniesiono na ręczne usuwanie wyoranych karp z pola połączone z ich wywożeniem. W przypadku 10-letniego okresu użytkowania plantacji roczne obciążenie potencjalnej nadwyżki bezpośredniej kosztami wynikającymi z jej likwidacji wynosiłoby około 208 zł/ha. Wydłużanie okresu eksploatacji plantacji do 25 lat obniżyłoby te koszty do 83 zł/ha.

### WSTĘP I CEL BADAŃ

Biomasa to jedno z głównych źródeł energii odnawialnej w Polsce i UE–25. W strukturze pozyskania energii ze źródeł odnawialnych w Polsce stanowiła ona ponad 91%, a w Unii Europejskiej – 51,3% [GUS 2007]. W najbliższej przyszłości głównym źródłem biomasy mają być polowe plantacje wieloletnich roślin energetycznych [Kisiel i in. 2006]. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z 19 grudnia 2005 roku, udział biomasy pochodzącej spoza gospodarki leśnej, czyli między innymi z polowych upraw roślin energetycznych powinien wynosić w 2008 roku nie mniej niż 5% i powinien wzrosnąć aż do 60% w 2014 roku. W związku z tym można przypuszczać, że areal upraw wieloletnich roślin energetycznych będzie się systematycznie zwiększał. Jak podają Faber i Kuś [2007], aby sprostać stawianym wymaganiom udziału biomasy stałej w wytwarzaniu energii odnawialnej należałoby założyć plantacje wieloletnich roślin energetycznych na powierzchni 340 tys. ha do roku 2010 i 660 tys. ha do roku 2015.

Wśród gatunków wieloletnich roślin energetycznych obecnie największym zainteresowaniem cieszą się gatunki rodzime, występujące naturalnie w naszym krajobrazie – wierzby krzewiaste oraz gatunki introdukowane, jak miskant olbrzymi i ślázowiec pensylwański [Stolarski 2004, Szczukowski i in. 2005, Faber, Kuś 2007, Borkowska, Lipiński 2007]. Generalnie w skali kraju uprawy te są w początkowej fazie rozwoju. Najwięcej powstało plantacji wierzby

krzewiastej z przeznaczeniem na cele energetyczne. Według danych Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa powierzchnia uprawy wierzby krzewiastej na gruntach rolniczych na cele energetyczne w Polsce w 2006 roku wynosiła 6,7 tys. ha [Musiał 2006].

Każda wieloletnia uprawa rolnicza musi być zlikwidowana i odnowiona lub przekształcona w inny rodzaj uprawy. Decyzja o likwidacji plantacji będzie zależała od wielu czynników. Najważniejsze z nich to popyt na dany surowiec i oferowana za niego cena, uzyskiwane plony z jednostki powierzchni, a w konsekwencji zyski. Ponadto konieczność likwidacji plantacji ze względu na naturalne zesterzenie się roślin i konieczność wysadzenia nowych lepszych gatunków i odmian. Żywotność prawidłowo założonych i eksploatowanych plantacji wierzby krzewiastej ocenia się na 20-25 lat [Szczukowski i in. 2004, Larson 2006].

Według danych literaturowych likwidacja upraw wieloletnich, w tym plantacji wierzby krzewiastej może być wykonywana metodami mechanicznymi, chemicznymi i biologicznymi. Ponadto, przez połączenie pewnych elementów z wyżej wymienionych metod otrzymuje się metody mieszane [Szczukowski i in. 2004].

Obecnie najczęściej zastanawiamy się ile kosztuje założenie plantacji oraz na jakie przychody można liczyć [Stolarski i in. 2002]. Natomiast niewiele uwagi poświęca się zagadnieniom związanym z likwidacją takich plantacji. Dlatego też często nie uwzględnia się kosztów likwidacji plantacji w różnych wyliczeniach ekonomicznych dotyczących uprawy *Salix* spp.

W związku z powyższym celem podjętych badań było określenie kosztów likwidacji plantacji wierzby krzewiastej metodą chemiczno-mechaniczną.

#### METODYKA BADAŃ

Analizę kosztów likwidacji plantacji wierzby krzewiastej *Salix* spp. wykonano na bazie doświadczenia polowego prowadzonego na Nizinie Kwidzyńskiej w pradolinie Wisły. Zrzesy wierzby były wysadzone w 1992 r. w zagęszczeniu 40 tys. sztuk/ha na madzie właściwej średniej. Eksperymentalna likwidacja doświadczenia o powierzchni 0,40 ha została przeprowadzona w 15 roku jego istnienia. Na likwidowanym eksperymencie rosły różne gatunki *Salix* spp. Obsada roślin w momencie likwidacji zawierała się w zależności od gatunku w przedziale od kilkunastu do 26 tys. roślin na 1 ha.

W analizie tej wyróżniono następujące etapy pracy: zbiór wierzby krzewiastej w styczniu 2006 r., pędy koszone tuż przy powierzchni ziemi; oprysk Roundupem na młode rośliny w III dekadzie maja 2006 roku w ilości 7 dm<sup>3</sup>/ha; wyoranie karp pługiem w III dekadzie lipca; dwukrotne bronowanie zaoranego pola oraz ręczne usuwanie karp z pola i ich transport.

Do przeprowadzenia zabiegu oprysku Roundupem wykorzystano opryskiwacz Pilmet 412 i ciągnik typu Ursus C-360-3P. Orka wykonana była ciągnikiem typu Pronar 82 TSA oraz pługiem dwuskibowym własnej konstrukcji. Natomiast bronowanie wykonywane było broną zębową ciężką 4-polową typu U 358, w połączeniu z ciągnikiem typu Pronar 82 TSA. Ręcznie usunięte z pola karp załadowano na przyczepę typu T604 i przetransportowano ciągnikiem Ursus C-360-3P, z przeznaczeniem na cele opałowe.

Analizę kosztów likwidacji plantacji wierzby krzewiastej przeprowadzono przy założeniu, że wykorzystane zostaną własne środki produkcji, bez naliczania zysku usługodawcy. Obliczenia kosztów bezpośrednich poniesionych na likwidację plantacji wierzby krzewiastej wykonano według metodyki opracowanej przez IBMER [Muzalewski 2006]. Według cytowanej metodyki na koszt eksploatacji sprzętu rolniczego składają się koszty utrzymania i koszty użytkowania.

Natomiast koszty pracy ludzkiej ustalono w oparciu o założenia, że pełnozatrudniona osoba w rolnictwie pracuje przez 22 dni w miesiącu po 8 godzin dziennie. Natomiast całkowite koszty związane z zatrudnieniem wynoszą 1900 zł na miesiąc. W związku z powyższym koszt pracy ludzkiej wyniósł 10,80 zł za 1 godzinę.

Dla zobrazowania wielkości kosztów związanych z likwidacją plantacji w zależności od okresu jej eksploatacji, całkowite koszty przedstawiono przy założeniu, że plantacja będzie użytkowana przez 10, 15, 20 lub 25 lat.

### WYNIKI BADAŃ

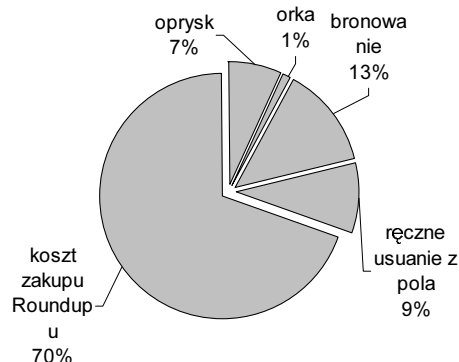
W tabeli 1 przedstawiono nakłady pracy i koszty wykonania poszczególnych zabiegów związanych z likwidacją plantacji wierzby energetycznej. Całkowity koszt likwidacji plantacji eksploatowanej przez 15 lat wyniósł 2075,60 zł/ha. Z wszystkich przeprowadzonych prac w trakcie likwidacji plantacji największe koszty (1432,00 zł/ha) poniesiono na ręczne usuwanie wyoranych karp z pola połączone z ich wywożeniem. W strukturze poniesionych kosztów zabieg ten stanowił prawie 69% kosztów całkowitych (rys. 1).

Wyorywanie karp z powierzchni 1 ha przy użyciu wzmocnionego pługa 2-skibowego trwało 4 godziny. Koszt tego zabiegu wynosił 283,72 zł/ha, co w strukturze stanowiło prawie 14% kosztów całkowitych (tab. 1, rys. 1). Należy tu zaznaczyć, że wyorywanie karp powinno być wykonywane pługami o mocnej konstrukcji w celu uniknięcia ewentualnych uszkodzeń sprzętu. Wydaje się, że można byłoby z powodzeniem do tego celu wykorzystywać specjalistyczne pługi leśne.

W celu ułatwienia ręcznego zbierania karp oraz ich dokładniejszego usunięcia przeprowadzono dwukrotnie bronowanie. Łącznie nakłady poniesione na te zabiegi wynosiły 194,13 zł/ha, co w strukturze stanowiło niewiele ponad 9% kosztów całkowitych (tab. 1, rys. 1). Kolejnym w strukturze kosztem (6,75%) wynikającym z likwidacji plantacji wierzby krzewiastej był zakup Roundupu w ilości 7 dm<sup>3</sup>/ha. Natomiast zabieg wykonania oprysku roślin *Salix* spp. stanowił 1,24% w strukturze kosztów całkowitych.

Likwidacja plantacji wierzby krzewiastej może nastąpić w określonym czasie i wynikać z różnych przyczyn, o których wspomniano wcześniej. Natomiast okres użytkowania połowych plantacji *Salix* spp. jest szacowany nawet na 25 lat. Z przeprowadzonych analiz wynika, że w przypadku najkrótszego z założonych okresów użytkowania plantacji roczne obciążenie potencjalnej nadwyżki bezpośredniej kosztami wynikającymi z jej likwidacji wynosiłoby około 208 zł/ha. Natomiast wydłużanie okresu eksploatacji plantacji wpływa oczywiście na obniżenie tych kosztów do 104 zł/ha przy 20-letnim i do 83 zł/ha przy 25-letnim okresie użytkowania plantacji.

Z powierzchni 1 ha usunięto około 6 Mg wyoranych karp *Salix* spp., natomiast część korzeni pozostała w glebie. W związku z tym, przyjmując teoretyczną wartość korzeni jako biomasy na cele energetyczne na poziomie 100 zł za 1 Mg, można byłoby teoretycznie pomniejszyć koszty likwidacji plantacji o około 600 zł ha<sup>-1</sup>. W



Rysunek 1. Struktura kosztów likwidacji plantacji wierzby krzewiastej  
Źródło: badania własne.

Tabela 1. Nakłady pracy oraz koszty likwidacji plantacji wierzby krzewiastej *Salix* spp.

Wyszczególnienie	Rodzaj		Nakłady pracy			Koszty likwidacji plantacji [zł/ha]			
	ciągnika	maszyny towarzyszącej	roboczo-godziny [rbh]	ciągniko-godziny [cnh]	maszyno-godziny [mh]	siła robocza	ciągnik	maszyna	razem
Oprysk (Roundup)	Ursus C-360-3P	opryskiwacz PILMET 412	0,50	0,50	0,50	5,40	15,94	4,41	25,75
Orka	Pronar 82 TSA	plug 2-skibowy własnej konstrukcji	4,00	4,00	4,00	43,20	208,52	32,00	283,72
Bronowanie – I	Pronar 82 TSA	Ciężka brona zębowa U358	2,00	2,00	2,00	21,60	104,26	3,56	129,42
Ręczne usuwanie karp z pola – I	Ursus C-360-3P	Przyczepa wywrotka T 604	54,00	9,00	9,00	583,20	286,83	71,37	941,40
Bronowanie – II	Pronar 82 TSA	Ciężka brona zębowa U358	1,00	1,00	1,00	10,80	52,13	1,78	64,71
Ręczne usuwanie karp z pola – II	Ursus C-360-3P	Przyczepa wywrotka T 604	27,00	5,00	5,00	291,60	159,35	39,65	490,60
Koszt zakupu Roundupu	-	-							140,00
<b>Razem</b>	-	-	<b>88,50</b>	<b>21,50</b>	<b>21,50</b>	<b>955,80</b>	<b>827,03</b>	<b>152,77</b>	<b>2075,60</b>
Nakłady pracy i koszty na rok użytkowania plantacji w zależności od okresu jej użytkowania									
1/10			8,85	2,15	2,15	95,58	82,70	15,28	207,56
1/15			5,90	1,43	1,43	63,72	55,14	10,18	138,37
1/20			4,43	1,08	1,08	47,79	41,35	7,64	103,78
1/25			3,54	0,86	0,86	38,23	33,08	6,11	83,02

Źródło: badania własne.

2007 roku wiosną na stanowisku po likwidacji plantacji wierzby krzewiastej wysiano eksperymentalnie pszenicę jara oraz dynię olbrzymią. Obydwa gatunki uprawiane po 15-letnim okresie uprawy wierzby krzewiastej rosły bez jakichkolwiek zaburzeń oraz plonowały na dobrym poziomie. Larsson [2006] podaje, że wierzba krzewiasta na cele energetyczne uprawiana jest w Szwecji na dużą skalę od kilkunastu lat. Przez ten okres czasu plantacje *Salix* spp. z różnych powodów były likwidowane i obsadzone nowymi lepszymi odmianami wierzby lub innymi roślinami rolnymi.

Pierwszy etap likwidacji plantacji wierzby w Szwecji jest najczęściej analogiczny jak w przeprowadzonym eksperymencie własnym. Pędy zbierane są zimą, następnie pozwala się wierzbie odrosnąć wiosną do wysokości 50 cm i wykonuje się oprysk herbicydem totalnym [Larsson 2006]. Gdy rośliny zostaną zniszczone przez herbicyd ścina się pędy przy powierzchni gleby za pomocą ogławiacza do buraków. Następnie pozostałe w glebie karpki i korzenie tną się za pomocą brony talerzowej. Jak podaje cytowany autor już jesienią można w tym miejscu wysiać zboża. Po dwóch sezonach uprawy roślin zbożowych wszystkie pozostałe korzenie wierzby ulegają rozkładowi, dodatkowo nawożąc nowe uprawy. Dalej autor podaje, że żyzność gleby po zlikwidowanej plantacji wierzby energetycznej często wzrasta.

W związku z powyższym Larsson [2006] uważa, że jedynym dodatkowym kosztem likwidacji plantacji wierzby krzewiastej w porównaniu do przygotowania gleby np. pod zboża jest korzystanie z ogławiacza do buraków. Według cytowanych danych w Szwecji koszt wynajęcia ogławiacza do buraków wynosi 1500 koron SEK/ha (630 zł/ha)<sup>1</sup>. Dlatego też zdaniem autora informacje o ogromnych kosztach i trudnościach likwidacji plantacji wierzby energetycznej są nieprawdziwe. Wierzba krzewiasta w przeciwieństwie do innych roślin drzewiastych sadzonych na gruntach rolnych, jest uprawą dającą pełną swobodę decyzji. Następnie autor konkluduje, że decyzję o kontynuowaniu uprawy *Salix* spp. lub likwidacji plantacji można podjąć w każdej chwili, bez ponoszenia wysokich kosztów.

Z powyższych danych wynika, że koszty poniesione na likwidację wierzby krzewiastej w doświadczeniu własnym były znacząco wyższe w porównaniu do danych podawanych dla warunków Szwecji. Można przypuszczać, że związane było to w głównej mierze z wykorzystaniem innych maszyn oraz z mniejszym nakładem pracy ręcznej. W badaniach własnych to właśnie siła robocza stanowiła najwyższe koszty. Dlatego też wydaje się celowe użycie maszyn do rozdrabniania karpki i pozostawienia całej biomasy w glebie zamiast ich ręcznego usuwania z pól. Jednakże z drugiej strony ewentualne rozdrabnianie karpki *Salix* spp. może być wykonywane na glebach, gdzie nie ma kamieni, dlatego w określonych sytuacjach może być konieczne i uzasadnione przeprowadzenie likwidacji plantacji w taki sposób jak wykonano to w doświadczeniu własnym.

#### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Całkowity koszt likwidacji plantacji wierzby krzewiastej metodą chemiczno-mechaniczną po 15-letnim okresie jej użytkowania wyniósł 2075,60 zł/ha.
2. W przeprowadzonym eksperymencie najwyższe koszty poniesiono na ręczne usuwanie wyoranych karpki z pola połączone z ich wywożeniem, co w strukturze poniesionych kosztów stanowiło prawie 69%.

---

<sup>1</sup> 1 SEK = 0,4202 PLN (kurs średni NBP z dnia 10.08.2006).

3. W przypadku 10-letniego okresu użytkowania plantacji roczne obciążenie potencjalnej nadwyżki bezpośredniej kosztami wynikającymi z jej likwidacji wynosiłoby około 208 zł/ha. Wydłużanie okresu eksploatacji plantacji do 25 lat obniżyłoby te koszty do 83 zł/ha.

## LITERATURA

- Borkowska H., Lipiński W. 2007: Zawartość wybranych pierwiastków w biomacie kilku gatunków roślin energetycznych. *Acta Agrophysica*, 10(2), s. 287-292.
- Faber A., Kuś J. 2007: Rośliny energetyczne dla różnych siedlisk. *Więś Jutra*, nr 8-9(109-110): 11-12.
- GUS. 2007: Energia ze źródeł odnawialnych w 2006 roku. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa.
- Kisiel R., Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J. 2006: Biomasa pozyskiwana z gruntów rolniczych źródłem energii. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 4, s. 90-101.
- Larsson S. 2006: Od A do Z o wierzbie energetycznej. *Czysta Energia*, nr 1, s. 18-19.
- Musiał I. 2006: Plantatorzy roślin energetycznych złożyli wnioski o dopłaty za 2006 r. [<http://www.arimr.gov.pl>].
- Muzalewski A. 2006: Koszty eksploatacji maszyn. IBMER, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra gospodarki z 19 grudnia 2005 roku w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2005.261.2187).
- Stolarski M. 2004: Produkcja oraz pozyskiwanie biomasy z wieloletnich upraw roślin energetycznych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 3(45): 47-56.
- Stolarski M., Kisiel R., Szczukowski S., Tworkowski J. 2002: Opłacalność produkcji wierzb krzewiastych na gruntach rolniczych w krótkich rotacjach i przy różnym zagęszczeniu roślin. *Roczniki Nauk Rolniczych*, T. 89, z. 2, s. 96-105.
- Szczukowski S., Stolarski M., Tworkowski J., Przyborowski J., Klasa A. 2005: Productivity of willow coppice plants grown in short rotations. *Plant Soil Environment*, nr 51 (9), s. 423-430.
- Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M. 2004: Wierzba energetyczna. Plantpress Kraków, s. 46.

Mariusz Stolarski, Roman Kisiel, Stefan Szczukowski, Józef Tworkowski

## COSTS OF LIQUIDATION OF SHORT-ROTATION WILLOW PLANTATION

## Summary

The aim of presented studies was to determine the level of the cost of liquidation of short-rotation willow plantation using mechanical and chemical method. Analyze of cost of *Salix* spp. plantation liquidation was performed on the basis of field trial carried out in the Lower Vistula River Valley on Kwidzyn Lowland. Willow cuttings were planted in the spring 1992 at the density of 40,00 cuttings  $\cdot$  ha<sup>-1</sup> on alluvial medium textured soil. Experimental liquidation of the plantation was done after 15 years from planting. The total cost of liquidation amounted to 2075,60 PLN  $\cdot$  ha<sup>-1</sup>. The highest single operation cost (1432 PLN  $\cdot$  ha<sup>-1</sup>) was for manual deposition of stumps from the field together with transport cost of the material. In the cost structure this operation amounts to 69% of the total cost. If 10 year of plantation life span is assumed annual cost of liquidation would be ca. 208 PLN  $\cdot$  ha<sup>-1</sup>. If life span of plantation is prolonged to 25 years it reduces this cost to 83 PLN  $\cdot$  ha<sup>-1</sup>.

Adres do korespondencji:  
 prof. dr hab. Józef Tworkowski, prof. dr hab. Stefan Szczurkowski\*, dr Mariusz Stolarski\*,  
 prof. dr hab. Roman Kisiel\*\*  
 Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
 \*Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa  
 \*\*Katedra Polityki Gospodarczej i Regionalnej  
 ul. Oczapowskiego 4/204  
 10-719 Olsztyn  
 tel. (089) 523 34 86  
 e-mail: [kisiel@uwm.edu.pl](mailto:kisiel@uwm.edu.pl)