Witold Niemiec
Feliks Stachowicz
Tomasz Trzepieciński
Marta Wójcik
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA NIEUŻYTKÓW I UŻYTKÓW ROLNYCH DO UPRAWY ROŚLIN ENERGETYCZNYCH

Streszczenie

Tanie źródła energii do praktycznego i samodzielnego wykorzystania są poszukiwane w całym świecie. Posiadanie areałów upraw przy wzrastających problemach związanych ze sprzedażą plonów oraz rosnące ceny paliw, przeznaczonych do wytwarzania energii cieplnej, wzmagają zainteresowanie energetycznym wykorzystaniem drewna wyprodukowanego we własnym gospodarstwie.

W artykule przedstawiono możliwości zagospodarowania nieużytków i użytków rolnych do upraw wybranych gatunków roślin energetycznych. Scharakteryzowano warunki glebowe, jakich wymagają te rośliny, oraz przedstawiono klasyfikację bonitacyjną i typy gleb rolniczych występujących w Polsce południowo-wschodniej, w szczególności na Pogórzu Dynowskim. Określono również szacunkowe wymagania finansowe, jakie należałoby spełnić w celu założenia plantacji roślin energetycznych, których plon będzie wykorzystany do zapewnienia energii cieplnej w gospodarstwie indywidualnym. Wykorzystanie biomasy przeznaczonej na cele energetyczne jest również szansą do obniżenia kosztów zaopatrzenia obiektów turystycznych w energię.

Słowa kluczowe: biomasa, energia cieplna, nieużytki rolne, wierzba energetyczna, źródła energii

POSSIBILITY OF MANAGEMENT OF WASTELANDS AND AGRICULTURAL LANDS FOR ENERGETIC PLANTS CULTIVATION

Summary

Cheap energy sources for practical and independent use are developed all over the world. Owning of cultivated areas is connected with increasing problems related to the sale of crops. Increasing prices of fuels for thermal energy production enhance the interest of the energetic use of wood produced in own farm.

In this article the possibilities of management of wastelands and agricultural lands for cultivation of selected species of energy crops are presented. The soil conditions, which are required to cultivate the energetic plants are characterized. Furthermore, the classification of types and valuation class of agricultural soil existed in south-eastern Poland, particularly in the Dynow-

skie Foothills are presented. The estimated financial requirements that have to be fulfilled in order to establish energy plant plantations, which yield will be used to provide heat in a private farm are also presented. The use of biomass for energy purposes is also an opportunity to reduce the cost of supply of tourist facilities in energy.

Keywords: biomass, heat energy, wastelands, energetic willow, energy sources

1. Wprowadzenie

Realizacja polityki Unii Europejskiej w zakresie zaspokojenia potrzeb energetycznych członków Wspólnoty wymaga, by do 2020 r. osiągnąć cele znane jako 3 x 20%:

- 20% ograniczenia produkcji energii pierwotnej przez zmniejszenie zużycia paliw kopalnych,
- 20% wzrostu udziału w produkcji energii ze źródeł odnawialnych,
- 20% obniżenia emisji gazów cieplarnianych.

Polska wynegocjowała nieco niższy poziom oszczędności, a mianowicie 3 x 15% do 2020 r. Ze względu na specyfikę energetyczną i położenie geograficzne, Polsce będzie najłatwiej wywiązać się z przyjętych zobowiązań dotyczących wzrostu udziału w produkcji energii ze źródeł odnawialnych, głównie z wykorzystaniem biomasy [6]. Podstawowym źródłem energii odnawialnej jest rolnictwo, ponieważ odnawialność tego zasobu waha się od kilku miesięcy do 2 lat. Trudności z dostępnością źródła energii są zdecydowanie mniejsze w przypadku energii biomasy. Cały obszar województwa podkarpackiego posiada warunki do produkcji biomasy, a zatem każde gospodarstwo posiadające dostateczny areał może zapewnić sobie niezbędną ilość energii chemicznej zgromadzonej w biomasie [6].

Zastosowanie wierzby energetycznej jako nośnika energii, to rozwojowy kierunek produkcji rolniczej w małych i średnich gospodarstwach. Eksploatacja prawidłowo założonej plantacji powinna trwać co najmniej 15–20 lat z możliwością 5-8-krotnego pozyskiwania drewna w ilości 10–15 ton suchej masy w przeliczeniu na 1 ha rocznie [1]. Wielkość plonu biomasy wieloletnich roślin energetycznych zależy od całego szeregu czynników: jakości genetycznej i somatycznej materiału sadzeniowego, jakości stosowanych zabiegów agrotechnicznych, żyzności gleby, przebiegu pogody, przygotowania stanowiska, współzawodnictwa roślin z chwastami, szkód czynionych na plantacji przez owady i choroby oraz przez zwierzęta (zgryzanie i mechaniczne uszkadzanie roślin) [14]. Jednym ze sposobów zwiększenia areałów roślin energetycznych jest zagospodarowanie wzrastającej ilości gruntów odłogowanych, nieużytków lub terenów do tej pory nieeksploatowanych rolniczo.

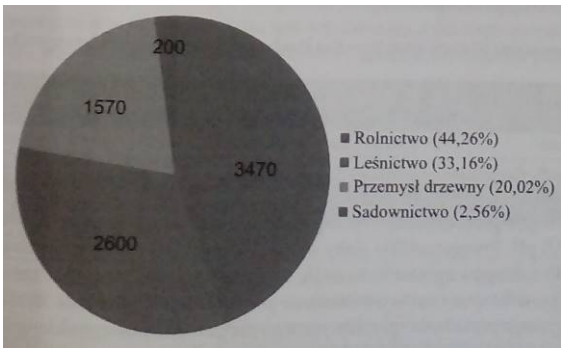
W niniejszym artykule omówiono możliwości zagospodarowania nieużytków i użytków rolnych do uprawy wybranych gatunków roślin energetycznych. Przedstawiono również urządzenia do obróbki biomasy, coraz powszechniej stosowane w gospodarstwach jednorodzinnych. Określono także nakłady finansowe konieczne do założenia oraz prowadzenia plantacji wierzby energetycznej, której plon może być wykorzystany do zapewnienia energii cieplnej w gospodarstwie indywidualnym.

2. Zapotrzebowanie na energię cieplną

Roczne zużycie energii cieplnej na terenach wiejskich w województwie podkarpackim oszacowano w oparciu o modele opisujące zużycie tej energii we wszystkich obiektach wiejskich, a obejmujące zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania obiektów, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz posiłków [17, 18]. W modelach potrzeby cieplne są funkcjami liczby osób zamieszkałych w gospodarstwie, liczby budynków i roku ich budowy, powierzchni mieszkalnej oraz powierzchni obiektów infrastrukturalnych [19]. Roczne zapotrzebowanie na ciepło na terenach wiejskich województwa podkarpackiego wynosi około 33,2 PJ. W przeliczeniu na jednostkę powierzchni daje to 1,9 PJ/km^{-2}. Zapotrzebowanie na ciepło na 100 mieszkańców to w przeliczeniu 26 TJ, a 25% tych potrzeb może być zaspokojona w oparciu o bezpośrednie spalanie lokalnych zasobów biomasy, głównie słomy i drewna [19].

Strukturę potencjału zasobów biomasy w województwie podkarpackim przedstawiono na rycinie 1. Roczny potencjał energetyczny odpadów drzewnych wynosi ok. 4,4 TJ [19] i w całości wykorzystywany jest przez mieszkańców do celów grzewczych. Badania Trojanowskiej i Szula [19] wskazują, że poprzez założenie upraw roślin energetycznych tylko na 15% odłogów można dwukrotnie zwiększyć wartość potencjału biomasy drzewnej.

Ryc. 1. Potencjał techniczny biomasy (TJ) w województwie podkarpackim



Źródło: Opracowano na podstawie: M. Trojanowska, T. Szul, Zapotrzebowanie na ciepło i możliwości jego pokrycia poprzez spalanie biomasy na Podkarpaciu, Inżynieria Rolnicza, t. 96, nr 8, 2007, s. 289–293.

Dodatkowe ilości biomasy mogą być pozyskane z cięcia (prześwietlania) sadów i drzew z terenów miejskich, oczyszczania przydrożnych rowów oraz terenów rekreacyjnych. W ten sposób w całej Polsce można pozyskać około 1 mln m^3 drewna rocznie [9]. Na podstawie danych z lat 2010–2015 [10, 22], oszacowano, że w roku 2020 nastąpi wzrost wykorzystania biomasy w stosunku do roku 2010 o 15 PJ/rok (tab. 1).

Tab. 1. Stan i prognoza rozwoju odnawialnych źródeł energii na wsi i w rolnictwie

Rodzaj nośnika energii odnawialnej	Wykorzystanie OZE na wsi i w rolnictwie, w PJ/rok			
	1996	2000	2010	2020
Drewno i odpady drzewne	50	55	65	80
Pozostała biomasa (spalanie)	0,5	1	5	25
Pozostałe źródła OZE (energia wody, wiatru, słońca, geotermalna itd.)	9,5	14	45	135
Suma	60	70	115	240

Źródło: Opracowano na podstawie: P. Sałagan, T.K. Dobek, Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w gospodarstwach rolnych i gminach wiejskich, Inżynieria Rolnicza, t. 134, nr 9, 2011, s. 207–213.

3. Uprawa wierzby energetycznej

Wierzba energetyczna jest typowym przedstawicielem wieloletnich roślin o wykształconych zdrewniałych pędach. Jest odmianą mało wymagającą pod względem glebowym, można ją uprawiać praktycznie na każdym typie gleby, ale najbardziej korzystne warunki występują w glebie klasy bonitacyjnej III, IV, V. Do uprawy wierzby energetycznej nie nadają się suche, piaszczyste gleby (klasy VI) oraz tereny bagniste. W tabeli 2 przedstawiono powierzchnię użytków rolnych według klas bonitacyjnych w województwie podkarpackim.

Tab. 2. Powierzchnia użytków rolnych według klas bonitacyjnych w województwie podkarpackim

Powierzchnia gruntów rolnych, tys. ha	Klasy bonitacyjne, tys. ha							Powierzchnia gleb nieobjęta klasyfikacją gleboznawczą, tys. ha
	I	II	III	IV	V	VI	VIz	
948,3	4,5	46,255	230,3	406,3	190,8	69,7	5,6	0,214

Źródło: Opracowano na podstawie: Rocznik statystyczny, GUS, Warszawa 2010–2015.

Odczyn gleb przeznaczonych pod plantację wierzby powinien oscylować pomiędzy 5,5–7,5 pH. Przygotowanie gleby do sadzenia roślin energetycznych polega na wykonaniu zabiegów agrotechnicznych, takich jak: odchwaszczanie mechaniczne i chemiczne, orka oraz często wyrównanie powierzchni. Wykonanie wymienionych prac nie wymaga posiadania specjalistycznego parku maszynowego ukierunkowanego pod uprawę roślin energetycznych. Istotną zaletą roślin energetycznych jest ich łatwa zdolność adaptacyjna, przede wszystkim na terenach zanieczyszczonych i zdewastowanych przemysłowo. Z tego powodu mogą być uprawiane na glebach niższych klas bonitacyjnych oraz wszystkich glebach rolniczych, na których ze względu na dużą ilość zanieczyszczeń zakazana jest uprawa roślin spożywczych [10]. Najlepszymi glebami pod uprawy roślin energetycznych są gleby zwane madami, które występują w dolinach rzek. Wierzba energetyczna posiada szczególnie wysoką zdolność do akumulowania w swoim systemie korzeniowym zanieczyszczeń z gleby, dzięki temu rośliny te w okresie 15 lat są w stanie zupełnie oczyścić glebę, na której rosną, zwłaszcza z metali ciężkich, takich jak: As, Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Hg i Zn [21].

Na etapie zakładania plantacji niezbędne są urządzenia pozwalające na chociażby częściową mechanizację prac. W przypadku zakładania i pielęgnacji roślin na plantacjach rozproszonych ciągniki rolnicze stanowią podstawowe źródło napędu maszyn uprawowych [7, 16, 20]. Po pierwszym roku prowadzenia plantacji wierzby energetycznej wskazane jest skoszenie roślin, celem pobudzenia ich do dalszego krzewienia, zwłaszcza w przypadku plantacji zakładanych w celu użytkowania przez wiele lat [2]. Najczęściej na 1 m^2 są sadzone 3–4 sadzonki (zrzezy) o długości od 180 do 250 mm, wytwarzanych z jednorocznych pędów wierzby. Sadzenie zrzezów może być wykonywane w okresie jesiennym, tuż przed zamarznięciem gleby, oraz w okresie wiosennym. Stanowisko pod tego typu nasadzenia powinno być przygotowane rok wcześniej [14]. W przypadku wierzby energetycznej pierwszy plon otrzymuje się po trzech latach, ponieważ dwa pierwsze lata to przygotowanie plantacji oraz przycinanie i rozsadzanie sadzonek.

W porównaniu z innymi rolniczymi roślinami uprawnymi, zwrot kosztów inwestycji w uprawie wierzb krzewiastych nie jest możliwy po pierwszym roku wegetacji [15]. Znaczne obniżenie kosztu założenia plantacji towarowej możemy uzyskać przez pozyskanie sadzonek z plantacji matecznej utworzonej z sadzonek zakupionych. Całkowity koszt założenia 1-hektarowej plantacji zależy od bardzo wielu czynników i waha się w zakresie około 5–9 tys. złotych. Według Kościka i in. [4] plantacja wierzby energetycznej o powierzchni 1 ha jest wystarczająca dla zapewnienia surowca opałowego, wystarczającego do zaspokojenia zapotrzebowania na paliwo domu jednorodzinnego w sezonie grzewczym.

Tab. 3. Nakłady i koszty bezpośrednie założenia oraz prowadzenia plantacji wierzby energetycznej w pierwszym roku wegetacji

Wyszczególnienie	**Koszt (zł/ha)**		
	Siła robocza	**Ciągnik /+ maszyna**	**Razem**
Przygotowanie gleby (m.in. talerzowanie, orka, bronowanie)	97,6	564,3	661,8
Zakup sadzonek	-	-	1667,7
Zakup środków ochrony roślin			251
Sadzenie	456,7	264,4	721,1
Oprysk + pielęgnacja	125,8	285	410,7
Podatek rolny			95
Koszt likwidacji plantacji			1100
Suma:			**4907,3**
Zakup i zastosowanie ligniny			1009,5
Suma:			**5915,8**
Wykonanie mikoryzacji			4000
Suma:			**8906,3**

Źródło: Opracowano na podstawie: M.J. Stolarski, S. Szczukowski, J. Tworkowski, M. Krzyżaniak, Koszty założenia polowych plantacji szybko rosnących roślin energetycznych, Roczniki Nauk Rolniczych, seria G, t. 99, z. 1, 2012, s. 129–140.

Na całkowity koszt założenia plantacji składają się koszty związane, m.in. z zakupem zrzezów, koszty maszynowe (ciągnik + maszyny), koszty środków ochrony roślin oraz koszt siły roboczej (tab. 3). Podstawowy koszt założenia plantacji to około 4900 zł. Według Stolarskiego i in. [13] koszt ten ulega zwiększeniu po zastosowaniu wzbogacania gleby w celu intensyfikacji plonowania, przez wprowadzenie do gleby ligniny (do ok. 5915 zł) lub szczepionki mikoryzowej (do ok. 8900 zł).

W województwie podkarpackim produkcja rolnicza w ponad 80% skupia się w małych gospodarstwach rolnych. Według Stańczyka i Ludwik [12], plantacje komercyjne przyniosą zysk, jeżeli areał upraw będzie większy niż 40 ha. Łączny koszt posadzenia wierzby energetycznej na powierzchni 1 ha, w przypadku założenia plantacji z własnych sadzonek, wynosi 3239,60 zł. Po upływie trzech lat plony wynoszą około 30 ton z hektara. Zatem inwestycja zwraca się po upływie około czterech lat [12].

Koszt zbioru pędów roślin energetycznych może być regulowany w szerokim zakresie, w zależności od zastosowanych maszyn lub przeprowadzenia zbioru ręcznego. Wydaje się, że w małych gospodarstwach Pogórza Dynowskiego, w których biomasę wykorzystuje się na potrzeby własne, korzystnym ekonomicznie będzie zbiór ręczny z rozdrobnieniem pędów w gospodarstwie za pomocą stacjonarnego rębaka o napędzie elektrycznym lub napędzanym wałkiem odbioru mocy ciągnika rolniczego.

Zakładając plantację, należy mieć na uwadze problem zbioru roślin i ostatecznego wykorzystania ich tak, by cały proces eksploatacji plantacji był opłacalny. Rośliny zbiera się z pola po zakończeniu okresu wegetacji, najkorzystniej przy niskiej wilgotności powietrza. Ścięte pędy mogą być przerabiane, w zależności od grubości i docelowego wykorzystania, na zrębki lub dłuższe odcinki. Likwidacja plantacji odbywa się po około 15–20 latach uprawy i polega na wyoraniu karp z gleby.

Do głównych czynników ograniczających rozwój plantacji roślin energetycznych należą, m.in. [14]:

- brak dopłat do upraw roślin energetycznych,
- brak stabilnego rynku biomasy,
- niechęć do podejmowania wieloletniego ryzyka związanego z prowadzeniem plantacji,
- stosunkowo długi okres oczekiwania na pierwsze zyski, w porównaniu z tradycyjnymi uprawami jednorocznymi.

4. Wartość opałowa wierzby energetycznej

Głównym czynnikiem, który wpływa na sprawność cieplną procesu spalania oraz emisję do atmosfery szkodliwych substancji, są właściwości fizyczne i cieplne drewna, wśród których dominującym czynnikiem jest wartość wilgotności względnej warunkującej wartość opałową drewna. Wilgotność względna drewna wynosi w zależności od gatunku 35–50%. Po naturalnym wysuszeniu w okresie letnim, wartość wilgotności względnej zmniejsza się do około 15%. W małych gospodarstwach rolnych zaleca się naturalne suszenie ściętych drzew w pryzmie, a następnie ich zrębkowanie. Przechowywanie świeżych zrębków w pryzmach nie jest zalecane dlatego, że wewnątrz

może dojść do procesu samozagrzewania, często do temperatury 50–70°C. Zjawisku temu towarzyszy nawilgacanie warstw powierzchniowych zrębków i rozwój pleśni oraz grzybów.

W tabeli 4 przedstawiono porównanie wartości energetycznych paliw kopalnych i koszty wytwarzania ciepła. Koszt wytwarzania ciepła z roślin energetycznych jest najniższy, w porównaniu do innych paliw.

Tab. 4. Wartość energetyczna paliw kopalnych i roślin energetycznych oraz koszty wytwarzania z nich ciepła

Paliwo	**Wartość energetyczna GJ/Mg lub GJ/1000 m³**	**Ilość paliwa równoważona zbiorem ze 100 ha plantacji wierzby energetycznej**	**Koszt jednostki ciepła, zł/GJ**
Olej opałowy	43	726 Mg	33,7
Gaz ziemny	35	891 m³	20,8
Węgiel kamienny	25	1248 Mg	14,4
Miał węglowy	21	1486 Mg	9,5
Zrębki wierzby	10,4	3000 Mg	7,7–8,5

Źródło: Opracowano na podstawie: K. Stańczyk, M. Ludwik, Uprawy roślin energetycznych – możliwości zagospodarowania nieużytków i użytków rolnych, na których produkcja rolnicza jest nieopłacalna, Prace Naukowe – Górnictwo i Środowisko, nr 3, 2003, s. 71–81.

Biomasa w produkcji rolniczej może być wykorzystana do celów energetycznych poprzez jej spalanie, tj. drewna opałowego, odpadów drewna w przemyśle drzewnym w różnego rodzaju piecach, kotłach wodnych i parowych, a także podgrzewaczach powietrza stosowanych do ogrzewania pomieszczeń mieszkalnych [9]. Biomasa może być również wykorzystana do produkcji energii cieplnej na drodze pirolizy i gazyfikacji drewna i odpadów drewna w postaci zrębków lub trocin [3]. Paliwo drzewne może być spalane w kotłach i piecach z ręcznym załadunkiem lub coraz częściej w kotłach, gdzie załadunek sterowany jest automatycznie.

Zastąpienie węgla kamiennego zrębkami wierzby pozwala ograniczyć emisję do atmosfery zanieczyszczeń powstających w procesie spalania. Dotyczy to w szczególności tlenków siarki i pyłów, których emisja jest niższa odpowiednio 80 i 2 razy. Spaliny powstające podczas spalania wierzby zawierają o 21% mniej tlenków azotu, w porównaniu do spalania węgla. Cechą charakterystyczną biomasy jest zerowy bilans emisji dwutlenku węgla, który jest związany z zamknięciem obiegu C-CO_2-C, czego nie zapewnia spalanie paliw kopalnych [4]. Rośliny energetyczne w procesie fotosyntezy pochłaniają dwutlenek węgla z atmosfery, a podczas procesu ich spalania tworzy się taka sama ilość dwutlenku węgla, jaką pochłonęły w okresie wegetacji [12].

5. Mechanizacja obróbki wierzby energetycznej

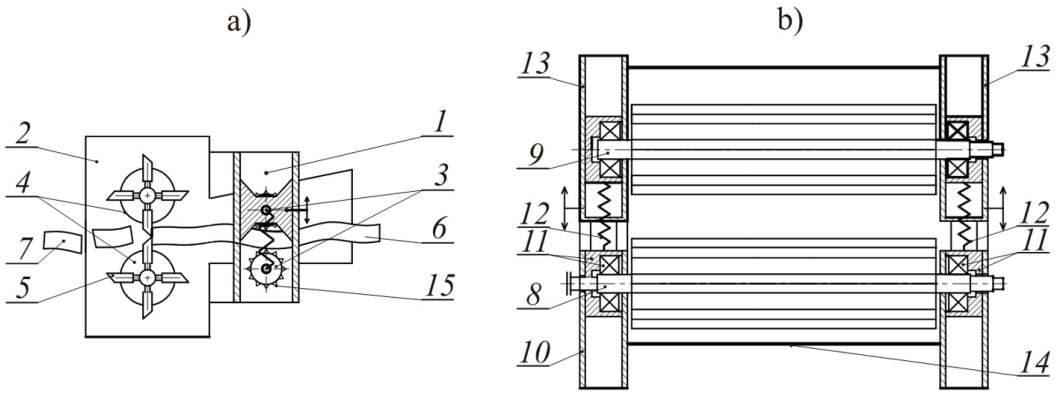
Cechą rolnictwa Pogórza Dynowskiego jest rozdrobnienie areałów upraw, urozmaicona hipsografia terenu i często utrudniony dostęp do pól. Podstawowym niekorzystnym zjawiskiem ze względu na organizację pracy oraz możliwości jej mechanizacji

jest rozdrobnienie gospodarstw. Analiza opłacalności uprawy wierzby energetycznej w małych i średnich gospodarstwach wpłynęła na podjęcie w Politechnice Rzeszowskiej decyzji mającej na celu wprowadzenie na rynek nowych rozwiązań konstrukcyjnych maszyn ułatwiających wykonanie zabiegów agrotechnicznych w zakresie: zakładania, pielęgnacji i ochrony plantacji oraz pozyskiwania i obróbki plonu.

Dotychczas przeważającą liczbę prac na plantacjach roślin energetycznych w gospodarstwach małoobszarowych wykonuje się ręcznie [8]. Przewidywany wzrost areału upraw może mieć miejsce pod warunkiem większego niż obecnie stopnia zmechanizowania technologii na każdym etapie. Wzrost liczby plantacji roślin energetycznych związany jest z koniecznością dostarczenia na rynek maszyn o wydajności dostosowanej do charakterystyki pól uprawnych, tanich i wykorzystujących do napędu typowe ciągniki rolnicze. Rozwój technologii produkcji i zbioru roślin energetycznych autorzy artykułu prezentują na organizowanej corocznie konferencji z cyklu „Błękitny San". Uzupełnieniem prezentacji konferencyjnych były cyklicznie wydawane monografie naukowe, w których przedstawiono szczegóły konstrukcyjno-technologiczne opracowanych maszyn.

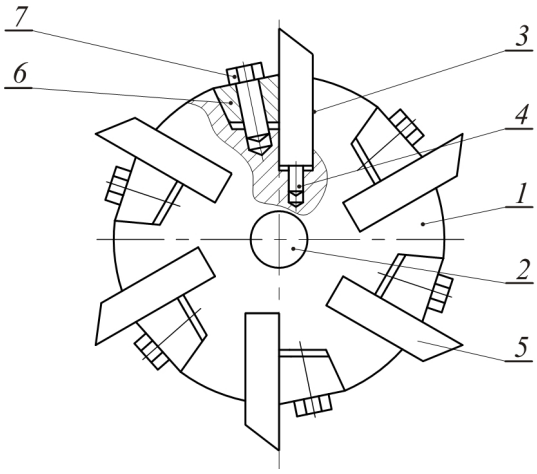
Do rozdrabniania plonu opracowano sieczkarnie do drewna, będące przedmiotem ochrony na terytorium Polski jako wzór użytkowy W-64585 [5]. Zespół rozdrabniający (ryc. 2) składa się z głowicy, w której rozmieszczone są równomiernie na obwodzie noże tnące. W zależności od wymaganej długości ciętych zrębków zespół tnący uzbrajany jest w głowice tnące (ryc. 3) z trzema nożami dla najdłuższych lub sześcioma nożami dla najkrótszych kawałków drewna. Położenie noży względem głowicy regulowane jest bezstopniowo, pozwalając na korektę ustawienia ostrzy wynikającą ze zużycia krawędzi tnących. Sieczkarnia może być napędzana wałkiem odbioru mocy ciągnika (fot. 1a) lub alternatywnie: silnikiem elektrycznym (fot. 1b) lub spalinowym (fot. 1c). Najważniejsze elementy konstrukcyjne sieczkarni przedstawiono na rycinie 2 (a, b).

Ryc. 2. Schemat ogólny (a) oraz przekrój poprzeczny zespołu podającego (b) sieczkarni do drewna: 1 – podajnik, 2 – zespół rozdrabniający, 3 – wałki podające, 4 – głowice tnące, 5 – nóż, 6 – cięty pęd, 7 – drewno kawałkowe, 8 – wał napędowy, 9 – wał dociskowy, 10 – rama, 11 – zespół łożyska i sprzęgła jednokierunkowego, 12 – sprężyny dociskowe, 13, 14 – osłony, 15 – uzębiony wał



Źródło: Opracowanie własne

Ryc. 3. Głowica tnąca: 1 – rdzeń, 2 – otwór, 3 – gniazdo nożowe, 4 – śruba regulacyjna, 5 – nóż, 6 – klin, 7 – śruba



Źródło: Opracowanie własne

W zależności od zainstalowanej liczby noży urządzenie umożliwia cięcie pędów o średnicy do 0,08 m (fot. 2a) na odcinki o długości około 0,1–0,2 m (fot. 2b). W systemach grzewczych, zarówno indywidualnych, w tym mikrokogeneracyjnych [16], jak i przemysłowych, niezbędne jest spełnienie wymogów jakościowych zrębków roślin energetycznych. Zautomatyzowane systemy kotłowe, wyposażone w sterowane układy transportowe wymagają, aby stosowane paliwo miało określone, powtarzalne właściwości fizykochemiczne oraz geometryczne. Wielkość cząstek paliwa, określana jako skład granulometryczny, w największym stopniu odpowiada za niezawodną pracę urządzeń.

a)

b)

c)

Fot. 1. Prototypy sieczkarni do drewna napędzane WOM ciągnika (a), silnikiem elektrycznym (b) lub spalinowym (c)
Źródło: fot. T. Trzepieciński

a) b)

Fot. 2. Widok (a) oraz przekrój poprzeczny (b) zrębków wierzby energetycznej
Źródło: fot. T. Trzepieciński

Zbyt duże cząstki mogą powodować zapychanie kanału doprowadzającego paliwo lub zawieszanie się paliwa w urządzeniach. Możliwość uzyskiwania zrębków o określonej granulacji jest istotna w procesach technologicznych produkcji biopaliw. W przypadku przeznaczenia zrębków do dalszego przetwarzania (m.in. dosuszanie) wskazane jest uzyskiwanie zrębków o niewielkich wymiarach. W przypadku składowania, zbyt duże rozdrobnienie zrębków w połączeniu z wysoką ich wilgotnością jest niekorzystne ze względu na możliwość rozwoju procesów gnilnych.

6. Podsumowanie

W województwie podkarpackim istnieje ok. 200 tys. ha nieużytków rolnych. Ponadto wzrasta powierzchnia gleb odłogowanych, których ilość trudno oszacować, ponieważ brak jest danych w tym zakresie, a sytuacja ulega ciągłej zmianie. Wykorzystanie posiadanych areałów, przez posiadaczy małych i średnich gospodarstw, na

założenie plantacji wierzby energetycznej jest ograniczone przez brak specjalistycznych środków produkcji dostosowanych do wielkości areałów.

Zakup profesjonalnych maszyn do mechanizacji upraw i zbioru roślin energetycznych jest ekonomicznie nieuzasadniony. Ich wysoka cena jest podstawową przeszkodą wskazywaną przez potencjalnych producentów biomasy. Przedstawione rozwiązania konstrukcyjne rębaków są dostosowane do małych lub średnich areałów plantacji roślin energetycznych, są proste w obsłudze, niskoenergochłonne i tanie w użytkowaniu, ze względu na wykorzystanie ciągnika rolniczego jako źródła napędu. Maszyny mogą być przydatne, oprócz rozdrabniania roślin energetycznych, podczas likwidacji plantacji krzewów owocowych oraz rozdrabniania gałęzi. Opracowane maszyny do obróbki biomasy wypełniają lukę pomiędzy kosztownymi wysokowydajnymi maszynami i pracą ręczną.

Zastąpienie węgla kamiennego w gospodarskich układach ogrzewania zrębkami wierzby pozwala ograniczyć emisję do atmosfery zanieczyszczeń powstających w procesie spalania. Spaliny powstające podczas spalania wierzby zawierają o 21% mniej tlenków azotu w porównaniu do spalania węgla. Kolejnym efektem przemawiającym za stosowaniem drewna do wytwarzania ciepła jest zerowy bilans emisji dwutlenku węgla.

Bibliografia

1. Bal R., Bieranowski J., Budny J., Gutowska A.E., Neugebauer M., Piechocki J., Szczukowski S., Paniczko S., Szutkiewicz P., Tworkowski J., Zaman A.S., *Praktyczne aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł energii – plan energetyczny województwa podlaskiego,* Podlaska Fundacja Rozwoju Regionalnego, Białystok 2005.
2. Dreszer K., Michałek R., Roszkowski A., *Energia odnawialna – możliwości jej pozyskiwania i wykorzystania w rolnictwie,* Wydawnictwo PTIR, Kraków–Lublin–Warszawa 2003, s. 142–144.
3. Grzybek A., *Biomasa jako alternatywne źródło energii,* Wojewódzki Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Warszawa 2002.
4. Kościk B., Szmidt K., Kowalczyk-Juśko A., Mazur Z., Kwapisz M., *Potencjalne zmiany emisji zanieczyszczeń powietrza wskutek zastąpienia paliw kopalnych biomasą wierzby,* Barometr Regionalny, t. 12, nr 4, 2014, s. 179–185.
5. Niemiec W., Skiba S., Ślenzak W., *Sieczkarnia do drewna,* Wzór użytkowy W-64585, 2007.
6. Niemiec W., Stachowicz F., Szewczyk M., Trzepieciński T., *Zrównoważona gospodarka energią w obiektach turystycznych*, [w:] J. Krupa (red.), *Zrównoważona turystyka szansą ochrony środowiska naturalnego, dziedzictwa kulturowego i rozwoju gospodarczego gmin Pogórza Dynowskiego,* Wydawnictwo ZGTPD, Dynów 2014, s. 39–51.
7. Niemiec W., Stachowicz F., Trzepieciński T., *Rozwój technologii produkcji, zbioru i przetwarzania roślin energetycznych o zdrewniałych pędach,* Ekologia i Technika, t. 20, nr 3, 2012, s. 186–191.
8. Niemiec W., Stachowicz F., Trzepieciński T., Kępa L., Dziurka M., *Cut-and-chip energy crop harvesting machines for fast-growing and high-yielding species of energy plants,* International Multidisciplinary Conference, Nyiregyhaza – Baia Mare 20–22 May 2015, s. 117–122.
9. Pabis J., *Odnawialne źródła energii uzupełnieniem energetyki w rolnictwie,* Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Warszawa 2011.
10. Rocznik statystyczny, GUS, Warszawa 2010–2015.

11. Sałagan P., Dobek T.K., *Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w gospodarstwach rolnych i gminach wiejskich,* Inżynieria Rolnicza, t. 134, nr 9, 2011, s. 207–213.
12. Stańczyk K., Ludwik M., *Uprawy roślin energetycznych – możliwości zagospodarowania nieużytków i użytków rolnych, na których produkcja rolnicza jest nieopłacalna,* Prace Naukowe – Górnictwo i Środowisko, nr 3, 2003, s. 71–81.
13. Stolarski M.J., Szczukowski S., Tworkowski J., Krzyżaniak M., *Koszty założenia polowych plantacji szybko rosnących roślin energetycznych,* Roczniki Nauk Rolniczych, seria G, t. 99, z. 1, 2012, s. 129–140.
14. Szczukowski S., Stolarski M., *Plantacje drzew i krzewów szybko rosnących jako alternatywa biomasy z lasu – stan obecny, szanse i zagrożenia rozwoju,* [w:] P. Gołos, A. Kaliszewski (red.) *Biomasa leśna na cele energetyczne,* Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary 2013, s. 32–46.
15. Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M., *Wierzba energetyczna,* Wydawnictwo Plantpress, Kraków 2006.
16. Szewczyk M., Trzepieciński T., *Układy mikrokogeneracyjne pracujące w oparciu o biomasę,* [w:] J. Krupa (red.), *Zrównoważona turystyka szansą ochrony środowiska naturalnego, dziedzictwa kulturowego i rozwoju gospodarczego gmin Pogórza Dynowskiego,* Wydawnictwo ZGTPD, Dynów 2014, s. 53–63.
17. Szul T., *Wpływ wybranych działań racjonalizujących zużycie energii na redukcję poziomu zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego,* rozprawa doktorska, Wydział Agroinżynierii AR, Kraków 2005.
18. Trojanowska M., Szul T., *Modelling of energy demand for heating buildings, heating tap water and cooking in rural households,* TEKA Commission of Motorization and Power Industry, vol. 6a, 2006, s. 184–190.
19. Trojanowska M., Szul T., *Zapotrzebowanie na ciepło i możliwości jego pokrycia poprzez spalanie biomasy na Podkarpaciu,* Inżynieria Rolnicza, t. 96, nr 8, 2007, s. 289–293.
20. Trzepieciński T., Stachowicz F., Niemiec W., Kępa L., Dziurka M., *Development of harvesting machines for willow small-sizes plantations in East-Central Europe,* Croatian Journal of Forest Engineering, vol. 37, no. 1, 2016, s. 185–199.
21. Weber H., *Odpady roślinne źródłem energii,* Gospodarka Paliwami i Energią, nr 5, 2000, s. 19–22.
22. Wiśniewski G., *Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii,* Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2011.