Witold Niemiec
Feliks Stachowicz
Mariusz Szewczyk
Tomasz Trzepieciński
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

ZRÓWNOWAŻONA GOSPODARKA ENERGIĄ W OBIEKTACH TURYSTYCZNYCH

Streszczenie

Tanie źródła energii do praktycznego i samodzielnego wykorzystania są poszukiwane w całym świecie. Ze względu na lokalizację obiektów turystycznych, braku dostępu do tradycyjnych źródeł energii sieciowej może prowadzić do konieczności zapewnienia samowystarczalności energetycznej tak pod względem dostaw energii elektrycznej, jak i energii cieplnej. Dla obiektu turystycznego samowystarczalnego energetycznie podstawowe źródło energii powinno charakteryzować się przede wszystkim wysoką dyspozycyjnością, dostępnością w miejscu wykorzystania oraz niskimi kosztami energii w kontekście zarówno kosztów inwestycyjnych, jak i kosztów eksploatacyjnych. W artykule przedstawiono podstawowe założenia przyjmowane podczas analizy efektywności zastosowania odnawialnych źródeł energii w obiektach turystycznych oraz kryteria doboru źródeł energii odnawialnej do zasilania energetycznego obiektów turystycznych. Przedstawiono również kierunki rozwoju opracowywanej technologii produkcji, przetwarzania i wykorzystania biomasy w obiektach turystycznych.

Słowa kluczowe: biomasa, energia odnawialna, gospodarka energią

SUSTAINABLE ENERGY MANAGEMENT IN TOURIST INFRASTRUCTURE

Summary

Cheap energy sources for practical and individual utilizing are searched over the whole world. Considering the location of tourist infrastructure, the access deficiency of traditional sources of direct energy consumed from supply network may lead to necessity of energetic self-sufficiency in terms of supply of both electric and thermal energy. For energy self-sufficient tourist infrastructure the main energy source should be characterised above all by high availability, accessibility in power input place and low costs of energy in the context of both capital and operating costs. In the article the primary assumptions assumed during analysis of efficiency of renewable energy sources in tourism infrastructure and the selection criteria of renewable energy sources for energy supply of tourism infrastructure has been presented. The development directions of production technology, processing and utilization of biomass in tourism infrastructure have been also presented.

Keywords: biomass, renewable energy, energy management

1. Wprowadzenie

Głównym stymulatorem działań proekologicznych zarządców obiektów turystycznych jest fakt, że zastosowanie w hotelach rozwiązań technicznych i organizacyjnych, sprzyjających ochronie środowiska, znacząco obniża koszty eksploatacji, zwłaszcza w zakresie zużycia energii elektrycznej, energii cieplnej, wody oraz gospodarki odpadowej. Oszczędności zużycia wody lub energii przy zastosowaniu nowoczesnych technologii w hotelach mogą dochodzić obecnie do 30–50% bez ograniczenia świadczonych usług[1]. Coraz więcej obiektów turystycznych stosuje różne rozwiązania proekologiczne, takie jak: segregację odpadów, oszczędzanie wody i energii elektrycznej, stosowanie środków czystości wspomagających rewitalizację zasobów wodnych, instalację kolektorów fotowoltaicznych do produkcji energii elektrycznej itd. W zakresie racjonalnego gospodarowania energią wymagane są również szersze działania, takie jak: wykorzystanie energii z jej źródeł odnawialnych, zmniejszenie energochłonności budynków, stosowanie pojazdów napędzanych biopaliwami. Zrównoważona gospodarka energią cieplną w obiekcie turystycznym polega na minimalizacji wymiany ciepła pomiędzy budynkiem i środowiskiem zewnętrznym.

Procentowy udział strat energii przez poszczególne elementy budynku i pomieszczenia przedstawia się następująco: okna – 30%, wentylacja – 27%, ściany – 24%, stropy – 6%, piwnica – 3%[2]. Do kontroli przenikania niepożądanego ciepła generowanego przez światło słoneczne przez dach i inne łatwo przepuszczalne elementy, można zastosować odpowiednie powłoki odbijające oraz filtrujące, mające odpowiedni filtr przepuszczający tylko światło o danej długości fali[3]. Oszczędności energii w procesie przygotowania ciepłej wody użytkowej można osiągnąć poprzez, m.in. wykorzystanie kolektorów słonecznych i zwiększenie sprawności urządzenia wytwarzającego ciepłą wodę.

Technologia konwersji energii promieniowania słonecznego na ciepło jest wykorzystywana do ogrzewania pomieszczeń, szczególnie jeśli budynek znajduje się poza siecią lub jeśli występują przerwy w dostawach energii. Kolektory płaskie lub próżniowo-rurowe stosowane są zwykle w połączeniu ze zbiornikiem akumulacyjnym, poza produkcją ciepłej wody użytkowej mogą wspomagać ogrzewanie oraz klimatyzowanie pomieszczeń. Rurki ciepła powszechnie wykorzystywane w budowie wymienników przeznaczonych do odzysku ciepła z powodzeniem wykorzystuje się do otrzymywania ciepłej wody przez zastosowanie podgrzewacza wody wykorzystującego efekt rurki cieplnej (*heat pipe*)[4]. Ciepło przekazywane jest wodzie użytkowej przepływającej przez miedziany wymiennik ciepła, na drodze parowania i kondensacji. Wymiennik ciepła umieszczony jest na powierzchni wody w fazie gazowej. Gorąca woda skrapla się na zewnętrznej powierzchni rurek wymiennika ciepła, tworząc ciepłą wodę użytkową. Gorąca woda może być magazynowana w temperaturze do 120°C, co odpowiada ciśnieniu 1 bar powyżej ciśnienia atmosferycznego[5]. W klasycznym, elektrycznym podgrzewaczu

[1] J. Ogrodniczuk, A. Węglarz, J. Kamieniecka, *Energia w obiekcie turystycznym*, Fundacja Instytut na Rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2011, s. 7.
[2] *Ibidem*, s. 10.
[3] *Ibidem*, s. 11.
[4] http://www.heatpipe.com/HomePage/abouthpt/CompanyProfile.html (dostęp: 6.06.2013).
[5] J. Ogrodniczuk, A. Węglarz, J. Kamieniecka, *Energia w obiekcie turystycznym…, op. cit.*, s. 11.

wody część ciepła jest tracona z powodu mieszania się wody podgrzanej z wodą zimną dopływającą do zbiornika. Zastosowanie technologii rurek ciepła eliminuje ten efekt.

2. Wybrane źródła energii dla obiektu turystycznego

Rozpatrując efektywności zastosowania odnawialnych źródeł energii w obiekcie turystycznym, należy przyjąć kilka założeń. Przede wszystkim odnośnie wielkości obiektu, a w konsekwencji zapotrzebowania na energię oraz stopnia dostępności do tradycyjnych źródeł i nośników energii. Z punktu widzenia możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii najciekawszy jest przypadek, wynikający z przyczyn lokalizacyjnych lub założeń ekologicznych, braku dostępu do tradycyjnych nośników energii bezpośredniej, w szczególności sieciowych. Prowadzić to może do konieczności zapewnienia samowystarczalności energetycznej tak pod względem dostaw energii elektrycznej, jak i energii cieplnej. Obiekt turystyczny różnić się będzie od domu jednorodzinnego jedynie innym podziałem zapotrzebowania na energię elektryczną i cieplną. W pierwszym przypadku spodziewać się można wyższego udziału energii cieplnej w bilansie energii użytkowej.

Dla gospodarstwa samowystarczalnego energetycznie podstawowe źródło energii powinno charakteryzować się przede wszystkim:

- wysoką dyspozycyjnością, rozumianą jako zdatność do dostarczenia energii w wymaganej ilości i postaci niezależnie od pory roku, pory dnia i warunków pogodowych,
- wysoką egzergią[6], czy to w postaci źródła substancji, czy to w postaci źródła energii termicznej, aby możliwe było wytwarzanie energii mechanicznej (elektrycznej) z sensowną sprawnością,
- dostępnością w miejscu wykorzystania lub niedalekiej odległości od niego – warunek samowystarczalności; dostarczanie nośników energii z większych odległości stawia pod znakiem zapytania sensowność substytucji konwencjonalnych nośników energii nośnikami energii odnawialnej,
- niskimi jednostkowymi kosztami pozyskiwanej energii w kontekście zarówno kosztów inwestycyjnych, jak i kosztów eksploatacyjnych oraz czasu życia instalacji.

Rozważania nad przydatnością poszczególnych rodzajów energii odnawialnej dla potrzeb takiego gospodarstwa rozpocząć można od źródeł odnawialnych mających postać energii termicznej: energii geotermalnej i energii termicznej otoczenia. W obydwu przypadkach parametrem dyskwalifikującym jest niska lub zerowa wartość egzergii.

Energia termiczna otoczenia pobierana z gruntu, wód powierzchniowych lub gruntowych i powietrza charakteryzuje się praktycznie zerową wartością egzergii. Może być wykorzystana jedynie jako pomocnicze źródło energii cieplnej, która przy wykorzystaniu pomp ciepła napędzanych dostarczoną przez inne urządzenia energią mechaniczną lub wysokotemperaturową energią termiczną, zostanie przetworzona w niskotemperaturową energię cieplną wykorzystywaną w systemach co i cwu.

[6] Egzergia wyraża minimalną ilość pracy, jaką należy wykonać, by z powszechnie występujących składników otaczającej przyrody wytworzyć wymaganą substancję o wymaganych parametrach, wykorzystując otaczającą przyrodę jako źródło ciepła bezwartościowego pod względem termodynamicznym. Na podstawie J. Szargut, *Analiza egzergetyczna procesów cieplnych*, Biuletyn Instytutu Techniki Cieplnej Politechniki Warszawskiej, nr 84, 1996, s. 44.

Podstawą systemu musi być jednak wysokoegzergetyczne źródło energii odnawialnej oraz urządzenie przetwarzające energię zeń pochodzącą w energię elektryczną.

Energia geotermalna może być oczywiście wykorzystywana do produkcji energii elektrycznej, ale jej źródło musi posiadać odpowiednio wysoką temperaturę, a w konsekwencji egzergię na tyle wysoką, aby sprawność wytwarzania energii elektrycznej osiągała sensowne wartości. Pojęcie „sensowne wartości" oznacza, że za minimalną wartość temperatury źródła geotermalnego, przy której może ono posłużyć do zasilania elektrowni geotermalnej, przyjmowane są przez różnych autorów temperatury z zakresu od 120 do 180°C. Na terenie Podkarpacia oraz całej Polski temperatura złóż osiąga wartość wyższą od 120°C znacznie poniżej 3 km[7,8], co ze względów ekonomicznych praktycznie uniemożliwia powstanie tego typu instalacji. Ponadto wykorzystywanie energii geotermalnej w tak małej skali jest całkowicie nieuzasadnione ekonomicznie.

Równie powszechnym i nieograniczonym dostępem jak w przypadku energii termicznej otoczenia charakteryzuje się energia promieniowania słonecznego i energia wiatru. Obie energie w przypadku wykorzystywania do produkcji energii elektrycznej charakteryzują się jednak niewielką dyspozycyjnością zarówno w sensie dostępności energii w wymaganej ilości i postaci, jak i w sensie wykorzystania zainstalowanej mocy, zatem wymagają układu akumulacyjnego o znacznej pojemności. Niektóre systemy, realizujące wysokotemperaturową konwersję fototermiczną promieniowania słonecznego w celu jej przetworzenia na energię elektryczną, charakteryzują się dyspozycyjnością podobną jak w układach opartych na nośnikach energii chemicznej. Są to jednak układy o znacznie większej skali i wymagają nasłonecznienia rocznego rzędu 2,5 kWh/m^2 i to prawie w całości w postaci promieniowania bezpośredniego. Na terenie Podkarpacia takie warunki nie występują. W przypadku energii wiatru zmienność, zarówno dzienna, jak i sezonowa, wartości dostępnej energii są mniejsze. Bardzo niska dyspozycyjność energii promieniowania słonecznego w równym stopniu jak w przypadku produkcji energii elektrycznej praktycznie uniemożliwia wykorzystywanie energii promieniowania słonecznego jako jedynego źródła energii cieplnej.

Proponowane i dostępne komercyjnie rozwiązania łączące w jeden układ urządzenia przetwarzające na energię elektryczną energię promieniowania słonecznego i energię wiatru pozwalają, w oparciu o sentencję „jak nie świeci, to wieje", zwiększyć dyspozycyjność takiego układu oraz zmniejszyć układ akumulacyjny. Rozwiązanie to choć skuteczne przez większą część roku zawodzi w okresie kilku miesięcy na przełomie roku, kiedy to bezwietrznym układom wyżowym towarzyszy całkowite zachmurzanie powodowane przez stratusy lub stratocumulusy.

Zdecydowanie lepsze właściwości posiada energia cieków wodnych. Można ją bowiem z dużą sprawnością i w stosunkowo małych urządzeniach przetwarzać na energię elektryczną. Konieczne jest jedynie, aby warunki hydrologiczne zapewniały, że w okresach minimum przepływu ilość energii niesionej przez ciek wodny będzie

---

[7] Baza Danych Odnawialnych Źródeł Energii Województwa Podkarpackiego, http://www.baza-oze.pl/ (dostęp: 6.06.2013).

[8] J. Sokołowski, *Ocena zasobów energii geotermalnej pod miastem Rzeszów i propozycja prawidłowego ich wykorzystania*, Polgeotermia sp. z o.o., Kraków–Rzeszów 2002.

wystarczająca. Skojarzenie małej elektrowni wodnej ze sprężarkową pompą ciepła pozwala na pełne zaspokojenie potrzeb energetycznych gospodarstwa. Problem z powszechnym stosowaniem takiego rozwiązania polega na tym, że w stosunkowo suchym i nizinnym kraju niewiele gospodarstw posiada dostęp do odpowiedniego cieku i warunki do jego spiętrzenia.

Podstawą wykorzystania jakiegokolwiek źródła energii jest jego dostępność. W przypadku niektórych technologii biomasowych można się oprzeć na jej źródłach naturalnych lub odpadach produkcyjnych. Nie wszystkie jednak technologie tolerują każdą postać biomasy, a niezbyt duża w porównaniu z innymi technologiami pozyskiwania energii promieniowania słonecznego sprawność fotosyntezy powoduje konieczność zakładania specjalistycznych plantacji roślin energetycznych.

Tanie źródła energii do praktycznego i samodzielnego wykorzystania są poszukiwane w całym świecie. Przykładem w tym zakresie może być działalność gospodarcza związana z agroturystyką, którą interesują się niewielkie gospodarstwa rolne, celem poprawienia swojej kondycji finansowej. Posiadanie własnych areałów upraw przy wzrastających problemach związanych ze sprzedażą plonów oraz możliwościami uzyskania dopłat do produkcji roślin energetycznych, zainteresowanie energetycznym wykorzystaniem drewna wyprodukowanego we własnym gospodarstwie wzmacniają. Ekonomicznie uzasadniona produkcja oraz wykorzystanie we własnym gospodarstwie roślin energetycznych, obwarowane jest wieloma aspektami. Istotne czynniki to:

- wielkość oraz charakterystyka posiadanych areałów,
- zdolności gospodarstwa do finansowania nowych rozwiązań technicznych,
- wielkość zapotrzebowania na energię cieplną w gospodarstwie, szczególnie w okresach konieczności ogrzewania pomieszczeń.

Wydajność produkcji roślin energetycznych uwarunkowana jest zastosowaną agrotechniką, a zatem jakością i kolejnością wykonywanych zabiegów przy uprawie roli i pielęgnacji roślin w celu uzyskania obfitych plonów wysokiej jakości. Właściwości fizyko-chemiczne gleb, ich skład mechaniczny, hipsografia terenu, warunki klimatyczne i budowa hydrogeologiczna to podstawowa wiedza o przydatności areału do produkcji rolniczej. Charakterystyka komunalnych osadów oraz zgodne z rozporządzeniem[9] i ustaw[10,11,12] ich wykorzystanie to warunki stosowania tego nawozu w uprawach roślin energetycznych. Zdolność finansowa gospodarstwa to warunek niezbędny aktywności gospodarczej. Ułatwieniem mogą być: dotacje, ulgi i inne formy finansowego wsparcia uzależnione od aktualnej polityki prowadzonej w UE. Należy również uwzględnić dostępne w okolicy różnorodne źródła energii. Wybór pozornie duży, w praktyce znacznie ograniczony i sprowadzający się do wykorzystania energii słońca w ograniczonych przyrodniczo terminach, energii wiatru, przepływającej wody i biomasy najczęściej drewna lub słomy.

---

[9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z 13 lipca 2010 r., *w sprawie komunalnych osadów ściekowych*, Dz. U. z 2010 r., Nr 137, poz. 924.

[10] Ustawa z 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska*, Dz. U. z 2001 r., Nr 62, poz. 627 z późn. zm.

[11] Ustawa z 14 grudnia 2012 r. *o odpadach*, Dz. U. z 2013 r., Nr 0, poz. 21.

[12] Ustawa z 18 lipca 2001 r. *Prawo wodne*, Dz. U. z 2001 r., Nr 115, poz. 1229.

3. Technologia zbioru i rozdrabniania biomasy

Realizacja polityki UE dotycząca zaspokojenia potrzeb energetycznych społeczności 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 uzyskała nieco niższy poziom oszczędności, a mianowicie 15% do 2020 r. Zdaniem badających problem, Polsce będzie najłatwiej wywiązać się z przyjętych zobowiązań dotyczących wzrostu udziału w produkcji energii ze źródeł odnawialnych, głównie z wykorzystaniem biomasy. 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 Polski posiada warunki do produkcji biomasy, a zatem każde gospodarstwo agroturystyczne posiadające dostateczny areał może zapewnić sobie niezbędną ilość energii w postaci energii chemicznej zgromadzonej w biomasie. Biomasa, jak zdecydowana większość nośników energii chemicznej, ma bardzo dobre właściwości magazynowania, co gwarantuje wysoką dyspozycyjność układów energetycznych opartych na biomasie.

Na Politechnice Rzeszowskiej od kilku lat trwają prace wdrożeniowe opracowywanej technologii produkcji roślin o zdrewniałych pędach przeznaczonych na cele energetyczne. Zespół wdrażających składa się z pracowników Politechniki Rzeszowskiej, tj. Zakładu Oczyszczania i Ochrony Wód oraz Katedry Przeróbki Plastycznej a także członków Spółdzielczej Grupy Producentów Roślin Energetycznych z siedzibą w Boguchwale. Charakterystyczną cechą wspólną zaproponowanych rozwiązań jest dostosowanie ich do potrzeb agrotechnicznych niewielkich gospodarstw południowej Polski. Postęp w rozwoju technologii jest opisywany sukcesywnie w publikacjach[13,14,15,16,17]. Poniżej przedstawiono wybrane maszyny, które wchodzą w skład ciągle udoskonalanego parku maszynowego przeznaczonego do zakładania, zbioru i przetwarzania zdrewniałych roślin energetycznych. Zamieszczone w pracy pozycje literaturowe zawierają pełne informacje o prezentowanych oryginalnych rozwiązaniach urządzeń.

---

[13] W. Niemiec, F. Stachowicz, M. Szewczyk, T. Trzepieciński, *Production technology and management of energetic plants with lignified shoots*, EconTechMod, 1 (2), 2012, s. 31–34.

[14] W. Niemiec, F. Stachowicz, M. Szewczyk, T. Trzepieciński, *Technological progress in production, logging and processing of the biomass*, SSP – Journal of Civil Engineering, t. 6, 2011, s. 85–92.

[15] W. Niemiec, F. Stachowicz, T. Trzepieciński, *Maszyny przeznaczone do zbioru wysokołodygowych roślin energetycznych na małych plantacjach*, Technika Rolnicza, Ogrodnicza, Leśna, nr 4, 2012, s. 10–12.

[16] W. Niemiec, F. Stachowicz, T. Trzepieciński, *Rozwój technologii produkcji, zbioru i przetwarzania roślin energetycznych o zdrewniałych pędach*, Ekologia i Technika, t. 20, 2012, s. 186–191.

[17] W. Niemiec, F. Stachowicz, T. Trzepieciński, *Technology of sewage sludges management in production of energy willow*, Proceedings of 10th International Multidisciplinary Conference, Bessenyei Publishing House, Baia Mare – Nyiregyhaza, 2013, s. 152–154.

Zakładanie plantacji

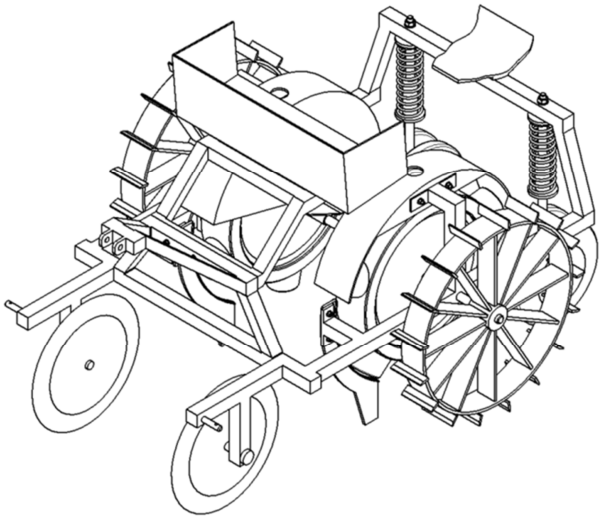
- **urządzenie do cięcia zrzezów**, patent P 384427[18] (fot. 1)

Fot. 1. Urządzenie do cięcia zrzezów
Źródło: Zbiory własne

Dzięki zastosowaniu zespołowego cięcia pędów urządzenie posiada dużą wydajność wynoszącą około 2000 sztuk na godzinę. Szybkoobrotowe piły tnące o drobnym uzębieniu zapewniają równą powierzchnię przecięcia pędów.

- **sadzarka zrzezów**, wzór użytkowy W 119940[19] (ryc. 1)

Ryc. 1. Sadzarka do zrzezów



Źródło: Opracowanie własne

[18] W. Niemiec, W. Ślenzak, S. Skiba, *Urządzenie do produkcji zrzezów*, P 384427.
[19] W. Niemiec, F. Stachowicz, T. Trzepieciński, *Sadzarka zrzezów roślin o zdrewniałych pędach*, W 119940.

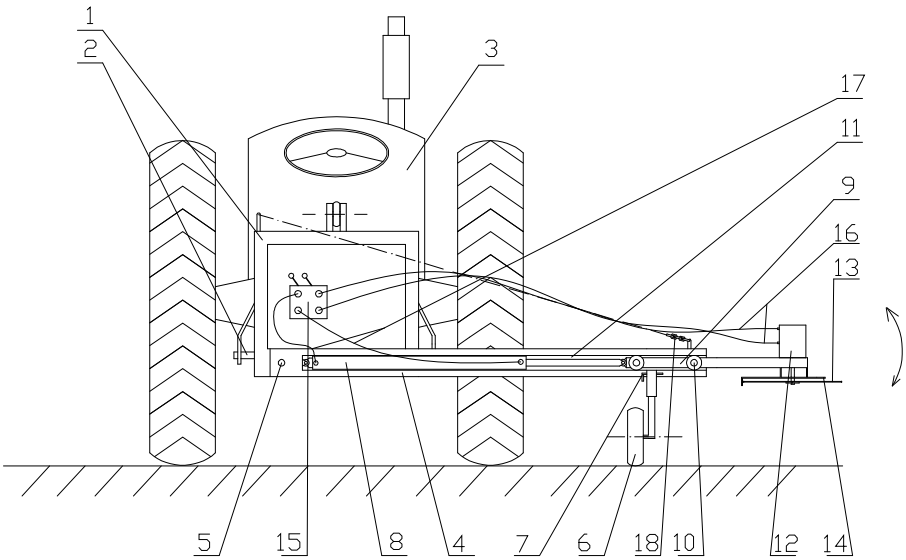
Zbiór i obróbka plonu

Koszenie plantacji

- **kosiarka hydrauliczna agregowana z ciągnikiem**, patent P 386842[20] (ryc. 2)

Kosiarka wyposażona jest w tarczową piłę tnącą na wysuwnym ramieniu roboczym. Piła napędzana jest silnikiem hydraulicznym lub alternatywnie przekładnią pasową przenoszącą napęd od WOM ciągnika. Odmianą napędu kosiarki jest zastosowanie przekładni pasowej przenoszącej napęd piły tarczowej od WOM ciągnika rolniczego[21].

Ryc. 2. Kosiarka do drzewiastych roślin



1 – rama, 2 – trójpunktowy układ zawieszania narzędzi, 3 – ciągnik rolniczy, 4 – ramię robocze, 5 – przegub, 6 – koło prowadzące, 7 – zatyczka, 8 – siłownik hydrauliczny, 9 – końcówka, 10 – rolka, 11 – prowadnica, 12 – silnik hydrauliczny, 13 – piła tnąca, 14 – osłona, 15 – sterownik, 16 – przewód zasilający, 17 – przewód odpływowy, 18 – łańcuch

Źródło: Opracowanie własne

Rozdrabnianie plonu

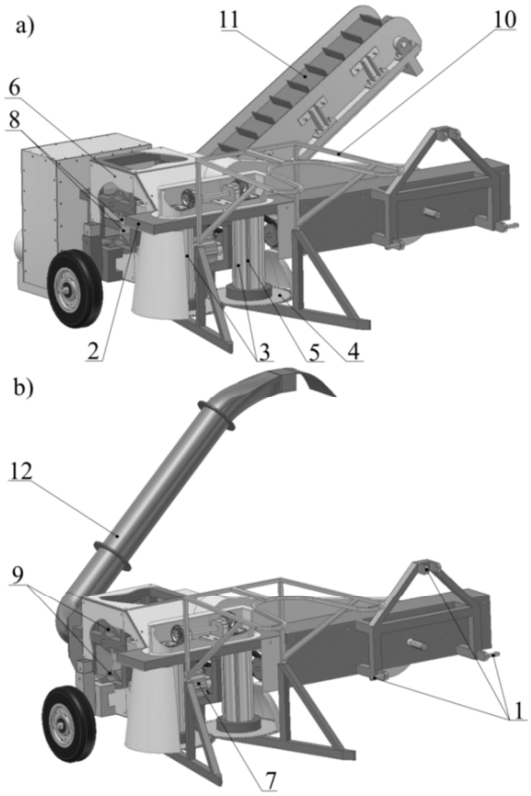
- **kombajn agregatowany z ciągnikiem**, wzór użytkowy W 119895[22] (ryc. 3) wykorzystujący do rozdrabniania ściętych pędów **rębak**, wzór użytkowy W 116926[23]

Kombajn stanowi istotne uzupełnienie istniejącego zestawu małych maszyn do wykorzystania na małoobszarowych plantacjach roślin energetycznych i umożliwia wycinanie gotowych do zbioru pędów roślin zwłaszcza roślin energetycznych z równo-

[20] W. Niemiec, S. Skiba, W. Ślenzak, *Kosiarka do drzewiastych roślin*, P 386842.
[21] W. Niemiec, S. Skiba, W. Ślenzak, *Kosiarka do drzewiastych roślin*, P 386842.
[22] W. Niemiec, F. Stachowicz, W. Ślenzak, T. Trzepieciński, *Kombajn do zbioru i rozdrabniania zdrewniałych pędów roślin oraz gałęzi*, W 119895.
[23] W. Niemiec, W. Ślenzak, S. Skiba, *Sieczkarnia do drewna*, W 116926.

czesnym ich rozdrobnieniem na plantacji. Poprzez wyposażenie kombajnu w rurowy lub taśmowy podajnik rozdrobnionych pędów na środek transportu, została wyeliminowana praca ręczna.

Ryc. 3. Model kombajnu z przenośnikiem taśmowym (a) oraz wyrzutnikiem odśrodkowym (b)



1 – trójpunktowy układ zawieszania narzędzi, 2 – zespół ścinający, 3 – bębny, 4 – tarcza tnąca, 5 – listwa zgarniająca, 6 – zespół rozdrabniający, 7 – walec wciągający, 8 – noże rozdrabniające, 9 – głowice rozdrabniające, 10 – wysięgnik, 11 – przenośnik taśmowy, 12 – wyrzutnik odśrodkowy

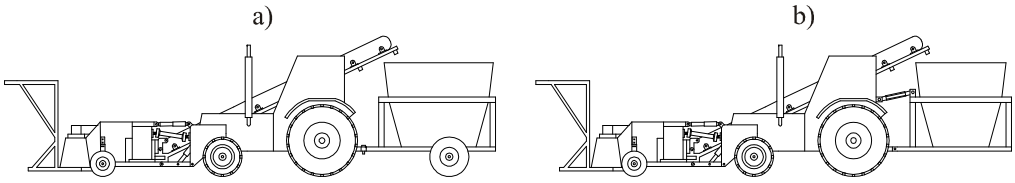
Źródło: Opracowanie własne

- **zestaw do zbioru i rozdrabniania zdrewniałych pędów roślin i gałęzi**, wzór użytkowy W 121680[24] (ryc. 4)

Zestaw do zbioru i rozdrabniania zdrewniałych pędów roślin, zwłaszcza energetycznych, składa się z ciągnika, kombajnu do zbioru i rozdrabniania zdrewniałych pędów oraz przyczepy (ryc. 4a) lub alternatywnie pojemnika (ryc. 4b) na urobek. Umieszczenie kombajnu tnącego i rozdrabniającego z przodu ciągnika ułatwia kierowcy sprawne prowadzenie zagregowanej maszyny z ciągnikiem oraz ciągłą kontrolę jej pracy. Konstrukcja kombajnu przystosowanego do zawieszania i napędu z przodu ciągnika jest bardzo zwarta, znacznie sztywniejsza od dotychczas stosowanych rozwiązań.

[24] W. Niemiec, F. Stachowicz, T. Trzepieciński, *Zestaw do zbioru i rozdrabniania zdrewniałych pędów roślin i gałęzi*, W 121680.

Ryc. 4. Zestaw do zbioru i rozdrabniania zdrewniałych pędów roślin i gałęzi z transportem biomasy za pomocą przyczepy (a) i pojemnika (b) mocowanego na trójpunktowym układzie zawieszania narzędzi ciągnika rolniczego

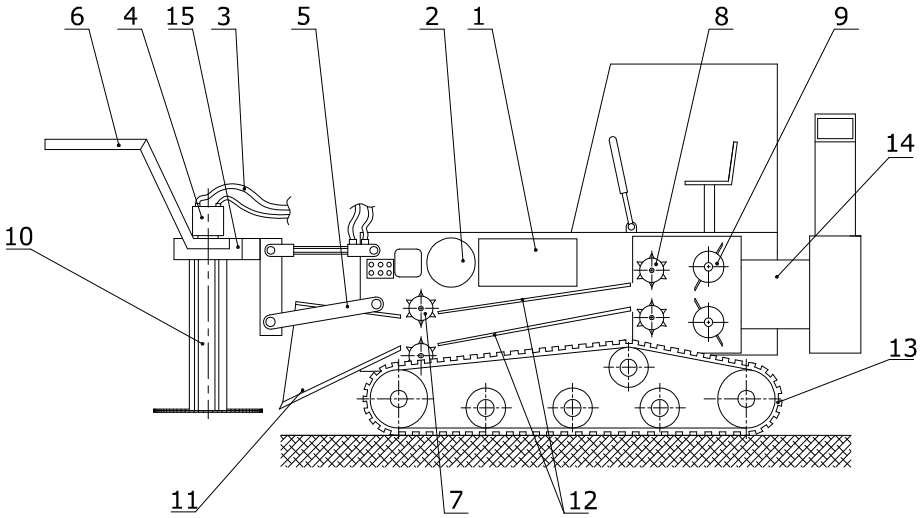


Źródło: Opracowanie własne

- **kombajn samobieżny gąsienicowy**, wzór użytkowy W 120576[25] (ryc. 5)

Mobilny kombajn gąsienicowy umożliwia koszenie, zbiór i rozdrabnianie zdrewniałych pędów roślin z przeznaczeniem do pracy w trudno dostępnym, podmokłym terenie oraz areałach o zmiennym nachyleniu. Zastosowanie do poruszania się w terenie gumowego gąsienicowego układu jezdnego zapewnia lepszy kontakt z powierzchnią terenu, jak też istotnie obniża masę pojazdu w porównaniu do napędów gąsienicowych metalowych. Sprzężenie napędu mechanicznego i hydraulicznego w pojeździe upraszcza łańcuch kinematyczny maszyny i umożliwia regulację szybkości cięcia zespołu tnącego niezależnie od prędkości jazdy.

Ryc. 5. Schemat samobieżnego kombajnu



1 – silnik spalinowy, 2 – zbiornik oleju, 3 – przewód hydrauliczny, 4 – silnik hydrauliczny, 5 – ramiona, 6 – wysięgnik, 7 – walce wciągające, 8 – walce podające, 9 – bębny z nożami, 10 – zabieraki, 11 – gardziel, 12 – listwy, 13 – gąsienica, 14 – kanał wyrzutowy, 15 – korpus zespołu ścinającego

Źródło: Opracowanie własne

[25] W. Niemiec, F. Stachowicz, T. Trzepieciński, *Mobilny kombajn do pozyskiwania biomasy z roślin o zdrewniałych pędach*, W 120576.

Energetyczne wykorzystanie biomasy

Cały obszar Polski posiada warunki do produkcji biomasy, a zatem każde gospodarstwo agroturystyczne posiadające dostateczny areał może zapewnić sobie niezbędną ilość energii w postaci energii chemicznej zgromadzonej w biomasie. Pierwszym etapem przetworzenia energii chemicznej jest, analogicznie jak w przypadku nieodnawialnych paliw chemicznych, proces spalania przekształcający ją w wysokotemperaturową energię termiczną. Może ona być bezpośrednio wykorzystywana tylko w tej postaci, ale dzięki wysokiej egzergii może zostać również z zadawalającą sprawnością przekształcona w energię elektryczną, umożliwiając kogeneracyjne wytwarzanie energii elektrycznej i termicznej. Takie rozwiązanie jest możliwe, ponieważ biomasa, jak zdecydowana większość nośników energii chemicznej, ma bardzo dobre właściwości magazynowania, co gwarantuje wysoką dyspozycyjność układów energetycznych opartych na biomasie.

Z technologii kogeneracyjnego wykorzystywania energii biomasy, które mogłyby spełnić wymagania rozważanej klasy zastosowań, takich jak: fermentacja beztlenowa i spalanie biogazu w silniku spalania wewnętrznego, rozkład termiczny i wykorzystanie gazu syntezowego do napędu silnika wewnętrznego lub zewnętrznego spalania, bezpośrednie spalanie biomasy i wykorzystanie uzyskanej energii termicznej do napędu silnika zewnętrznego spalania na szczególną uwagę zasługuje ostatnie rozwiązanie. Charakteryzuje się ono bowiem bardzo dobrą skalowalnością szczególnie w stronę instalacji małych, prostota rozwiązania układu transformacji energii chemicznej na termiczną, możliwość prawie całkowitej automatyzacji procesu, wysokie resursy wszystkich elementów układu.

Rozwój konstrukcji silników Stirlinga, które w wersji bezkorbowej z prądnicami liniowymi charakteryzują się sprawnością przewyższającą 20% i okresami bezobsługowej pracy wynoszącej 20 i więcej lat, pozwala na prognozowanie sukcesu tej technologii w układach kogeneracyjnych zasilanych biomasą, szczególnie w obszarze małych mocy[26].

4. Podsumowanie

Wobec wielu nowych zaleceń alternatywnej polityki energetycznej i w związku z wyczerpywaniem się zasobów naturalnych oraz potrzebą przeciwdziałania negatywnym zmianom klimatu zachodzi konieczność zintensyfikowania działań zmierzających do proekologicznej produkcji energii oraz ograniczenia jej zużycia. Przedstawione problemy wykorzystania energii w obiektach turystycznych są szczególnie istotne w lokalizacjach położonych na obszarach chronionych. Zastosowanie proponowanego sposobu zbioru i przetwarzania biomasy w celu zaspokojenia potrzeb energetycznych samowystarczalnego energetycznie obiektu turystycznego oraz gospodarstwa agroturystycznego wymaga przeprowadzenia specjalistycznych badań rozwiązań technicznych zastosowanych w urządzeniach do produkcji i przerobu biomasy drzewnej. Zaprezentowane rozwiązania konstrukcyjne maszyn przeznaczone są do mechanicznego zbioru biomasy na małych lub średnich plantacjach roślin energetycznych, są proste w obsłudze i tanie ze względu na wykorzystanie ciągnika rolniczego jako źródła napędu. Agregatowanie

[26] http://www.engr.colostate.edu/~marchese/mech337-10/epri.pdf (dostęp: 6.06.2013).

kombajnu z ciągnikiem rolniczym umożliwia jednoczesny zbiór zdrewniałej biomasy, jej przechowywanie oraz transport za pomocą pojemnika mocowanego w trójpunktowym układzie zawieszenia lub doczepianej do ciągnika przyczepy.

Bibliografia

1. Niemiec W., Stachowicz F., Szewczyk M., Trzepieciński T., *Production technology and management of energetic plants with lignified shoots*, EconTechMod: An International Quarterly Journal on Economics of Technology and Modelling Processes, nr 1, 2012.
2. Niemiec W., Stachowicz F., Szewczyk M., Trzepieciński T., *Technological progress in production, logging and processing of the biomass*, SSP – Journal of Civil Engineering, t. 6, 2011.
3. Niemiec W., Stachowicz F., Trzepieciński T., *Maszyny przeznaczone do zbioru wysokołodygowych roślin energetycznych na małych plantacjach*, Technika Rolnicza, Ogrodnicza, Leśna, nr 4, 2012.
4. Niemiec W., Stachowicz F., Trzepieciński T., *Rozwój technologii produkcji, zbioru i przetwarzania roślin energetycznych o zdrewniałych pędach*, Ekologia i Technika, t. 20, 2012.
5. Niemiec W., Stachowicz F., Trzepieciński T., *Technology of sewage sludges management in production of energy willow*, Proceedings of 10th International Multidisciplinary Conference, Bessenyei Publishing House, Baia Mare – Nyiregyhaza, 2013.
6. Niemiec W., Skiba S., Ślenzak W., *Kosiarka do drzewiastych roślin*, P 386842.
7. Niemiec W., Ślenzak W., Skiba S., *Sieczkarnia do drewna*, W 116926.
8. Niemiec W., Ślenzak W., Skiba S., *Urządzenie do produkcji zrzezów*, P 384427.
9. Niemiec W., Stachowicz F., Ślenzak W., Trzepieciński T., *Kombajn do zbioru i rozdrabniania zdrewniałych pędów roślin oraz gałęzi*, W 119895.
10. Niemiec W., Stachowicz F., Trzepieciński T., *Mobilny kombajn do pozyskiwania biomasy z roślin o zdrewniałych pędach*, W 120576.
11. Niemiec W., Stachowicz F., Trzepieciński T., *Sadzarka zrzezów roślin o zdrewniałych pędach*, W 119940.
12. Niemiec W., Stachowicz F., Trzepieciński T., *Zestaw do zbioru i rozdrabniania zdrewniałych pędów roślin i gałęzi*, W 121680.
13. Ogrodniczuk J., Węglarz A., Kamieniecka J., *Energia w obiekcie turystycznym*, Fundacja Instytut na Rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2011.
14. Sokołowski J., *Ocena zasobów energii geotermalnej pod miastem Rzeszów i propozycja prawidłowego ich wykorzystania*, Polgeotermia sp. z o.o., Kraków–Rzeszów 2002.
15. Szargut J., *Analiza egzergetyczna procesów cieplnych,* Biuletyn Instytutu Techniki Cieplnej Politechniki Warszawskiej, nr 84, 1996.

Akty normatywne

1. Ustawa z 27 kwietnia 2001 r., Prawo ochrony środowiska, Dz. U. z 2001 r., Nr 62, poz. 627 z późn. zm.
2. Ustawa z 14 grudnia 2012 r., o odpadach, Dz. U. z 2013 r., Nr 0, poz. 21.
3. Ustawa z 18 lipca 2001 r., Prawo wodne, Dz. U. 2001 r., Nr 115, poz. 1229.
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r., w sprawie komunalnych osadów ściekowych, Dz. U. z 2010 r., Nr 137, poz. 924.

Źródła internetowe

1. *Baza Danych Odnawialnych Źródeł Energii Województwa Podkarpackiego*, http://www.baza-oze.pl/
2. http://www.engr.colostate.edu/~marchese/mech337-10/epri.pdf
3. http://www.heatpipe.com/HomePage/abouthpt/CompanyProfile.html