

MICHAŁ ROMAN

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

KAMIL KRZYSZTOF ROMAN

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Warszawie

INNOWACYJNE WYKORZYSTANIE BIOMASY STAŁEJ W GOSPODARSTWACH AGROTURYSTYCZNYCH

Abstract: Innovative Use of Solid Biomass in Agritourism Farms. The article research aims at identification and presentation of the innovative possibilities of forest biomass usage. The paper presents an estimation of the wood waste usage in the heat production in the agritourism buildings. The scope of the research includes an evaluation of surface emission value in the agritourism farms after an application of the proposed fuel. The paper presents the own research of biomass combustion in the agritourism family farm, that the article authors are co-owners.

Keywords: Agritourism, biomass, innovation, low emission, renewable energy sources, rural areas.

Wstęp

We współczesnej gospodarce energetycznej coraz większe zainteresowanie i zastosowanie ma biomasa [Dz. U. Nr 261]. Ilość jej wzrasta wraz z prawidłowo prowadzoną gospodarką leśną, rozwojem produkcji rolnej i sadowniczej, a także rosnącą skalą odpadów poprodukcyjnych [Nurek, Roman 2014, s. 109-116]. Odpady biodegradowalne mają potencjał i możliwości dodatkowego zagospodarowania [Roman 2015b, s. 49-63; Roman 2015a, s. 124-131]. Zgodnie z obowiązującym ustawodawstwem prawnym, część biomasy jest wykorzystywana w ciepłowniach i elektrociepłowniach. Ma to bezpośredni związek z redukującą emisji gazów cieplarnianych, wykorzystujących mechanizmy działające na zasadzie czystego rozwoju (CDM) [Dyrektywa... 2003, s. 61]. Pozostałą część rozdrobnionej biomasy można zagospodarować przez lokalnych odbiorców.

Pewną grupą osób, którym biomasa może być przydatna są właściciele gospodarstw agroturystycznych. W tych obiektach wiejskich instalacje grzewcze mogą zostać w łatwy sposób dostosowane do produkcji ciepła ze stałych nośników proekologicznych. Biomasa do celów opałowych jest pozyskiwana z różnych miejsc

produkcyjnych, jednak najpopularniejszym źródłem występującym na terenach nieuprzemysłowionych są odpady leśne, rolne i sadownicze. W szczególności biomasa pochodzenia drzewnego jest coraz częściej stosowanym proekologicznym nośnikiem energetycznym [Pasyniuk 2008, s. 12-13]. Powstaje w formie odpadów w trakcie produkcji drzewnej, przetwórstwa lub w trakcie cięć sanitarnych. Biomasa tego rodzaju wykorzystywano w bardzo małym stopniu, gdyż pozostawiona była na powierzchniach leśnych w pierwotnym stanie lub po rozdrobnieniu. W niektórych przypadkach pozyskiwana była ręcznie przez robotników leśnych lub osoby zainteresowane kupnem drewna opałowego samodzielnie wyrobionego. Ze względu na skalę tego typu produkcji wykluczyć należy jego przemysłowe wykorzystanie.

Według danych statystycznych część gospodarstw agroturystycznych ulokowana jest blisko obszarów leśnych [Myczko 2012]. Surowiec pozrębowy nabiera dużego znaczenia w związku ze swoimi możliwościami energetycznymi [Kaliyan, Morey 2009, s. 337-359]. W literaturze z zakresu energetycznego wykorzystania biomasy leśnej [Roman 2016, s. 85-92] trudno jest odnaleźć opracowania, dotyczące potencjału oraz możliwości ich wykorzystania w gospodarstwach agroturystycznych. Wynika to z tego, że biomasy tego typu nie traktowano jako źródło potencjału energetycznego. Wielkie ilości tej materii po wykonanych pracach pielęgnacyjnych, pozostawiane były bezproduktywnie na powierzchniach leśnych, tworząc pokłady próchnicy, będące pożywką dla grzybów (roztoczy) i bakterii. Należy także zwrócić uwagę na to, że ww. pozostałości zgodnie z prawem unijnym nie mogą być palone bezpośrednio na powierzchniach leśnych, a taką praktykę stosowano powszechnie w lasach polskich jeszcze kilka lat temu. Biomasa leśna spalana była bezpośrednio na powierzchniach leśnych, a po wprowadzeniu zakazu spalania jest po rozdrobnieniu i wymieszaniu z glebą pozostawiana w lesie.

Celem opracowania było określenie i zaprezentowanie możliwości innowacyjnego wykorzystania biomasy leśnej do produkcji ciepła w obiektach agroturystycznych. W związku z tym zostały zaprezentowane możliwości doboru i przygotowania powszechnie dostępnego materiału drzewnego w gospodarstwie agroturystycznym. Rezultatem końcowym było określenie potencjału zastosowania paliwa proekologicznego.

1. Materiał badawczy

Proponowany materiał potencjalnie wykorzystywany w gospodarstwach agroturystycznych na cele opałowe to biodegradowalna substancja pochodząca z odpadów leśnych. W klasyfikacji jakościowo-wymiarowej surowiec drzewny został określony jako drewno małowymiarowe. Drewno małowymiarowe o większych średnicach (M1) wyrabiane jest bezpośrednio przez nabywców i sprzedawane jako opał. Pozostałe elementy zaliczane do sortymentu M2 nie stanowiły powszechnego przedmiotu badań z zakresu energetycznego wykorzystania w gospodarstwach agroturystycznych.

Dostępne prace literaturowe [Skręta, 2012, s. 3] wydzielają z odpadów drzewnych grupy materiałowe, które zostały opisane poniżej:

- Biomasa „czysta” – surowiec drzewny, który nazwę zawdzięcza zawartości cennych składników w masie usypowej. Jej skład nie zawiera igliwia, zaś sam występuje najczęściej w formie zrębek tartacznych, zrębek papierniczych oraz zrzyn. Ze względu na jakość surowca materiał najczęściej wykorzystywany jest w komercyjnej produkcji przemysłowej.
- Biomasa „typowo” leśna – określana jako „zielona” biomasa leśna [Skręta 2012, s. 3]. Stanowi pozostałość zrębową (sortyment M1 i M2), występuje w formie gałęziówki, balotów i drobnych zrębków. Biomasa oprócz drewna i kory może zawierać igliwie i domieszki piasku.
- M2Z – drobnica opałowa na zrębki energetyczne, (tzw. drobnica gałęziowo-chrustowa z przeznaczeniem na zrębki energetyczne) jest sortymentem, który został stworzony przez Lasy Państwowe, specjalnie dla kontrahentów wyrabiających biomasę energetyczną.
- M2 BE – drobnica opałowa w formie balotów, która jest wykorzystywana w energetyce odnawialnej.

2. Metodyka badań

Przeprowadzona analiza miała na celu określenie możliwości wykorzystania odpadów drzewnych do produkcji ciepła w wybranym gospodarstwie agroekoturystycznym. Zakres badań obejmował ocenę emisji zanieczyszczeń powierzchniowych na terenie wybranego obiektu po zastosowaniu proponowanego paliwa. Przyjęta metoda obliczeniowa wykorzystana do dalszych analiz wymagała obliczeń według wzoru (1).

$$ECO_2 = C \times EF \quad (1)$$

gdzie:

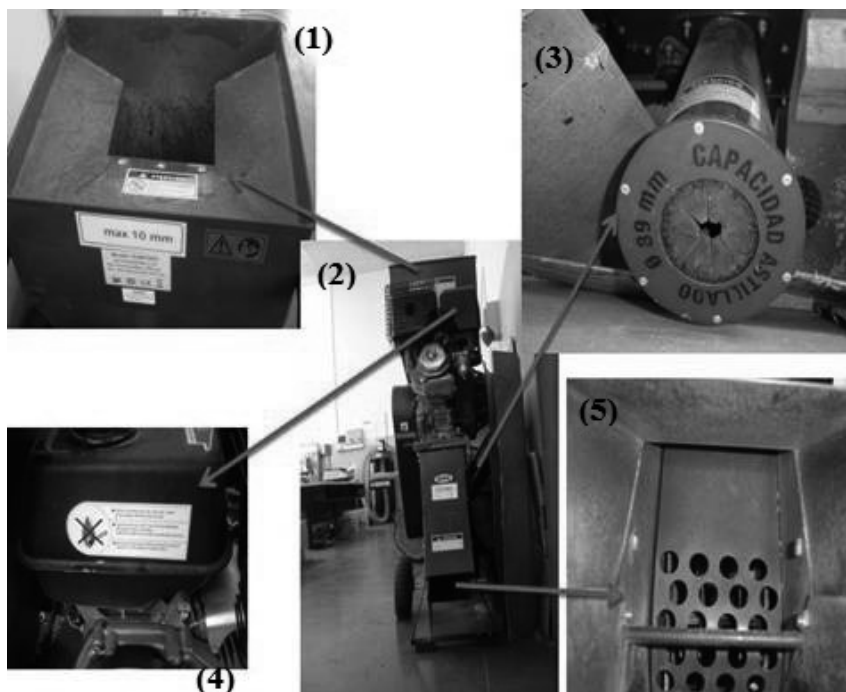
ECO_2 – wysokość emisji CO_2 [Mg],

C – zużycie energii [MWh],

EF – wskaźnik emisyjny CO_2 [$MgCO_2/MWh$].

W analizowanym gospodarstwie agroekoturystycznym zapotrzebowanie ciepłe dostarczane jest z zainstalowanych indywidualnych źródeł ciepła. Założenie badawcze polegało na ocenie efektów po wprowadzeniu opału drewna małowymiarowego w postaci gałęzi. Dostarczane paliwo wymagało podjęcia prac przygotowawczych surowca. Opracowanie materiału polegało na rozdrobieniu gałęzi do formy zrębek, których szacowana wartość opałowa wynosiła ok. $12 \text{ GJ}\cdot\text{t}^{-1}$. Wymiary gałęzi miały znaczenie jedynie w trakcie zrębkowania, gdyż ze względu na parametry maszyny musiały zostać wprowadzone w zależności od swojej średnicy, tj. przez komorę bijakową lub rurę wsadową. W związku z tym procedura zrębkowania

pozyskanych gałęzi wymagała rozdzielania materiału na dwie grupy. Materiał o małej średnicy wprowadzany został do komory bijakowej (1) przez gardziel umiejscowioną nad komorą z nożami. Większe elementy pozrębowe wymagały wstępnego rozcięcia poprzecznego i wprowadzenia przez boczną rurę wsadową (3). Graficzną budowę wykorzystywanego w trakcie badań rębaka bijakowego typu RTB13 zaprezentowano na ryc. 1.



Ryc. 1. Budowa rębaka bijakowego typu RTB13 – 1) gardziel, 2) konstrukcja rębaka, 3) boczna rura wsadowa, 4) pojemnik na paliwo, 5) wyjście

Źródło: Opracowanie własne.

Fundamentalnym elementem działania tego typu maszyn zrębkujących (2) jest mechanizm wyposażony w dwa zespoły rozdrabniające, w postaci tarczy nożowej i zespołu bijaków. Dwa dwustronnie działające noże tnące, zamocowane zostały do koła zamachowego narzędzia (5). Poprzeczne cięcie wraz z zestawem naprzeciwlegle pracujących do siebie ośmiu młotów bijakowych rozgniatał i rozcinał podany materiał zrębowy. Napęd mechanizmu tnącego wykonany został z szybkoobrotowej stali narzędziowej o nachyleniu ostrza pod kątem 45°. Wydajność tego typu urządzeń rozdrabniających umożliwiła przetworzenie 10 metrów przestrzennych biomasy w ciągu godziny, zużywając 6 litrów paliwa (4) [www.polexim-online.pl. Polexim 2014].

3. Wyniki badań

W trakcie badań scharakteryzowano grupę zespołu budynków o zabudowie indywidualnej wchodzących w skład gospodarstwa agroekoturystycznego „Uroczanka” – Wiejskie Domy Pracy Twórczej w Okopach (woj. podlaskie). Przybliżony wskaźnik zapotrzebowania na ciepło został określony na podstawie wieku poszczególnych domów. Charakterystyka zapotrzebowania na ciepło w zależności od liczby lat budynków została zaprezentowana w tab. 1.

Tabela 1

Wskaźniki zapotrzebowania na ciepło w zależności od liczby lat budynków

Budynki budowane w latach	Wskaźnik zużycia energii cieplnej w budynku (kWh·m ⁻²)	Budynki wchodzące w skład gospodarstwa agroekoturystycznego	Rok budowy	Powierzchnia budynku (m ²)
do 1966	240–350	Karczma wiejska	1826	54
		Recepcja (budynek główny)	1853	56
		Dom Rzemiosła Dawnego	1910	16
		Stodoła	1938	77
		Dom Sztuki	1944	20,25
		Spichlerz	1945	12
1967–1985	240–280	-	-	-
1985–1992	160–200	-	-	-
1993–1997	120–160	-	-	-
1998–2007	90–120	-	-	-
Od 2007	120–15	Dom Zielarstwa	2009	7,5
		Kuźnia	2010	9

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Dane KAPE 2004; Alsabry *et al.* 2010, s. 39].

Emisję gazów cieplarnianych określono na podstawie zapotrzebowania budynków na ciepło i ilość zużytego paliwa. W trakcie analiz uwzględniono budynki z zainstalowaną i pracującą instalacją grzewczą. W związku z tym nie uwzględniono w dalszych analizach takich budynków, jak stodoła i spichlerz. Dodatkowy wpływ na dostarczane ciepło miał rodzaj paliwa, sprawność energetyczna zainstalowanych palenisk, jakość instalacji grzewczej i inne akcesoria wchodzące w skład wyposażenia instalacji. Zebrane dane scharakteryzowały liczbę budynków powstałych w kolejnych latach, odpowiadającą im powierzchnię użytkową (tab. 2).

Tabela 2

Liczba budynków w latach i odpowiadająca im powierzchnia użytkowa według instalacji grzewczej

Budynki budowane w latach	Średni wskaźnik zużycia energii cieplnej (kWh/m ² a)	Liczba budynków (szt)	Powierzchnia ogółem (m ²)
do 1966	295	5	146,25
od 2007	68	2	16,50
razem/średnia	181,5	7	162,75

Źródło: Opracowanie własne (tab. 2-5).

Określono, że obszar ogrzewanej powierzchni wynosił 162,75 m². Wszystkie budynki wyposażone były w instalację centralnego ogrzewania, gdzie kotły nie przekraczały wieku 10 lat. Zgodnie z założeniem zastosowanym nośnikiem energetycznym były zrębki z rozdrobnionych odpadów drzewnych. Średnie zapotrzebowanie energetyczne i paliwowe w budynkach zestawiono w tab. 3.

Tabela 3

Średnie zapotrzebowanie energetyczne i paliwowe w budynkach

Budynki budowane w latach	Zapotrzebowanie energetyczne obiektów		Zapotrzebowanie paliwowe (zrębki)
	(kWh)	(GJ)	(t)
do 1966	43143,75	155	12,9
od 2007	4867,50	18	1,5
razem	48011,25	173	14,4

Szacunkowe zużycie paliwa w budynkach wynosiło 14,4 ton. Wartość emisji zanieczyszczeń określono na podstawie zastosowanego materiału opałowego i specjalnie oszacowanych wskaźników [Materiał...1996]. Wysokość emisji po zastosowaniu proekologicznego paliwa zaprezentowano w tab. 4.

Tabela 4

Wskaźniki emisji dla surowców i aparatury grzewczej

Substancja	Wskaźnik emisji	Zanieczyszczenia w wyniku emisji gazów
	(kg/Mg)	(kg)
SO ₂	0,011	0,2
NO ₂	1	14,4
CO	26	374,4
CO ₂	1200	17280,0
Pył	6	86,4

Wartość dwutlenku węgla była najwyższa i wynosiła 17 280 kg. Przeprowadzona analiza niskiej emisji powietrza określiła, że najwyższy udział zanieczyszczenia stanowił tlenek węgla. W związku z tym w celu zwiększenia kaloryczności stosowanego paliwa należy rozpatrzyć możliwość pozyskania rozdrobnionych odpadów drzewnych i wykorzystania w formie brykietów.

Otrzymane wyniki można porównać z dotychczas powszechnie stosowanym węglem. W przypadku analizowanego gospodarstwa agroekoturystycznego roczne całkowite zapotrzebowanie na ten surowiec do celów cieplnych wynosi 8,3 t. W celach badawczych porównano emisję zanieczyszczeń do atmosfery powstałą z udziałem proponowanych do zastosowania zrębków i dotychczas powszechnie stosowanego węgla. Wyniki porównania zaprezentowano w tab. 5.

Tabela 5

Porównanie wartości emisji zanieczyszczeń

Substancja	Zanieczyszczenia w wyniku emisji gazów (kg)	
	zrębki	węgiel
SO ₂	0,2	52
NO ₂	14,4	4
CO	374,4	208
CO ₂	17 280,0	19 588
Pył	86,4	8
pył PM10	0	7
B(a)P	0	0

Związki, takie jak: SO₂ i NO₂ mają negatywny wpływ na warstwę ozonową. Dlatego też, aby agroturystyka miała charakter ekologiczny powinno się używać paliwa stałego w formie zrębek drzewnych.

Podsumowanie

Sposobem na nadmierną eksploatację środowiska naturalnego jest zastąpienie źródeł konwencjonalnych bazujących na węglu kamiennym, odnawialnymi źródłami energii. Ponieważ ogrzewanie budynków stanowi najważniejszy element wykorzystania energii cieplnej w gospodarstwach domowych, zaleca się wykorzystanie biomasy pochodzącej np. z różnych gatunków roślin, drzew iglastych lub liściastych. Wykorzystanie biomasy stałej jako źródła energii stwarza możliwość wykorzystania jej nadwyżek do produkcji ciepła w gospodarstwach agroturystycznych.

W związku z powyższym wskazane jest zastosowanie technologii, która w najwyższym stopniu pozwoli na wykorzystanie do produkcji energii wszelkich produktów ubocznych przetwórstwa roślinnego, a nawet odpadowych roślinnych, które są uciążliwe i często szkodliwe dla środowiska naturalnego jako nieużytki. Biomasa

pochodząca z odpadów leśnych, na tle powszechnie wykorzystywanych odpadów przemysłu drzewnego (tartaczno i leśnego), wyróżnia się znacznie niższą emisją gazów cieplarnianych. Mimo że w badanym przypadku rozdrobniony surowiec drzewny wykazywał o ponad 10 kg w skali roku wyższą emisję NO₂ do atmosfery, niż miało to miejsce w przypadku węgla. Określona wartość może być zależna od technologii uprawy np. sposobu nawożenia azotem.

Literatura

- Alsabry A., Pigalski W., Maciejewski T., 2010, *Teoretyczne a rzeczywiste zapotrzebowanie energetyczne na centralne ogrzewanie i wentylację mieszkań w budownictwie wielorodzinnym*. „Przegląd budowlany”, nr 11, *Dane KAPE*.
- Dyrektywa 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 3 października 2003 r. ustanawiająca system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie oraz zmieniająca dyrektywę Rady 96/61/WE, s. 631.
- Dz.U. Nr 261, poz. 2187 z 19 grudnia 2005 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii, §2 ust. 1.
- Kaliyan N., Morey R. V., 2009, *Factors Affecting Strength and Durability of Densified Biomass Products*. „Biomass Bioenergy”, nr 33(3).
- Material informacyjno-instruktażowy MOSZNiL, 01/1996.
- Myczko A., 2012, *Bezpieczeństwo energetyczne gospodarstw agroturystycznych – techniki i technologie*. Prezentacja podczas konferencji AGROTRAVEL w Kielcach. Nurek T., Roman K., 2014, *Effect of Mineral Matter Content on Specific Density of Forest Biomass*. „Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW, Agriculture (Agricultural and Forest Engineering)”, nr 64.
- Pasyniuk P., 2008, *Prawne, technologiczne, środowiskowe i ekonomiczne uwarunkowania rozwoju produkcjiodnawialnych źródeł energii w Polsce opartych na biomase pochodzenia rolniczego*. Wyd. IBMER, Warszawa.
- Roman M., 2015a, *Compost Heap in Agritourism Farm as an Example of the Renewable Source of Energy*. „Economic and Regional Studies”, t. 8, nr 3.
- Roman M., 2015b, *Renewable Energy Resources in Students' Opinions*. „Studia Ecologiae et Bioethicae”, nr 3, t. 13.
- Roman K., 2016, *Gęstość właściwa cząstek biomasy pochodzenia leśnego o różnych wymiarach i wilgotności pomniejszona o objętość porów wewnętrznych*. „Problemy Inżynierii Rolniczej”, z. 2(92).
- Skrepta M., 2012, *Zasady obrotu biomasą leśną w Polsce*. Materiały konferencyjne. Biomasa leśna: Produkcja- Dystrybucja-Konsumpcja Łagów, 05-06.06.2012. [www.polexim-online.pl. Polexim 2014].