

KOSZTY PRODUKCJI PELETÓW Z BIOMASY ROŚLINNEJ POCHODZENIA ROLNICZEGO

Artur KRASZKIEWICZ, Edmund LORENCOWICZ,
Magdalena KACHEL-JAKUBOWSKA

Streszczenie: Celem pracy była analiza kosztów produkcji peletów z odpadowej biomasy roślinnej pochodzenia rolniczego oraz procesu produkcji na przykładzie zakładu z województwa lubelskiego. Techniczny koszt wytworzenia produktu wynosił 269,85 zł·t⁻¹. Największe koszty (120,00 zł·t⁻¹) poniesiono na zakup surowców, a ich udział w strukturze kosztów produkcji wyniósł 44,5%. Na drugim miejscu w strukturze (15,5%) były koszty energii elektrycznej, które wynosiły 41,75 zł·t⁻¹. Kolejno to koszty remontów i konserwacji, płace i amortyzacji. Najmniejszy udział w kosztach produkcyjnych stanowiły koszty paliwa – 4,6%.

Słowa kluczowe: pelety, koszt produkcji, biomasa roślinna, energetyka, OZE

1. Wprowadzenie

Rozwój każdej działalności gospodarczej na polskim rynku sprzyja zainteresowaniu problematyką inwestowania oraz innowacyjności, które można określić jako przedsiębiorczość poszczególnych wytwórców. Zjawisko to jest procesem, który ma motywować jednostki do tworzenia wartości dodanej ale i umiejętnością reagowania na zmiany zachodzące w otoczeniu [1]. Podejmując się prowadzenia działalności gospodarczej trzeba pamiętać o tym, że polega ona na osiąganiu dochodów określanych jako nadwyżki przychodów nad nakładami poniesionymi w danej działalności. Faktem jest również, że znacząca część Produktu Krajowego Brutto (PKB) jest wytwarzana przez małe i średnie przedsiębiorstwa, dlatego też każdy kraj, który chce się dynamicznie rozwijać musi zachęcać swoich obywateli do wzmacniania swoich postaw przedsiębiorczych [2]. Rosnąca świadomość ekologiczna wśród społeczeństwa, wobec wszechobecnych zagrożeń środowiska naturalnego przyczyniła się do proaktywnego rozwoju osobistego oraz licznych organizacji zachęcających do tak zwanej przedsiębiorczości ekologicznej, definiowanej jako aktywność osób lub przedsiębiorstw z korzyścią dla środowiska naturalnego. Tworzy się więc nowe formy i możliwości rozwoju wykorzystując nisze rynkowe związane z „zieloną przedsiębiorczością - zieloną gospodarką”. Na tej podstawie opracowano szereg programów umożliwiających propagowanie gospodarki niskoemisyjnej zapewniającej korzyści zarówno ekonomiczne, społeczne jak i środowiskowe. Łączą się one z zasadą zrównoważonego rozwoju działaniami mającymi na celu zmniejszenie emisji, poprzez wprowadzenie innowacyjności i wdrażania nowych technologii, zmniejszenia energochłonności, utworzenia nowych miejsc pracy, a w konsekwencji sprzyjających wzrostowi konkurencyjności naszej gospodarki [3, 4]. Rozwój gospodarki niskoemisyjnej przy zapewnieniu zrównoważonego rozwoju kraju zapewni poprawę efektywności energetycznej, gospodarowania surowcami oraz materiałami różnego pochodzenia, począwszy od surowców roślinnych określanych mianem biomasy a kończąc na odpadach przemysłowych [5]. Obecnie realny potencjał ekonomiczny biomasy w Polsce szacowany

jest na poziomie 600 168 TJ w roku 2020, potencjał rynkowy zaś na poziomie 533 118 TJ. Na potencjał rynkowy składają się następujące rodzaje biomasy: biomasa stała 149 338 TJ, biomasa mokra (z przeznaczeniem na biogaz) 72 609 TJ, drewno opałowe 24 452 TJ oraz plantacje energetyczne w wymiarze 286 718 TJ. Potencjał techniczny biomasy stanowią: potencjał biomasy stałej – 237 044 TJ, potencjał biomasy mokrej (przeznaczonych do produkcji biogazu) – 175809 TJ, potencjał drewna opałowego i biomasa z lasów państwowych 34 931 TJ. Łączny realny potencjał techniczny biomasy wynosi 926 950 TJ [6].

Każda inwestycja, w tym w energetykę odnawialną, wymaga nakładów kapitałowych ponoszonych na różnego rodzaju przedsięwzięcia w przedsiębiorstwie, mające na celu uzyskanie konkretnych efektów, poprzez realizowanie poszczególnych, założonych wcześniej celów, lecz nie od razu, ale w niedługiej przyszłości [7, 8, 9]. Od nich właśnie, zależą przyszłe działania, ich efektywność oraz konkurencyjność całego przedsiębiorstwa. Należy pamiętać iż firma produkując pelety, jest taką samą jednostką jak inne przedsiębiorstwa i wymaga opracowania kompletnej dokumentacji w fazie wstępnej, do której można zaliczyć np.: projekt technologiczny, umowy na dostawę wybranych maszyn i urządzeń oraz ich montaż, nadzór, szkolenie dla pracowników, a w końcowym efekcie uruchomienie oraz umowy z okolicznymi dostawcami surowca [7].

Ważnym elementem w ocenie działalności zakładów zajmujących się wytwarzaniem peletów są koszty ich produkcji. Istotne tutaj są koszty zakupu użytych surowców, jak również koszty poszczególnych etapów procesu produkcyjnego oraz struktura tych kosztów w odniesieniu do wykorzystanej technologii zagęszczania oraz lokalizacji zakładu [10, 11, 12]. Należy mieć na uwadze, że Lubelszczyzna, posiada charakter rolniczy, a dogodne warunki klimatyczne umożliwiają tutaj uprawę wszystkich roślin typowych dla naszej strefy geograficznej. Stąd też lubelskie jest krajowym liderem w uprawie zbóż, chmielu oraz owoców miękkich, co przekłada się na znaczne nadwyżki biomasy odpadowej, która może być przetworzona i wykorzystana na cele energetyczne [13]. Ważne jest tutaj wzajemne powiązanie, zrównoważonego rozwoju lokalnej produkcji energii i rolnictwa, które będzie wyznacznikiem rozwoju biogospodarki [14].

Energetyka poszukuje biopaliw stałych o jednorodnych właściwościach energetycznych. Dostępna na rynku biomasa roślinna, której bazę surowcową stanowią lasy, jednoroczne, jak i wieloletnie uprawy polowe, a także produkty uboczne, oraz odpady powstałe w przemyśle rolno-spożywczym, jest surowcem bardzo niejednorodnym, zróżnicowanym pod względem cech fizycznych i chemicznych [7, 15 - 19].

Zwiększenie popytu oraz ograniczona podaż niektórych rodzajów biomasy roślinnej, szczególnie tej leśnej, prowadzi do braku stabilizacji jej cen oraz wzrostu popytu na surowiec odpadowy, gorszej jakości [20].

Aby można było wykorzystać biomasę odpadową, również i tą pochodzenia rolniczego do spalania lub współspalania w dużych elektrowniach i elektrociepłowniach, trzeba ją odpowiednio przygotować i przetworzyć. Takim procesem poprawiającym jej właściwości może być peletowanie, które ma na celu wytworzenie paliwa (granul, peletu) o znormalizowanych właściwościach (kształt walca o długości 5 do 40 mm i średnicy 6-12 mm) w wyniku działania dużego ciśnienia, czasem i wysokiej temperatury. Proces zagęszczania biomasy jest złożony i przebiega najczęściej w czterech fazach: rozdrabniania, suszenia, prasowania i chłodzenia. W wyniku tego w odniesieniu do użytych surowców zmniejsza się zawartość wody, zwiększa się koncentrację masy i energii w jednostce objętości oraz znacznie podnosi komfort dystrybucji i użytkowania tego zagęszczonego paliwa [12, 17]. Wymagania jakościowe peletu reguluje polska norma PN-EN 14961-6 „Biopaliwa stałe –

specyfikacje paliw i klasy” [21]. Wśród kryteriów tej normy znajdujemy wymagania kształtu, wilgotności, gęstości, wartości opałowej, jak również trwałości mechanicznej granulatu.

Biomasa roślinna jako paliwo formowane w postaci peletów jest produktem odnawialnym, proekologicznym, którego ceny są konkurencyjne w porównaniu do innych sortymentów paliw [22].

2. Cel pracy i metodyka badań

Celem pracy była analiza kosztów produkcji peletów z odpadowej biomasy roślinnej pochodzenia rolniczego. W pracy przedstawiono także organizację procesu produkcji na przykładzie zakładu wytwarzającego pelety zlokalizowanego w województwie lubelskim.

Na podstawie wywiadu kierowanego przeprowadzonego z właścicielami zakładu ustalono niezbędne informacje, dotyczące stosowanej technologii produkcji oraz działania linii technologicznej do produkcji peletów. Prowadzona przez firmę dokumentacja (faktury, rozliczenia, umowy) umożliwiła kompleksowe określenie kosztów produkcji peletów wytwarzanych w sezonie 2013/14 (lipiec 2013-czerwiec 2014). Przeprowadzono również wizyty studyjne oraz szereg rozmów w celu uściślenia danych.

3. Charakterystyka badanego obiektu

Badania przeprowadzono w zakładzie przetwarzania biomasy roślinnej (rys.1) zlokalizowanym we wschodniej części województwa lubelskiego. W zakładzie tym produkowane są pelety ze słomy pszennej, żytniej, pszenżytniej, jęczmiennej oraz siana, zakupionego w okolicznych gospodarstwach rolnych. Pelety (granulki) o średnicy 8 mm i długości 5-10 cm produkowane są w systemie czterobrygadowym, trzymianowym, 7 dni w tygodniu (bez dni świątecznych). Po uwzględnieniu przestoju ze względu na konserwacje i remonty (tzw. dni remontowych) rocznie daje to około 330 dni produkcyjnych. Zatrudnienie kształtuje się następująco:

- obsługa linii produkcyjnej: 8 osób;
- magazynier – zaopatrzeniowiec: 1 osoba;
- mechanik: 1 osoba;
- kierownik zakładu: 1 osoba.

W organizacji procesu produkcji peletów można wyróżnić trzy powiązane ze sobą etapy:

- I etap – zabezpieczenie zasobów surowca do produkcji,
- II etap – proces produkcji peletów (linia produkcyjna),
- III etap – dystrybucja produktów.

Pierwszy etap realizowany jest przez firmę zewnętrzną z którą podpisana jest umowa na skup i dostawę surowca. Firma ta zapewnia zarówno kontraktację surowca, jak i jego zbiór, prasowanie i transport do zakładu. Należy podkreślić, że słoma i siano skupywana jest z powierzchni ok. 2,5 tysiąca ha i dowożona z odległości maksymalnej ok. 50 km. Dostarczony surowiec (bele słomy i siana) składowany jest na placu o powierzchni 2 ha znajdującym się w bezpośrednim sąsiedztwie zakładu produkcyjnego. Przy zakładzie możliwe jest zmagazynowanie około 13 tysięcy ton biomasy w formie 8-12 pryzm o wysokości około 5-6 metrów, szerokości 4-5 m i długości 200-400 m. Surowiec ten jest przykrywany jesienią folią budowlaną obciążoną ciężarkami. Maksymalna odległość transportu surowców z miejsca składowania do linii peletującej wynosi 500 metrów. Transport wykonywany jest ładownikami teleskopowymi.



Rys. 1. Zakład produkcyjny - widok na wagę najazdową, budynek administracyjny i plac składowy
Źródło: materiały promocyjne firmy

W skład drugiego etapu procesu produkcyjnego peletów wchodzi następujące czynności:

1. segregacja zakupionego surowca (pod względem gatunkowym, również w aspekcie zawartej w nim wody);
2. transport surowca z miejsca składowania do linii technologicznej;
3. rozdrabnianie wstępne surowca, rozdrabnianie właściwe (ostateczne); przemieszczenie wymieszanego surowca do zbiornika technologicznego granulatorów;
4. zagęszczanie surowca do postaci granulek (peletów) bez użycia spoiwa przy wykorzystaniu czterech granulatorów;
5. transport przenośnikiem taśmowym do chłodnicy i separatora w celu ochłodzenia i obniżenia poziomu wilgotności peletów do około 8,0-10,0%, jak również oddzielenia odpowiedniej jakości peletów od odsiewek;
 - wykorzystanie odsiewek i pyłów do procesu granulacji (obniżenie wilgotności surowca);
6. transport peletów do magazynu z wykorzystaniem przenośników ślimakowych i kulekowych,
7. ekspedycja produktu luzem.

Najważniejszymi elementami składowymi linii technologicznej w analizowanym przedsiębiorstwie są: rozdrabniacz wstępny surowca (szarpacz słomy), rozdrabniacz właściwy surowca (młyn do mielenia słomy), granulatory, chłodnica z odsiewaczem i odciąganiem pyłu oraz urządzenia transportowe surowców i produktów. Schemat blokowy linii technologicznej z wyszczególnieniem mocy urządzeń przedstawiono na rysunku 2.

W analizowanym okresie całość produkcji była dostarczana do elektrociepłowni zawodowej oddalonej od zakładu produkcyjnego o około 350 km. Przy średniej kaloryczności produktu $14,5 \text{ GJ} \cdot \text{t}^{-1}$ uzyskana średnia cena wynosiła $325 \text{ zł} \cdot \text{t}^{-1}$.

CZYNNOŚĆ/ZABIEG	URZĄDZENIE/MASZYNA	MOC [kW]
Transport surowca z miejsca składowania na placu do linii peletującej	Ładowarka teleskopowa JCB 527-70	74,20
	Ładowarka teleskopowa Caterpillar TH 360	74,30
Rozdrabnianie wstępne	Szarpacz słomy	54,00
Rozdrabnianie właściwe	Młyn do mielenia słomy	119,00
Transport pneumatyczny z czasowym magazynowaniem rozdrobnionego materiału	Zbiorniki buforowo-rozdzielcze nad peletarkami, wentylatory transportowe i ślimaki wygarniające, rurociąg	60,00
Peletowanie	Granulatory z matrycą pierścieniową – 4 sztuki	2x45,00 2x55,00
Transport do chłodnicy	Przenośniki taśmowe proste i skośne	6,25
Chłodzenie peletu	Chłodnica z odsiewaczem i odciąganiem pyłu	9,50
Transport do miejsca składowania gotowego wyrobu	Przenośnik taśmowy i kubelkowy	5,50
Załadunek peletu na środki transportowe	Przenośnik kubelkowy i ślimak wygarniający	17,50

Rys. 2. Schemat blokowy procesu technologicznego z wyszczególnieniem mocy maszyn i urządzeń

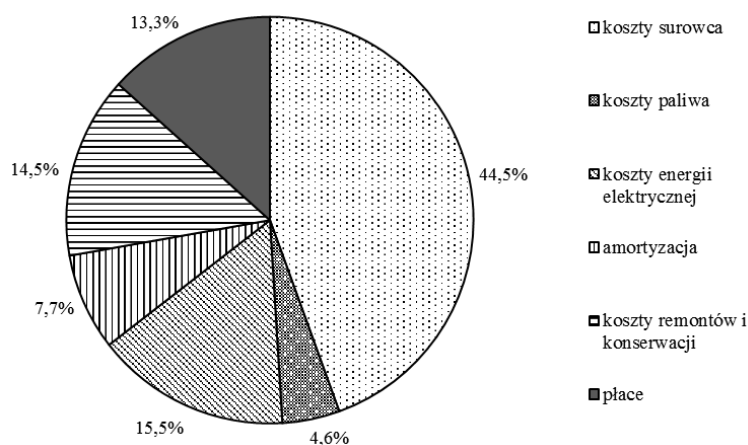
4. Wyniki badań

Miesięczna wydajność rozpatrywanej linii produkcyjnej wynosi od 850 do 1150 ton produktu (w zależności od rodzaju i jakości surowca). Przy organizacji pracy ciągłej 24 h/dobę, 7 dni w tygodniu bez dni świątecznych, nie mniej niż 28 dni produkcyjnych (dni remontowe 2-3 dni w miesiącu) odpowiada przeciętnie 672 roboczogodzinom pracy miesięcznie i pozwala uzyskać średnią godzinową wydajność na poziomie 1,49 t·h⁻¹. Stąd też, roczne zapotrzebowanie na surowiec dla potrzeb zapewnienia ciągłości produkcji wynosi 12 600 t (uwzględniając współczynnik strat produkcyjnych na poziomie 5% w stosunku do masy gotowego wyrobu). Natomiast sumaryczny koszt energii elektrycznej, uwzględniający zarówno samą energię jak i koszty przesyłu, opłaty za moc zamówioną i inne składniki faktury, średniorocznie wynosi 0,27 zł·kWh⁻¹ netto.

W tabeli 1 przedstawiono składowe kosztów produkcji peletów oraz sumę kosztów produkcji na przykładzie rozpatrywanego zakładu produkcyjnego. Natomiast na rysunku 3 zamieszczono strukturę tych kosztów.

Tabela 1. Koszty produkcji peletów

Wyszczególnienie kosztu	Koszty miesięczne [zł]			Średnie koszty jednostkowe [zł·t ⁻¹]
	Minimalne	Maksymalne	Średnie	
Koszty surowca	102 000	138 000	120 000	120,00
Koszty paliwa	10 455	14 145	12 300	12,3
Koszty energii elektrycznej:				
- rozdrabniania wstępnego	5406	7314	6360	6,36
- rozdrabniania właściwego	11 909	16 112	14 010	14,01
- granulowania	12 164	16 457	14 310	14,31
- chłodzenia	578	782	680	0,68
- transportu wewnętrznego	5432	7349	6390	6,39
Amortyzacja	17 680	23 920	20 800	20,80
Koszty remontów i konserwacji	33 150	44 850	39 000	39,00
Płace	30 600	41 400	36 000	36,00
Razem koszty produkcji	229 373	310 328	269 850	269,85
Koszty produkcji w zł·GJ⁻¹	X	X	18,61	X

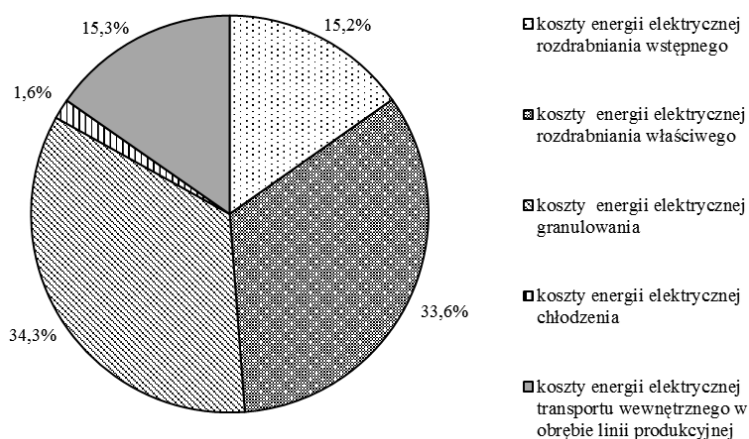


Rys. 3. Struktura kosztów produkcji peletów ze słomy

W analizowanym zakładzie produkcyjnym, miesięczne koszty zawierały się w przedziale od 229 373 do 310 328 zł, a średnio koszty wytworzenia jednej tony peletów wynosiły 269,85 zł. Rozpatrując poszczególne składowe kosztów można zauważyć, że największe koszty (średnio 120 zł·t⁻¹) poniesiono w związku z zakupem surowca, a ich udział w strukturze kosztów produkcji to aż 44,5%. Koszty paliwa wynosiły 12,30 zł·t⁻¹, a w strukturze był to udział 4,6%. Znaczna część urządzeń w linii technologicznej zasilana jest energią elektryczną. Są to rozdrabniacze, granulatory, chłodnica i urządzenia transportu wewnętrznego linii produkcyjnej (przeośniki taśmowe, kbelkowe itp.). Stąd też

sumaryczne koszty energii elektrycznej wynosiły $41,75 \text{ zł} \cdot \text{t}^{-1}$, a udział w strukturze kosztów 15,5%. Szczegółową strukturę kosztów energii elektrycznej, ponoszonych w analizowanym procesie produkcyjnym, przedstawiono na rysunku 4. Stwierdzono, że koszty rozdrabniania wstępnego i właściwego wynosiły łącznie $20,37 \text{ zł} \cdot \text{t}^{-1}$, co stanowiło udział w strukturze kosztów 48,8%. Mniej energii pochłania, granulowanie, dla którego koszt energii elektrycznej wynosił $14,31 \text{ zł} \cdot \text{t}^{-1}$, a jego udział w strukturze wynosił 34,3% wydatków na energię elektryczną. Pozostałe koszty energii elektrycznej ponoszone były na transport wewnętrzny w obrębie linii produkcyjnej i chłodzenie peletów. Ich udział w strukturze kosztów energii elektrycznej odpowiednio wynosił 15,3 i 1,6%.

Znaczny udział w strukturze kosztów produkcji peletów (rys. 3) zajmowały: koszty remontów i konserwacji (14,5%), płace (13,3%) oraz amortyzacja maszyn, urządzeń, budynków i budowli (7,7%), które odpowiednio wynosiły 39,00; 36,00 i 20,80 $\text{zł} \cdot \text{t}^{-1}$.



Rys. 4. Struktura kosztów energii elektrycznej

Analiza porównawcza otrzymanych wyników dotyczących kosztów jednostkowych peletowania odpadowej biomasy roślinnej pochodzenia rolniczego w odniesieniu do wykorzystanej technologii zagęszczania jest utrudniona, ponieważ dostępne w literaturze dane są rozbieżne. Odnoszą się one do zróżnicowanych pod względem własności surowców, a tym samym i kosztów zakupu, jak również do odmiennych technologii produkcji prowadzonych w odrębnym czasie. Trzeba też podkreślić, że w przedstawionej analizie nie uwzględniono kosztów ogólnych przedsiębiorstwa (koszty zarządu, administracji, sprzedaży, itp.). Badania realizowane w Kanadzie przez Mani i in. [23], oceniają całkowite koszty produkcji peletów na poziomie $51 \text{ USD} \cdot \text{t}^{-1}$, co przy kursie 1 dolara do złotego 3,63 zł wynosi $185,13 \text{ zł} \cdot \text{t}^{-1}$. Natomiast Thek i Obernberger [24] podają, że koszt produkcji peletów w warunkach szwedzkich i austriackich wynosił odpowiednio 62,40 i 90,70 $\text{EUR} \cdot \text{t}^{-1}$, które przy kursie 1 euro wynoszącym 4,30 zł są równoważne 268,42 i 390,01 $\text{zł} \cdot \text{t}^{-1}$. Nolan i in. [11] podają, że w Irlandii koszty produkcji peletu wynoszą 132 $\text{USD} \cdot \text{t}^{-1}$, co po przeliczeniu według kursu 1 dolara do złotego 3,63 zł wynosił 479,16 $\text{zł} \cdot \text{t}^{-1}$. Również zwracają uwagę na konieczność dosuszania biomasy głównie drzewnej, co także znacząco podnosi koszty. Kwaśniewski [10] podaje, że w Polsce całkowite koszty produkcji peletu z biomasy wierzby energetycznej pozyskanej z własnej plantacji wytwórcy wynoszą 321,40 $\text{zł} \cdot \text{t}^{-1}$. Natomiast Szul [12] podaje, że koszt wytworzenia peletów ze słomy

zakupionej od rolników w cenie 170 zł·t⁻¹, wynosił 380 zł·t⁻¹. Według Stolarskiego [25] koszty produkcji peletów z suchych trocin drewna dębowego wynosiły 189,44 zł·t⁻¹. W Polsce na liniach o wydajności 3 t/godz., gdzie do produkcji peletów używane były świeże trociny o wilgotności 50-60%, koszty produkcji tego paliwa zawierały się w przedziale 240-350 zł·t⁻¹. Koszty produkcji peletu w rozpatrywanym zakładzie produkcyjnym były podobne do tych ze Szwecji. Natomiast w stosunku do danych z Polski [10, 12] były odpowiednio o 16 i 29% mniejsze.

W literaturze znajdują się również informacje na temat struktury kosztów produkcji peletów z biomasy roślinnej pochodzenia rolniczego. Nolan i in. [11] za Mani i in. [23] podają, że głównymi czynnikami kosztów w produkcji peletów z biomasy są koszty surowców 40% i koszty siły roboczej 13-25%. Natomiast Finnan i in. [26] podają, że w strukturze kosztów jednostkowych średnio 66% stanowią koszty surowców, 10% – rozdrabniania, 11% – zagęszczania i chłodzenia i 9% – siły roboczej. Szul [12] stwierdził, że w warunkach Polski udział kosztów zakupu słomy w strukturze kosztów produkcji wynosił 44%, a łącznie z kosztami transportu i składowania udział ten wynosił 58%. Wykazał on również, że znaczny (12%) udział w strukturze kosztów produkcji peletów stanowiły koszty zakupu energii elektrycznej. Kolejnymi składnikami w strukturze kosztów produkcji były koszty konserwacji maszyn (8%), płace (8%), oraz koszty amortyzacji i administracji (po 7%). Podczas badań własnych również stwierdzono, że znaczne koszty ponoszone były na zakup surowców. Z reguły koszty konserwacji i płac były nieco większe od tych prezentowanych przez Szulę [12], jedynie koszt amortyzacji był podobny.

5. Podsumowanie

Podsumowując, należy podkreślić, że analizowane przedsiębiorstwo skupuje słomę i siano z dużej powierzchni wynoszącej średniorocznie ok. 2,5 tys. ha, z odległości do 50 km. Rocznie produkowanych jest średnio 12 600 ton produktu z wydajnością godzinową na poziomie 1,5 tony. Zakład produkuje pelety (granulki) o średnicy 8 mm i długości 5-10 cm przez siedem dni w tygodniu bez dni świątecznych w systemie czterobrygadowym, trzymianowym, stąd też zatrudnienie wynosi: 8 pracowników obsługujących bezpośrednio linię produkcyjną, 2 zajmujących się zabezpieczeniem technicznym zakładu i 1 administracyjny.

Średnio techniczny koszt wytworzenia produktu w drugim etapie organizacji procesu produkcji w zakładzie wynosił 269,85 zł·t⁻¹. Największe koszty (120,00 zł·t⁻¹) poniesiono na zakup surowców, a ich udział w strukturze kosztów produkcji to aż 44,5%. Na drugim miejscu w strukturze (15,5%) to koszty: zużycia energii elektrycznej, które wynosiły 41,75 zł·t⁻¹. Kolejne miejsca w strukturze, to remonty i konserwacje, płace i amortyzacja. Najmniejszy udział w kosztach produkcyjnych posiadały koszty paliwa – 4,6%.

W procesie produkcji peletów z biomasy roślinnej nie bez znaczenia jest rodzaj użytego surowca. Zakład bazuje na słomie zbóż oraz sianie łąkowym. Surowce te gdy są zebrane w stanie optymalnej zawartości wody oraz nie są narażone na zawilgocenie charakteryzują się wilgotnością poniżej 20%. Stąd też w technologii ich granulowania można pominąć proces suszenia, który jest kosztochłonny.

Pelety z przedsiębiorstwa, w analizowanym okresie sprzedawane były średnio w cenie 325 zł·t⁻¹ loco magazyn zakładu. W niniejszej pracy nie prowadzono oceny ryzyka i zyskowności przedsięwzięcia, chociaż cała branża posiada problemy z rentownością realizowanych inwestycji. Jej pośrednim elementem wsparcia może być likwidacja nierównowagi rynkowej świadectw pochodzenia energii elektrycznej wytworzonej w

odnawialnym źródle energii, która prowadzi do ich nadmiaru na rynku i spadku cen. Problem ze sprzedażą świadectw wzmaga stagnację na rynku biopaliw i spadek popytu na ten nośnik odnawialnej i ekologicznej energii.

Literatura

1. Stevenson H.H., Jarillo J.C.: A paradigm of entrepreneurship: entrepreneurial management. *Strategic Management Journal*, 1990, 11-64.
2. Wachowiak P.: Kształtowanie postaw przedsiębiorczych a edukacja ekonomiczna. Materiały z ogólnopolskiej konferencji 19.06.2007. Katowice:11-13.
3. Bąkowski G.: Narodowy program rozwoju gospodarki niskoemisyjnej. <http://www.mg.gov.pl/Bezpieczenstwo+gospodarcze/Gospodarka+niskoemisyjna/Narodowy+Program+Rozwoju+Gospodarki+Niskoemisyjnej> (dostęp 6 marca 2014)
4. Dworzycki J.: Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej. Ministerstwo Gospodarki. <http://www.mg.gov.pl/Bezpieczenstwo+gospodarcze/> (dostęp 9 stycznia 2015)
5. Ministerstwo Gospodarki: Założenia Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej. Przyjęte przez Radę Ministrów w dniu 16 sierpnia 2011 r. Warszawa, sierpień 2011.
6. IEO. Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020. Praca wykonana na rzecz Ministerstwa Gospodarki, Warszawa 2007.
7. Kachel-Jakubowska M., Kraszkiewicz A. Zrównoważony rozwój rynku biomasy. [w:] Szpryngiel M.(red.): Zrównoważone wykorzystanie surowców roślinnych i przemysłowych do produkcji peletów. Lublin, 2014, 35-50, ISBN 978-83-63761-39-4.
8. Rutkowski J.: Inwestycje rzeczowe i kapitałowe. Wyd. Difin, Warszawa, 2006.
9. Skowronek – Mielczarek A., Leszczyński Z.: Analiza działalności i rozwój przedsiębiorstwa. Polskie Wyd. Ekonomiczne, Warszawa, 2008
10. Kwaśniewski D.: Technologia oraz koszty produkcji brykietów oraz peletów z wierzby energetycznej. *Inżynieria Rolnicza*, 5(103), 2008, 37-42.
11. Nolan A., Mc Donnell K., Devlin G.J., Carroll J.P., Finnan J.: Economic Analysis of Manufacturing Costs of Pellet Production in the Republic of Ireland Using Non-Woody Biomass. *The Open Renewable Energy Journal*, 3, 2010, 1-11.
12. Szul J.: Ocena opłacalności produkcji peletów ze słomy. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 2, 2013, 17-19.
13. Biuro planowania przestrzennego w Lublinie: Raport z realizacji wojewódzkiego programu rozwoju alternatywnych źródeł energii dla województwa Lubelskiego. kwiecień 2011, <http://www.bpp.lublin.pl/aze/raport/raport.pdf> (dostęp 12 stycznia 2015).
14. Gołaszewski J., Baptista F.: Sustainable energy in sustainable agriculture. [w:] Lorencowicz E.(red.), Baptista F.(red.), Silva L.L.(red.), Marques da Silva J.(red): Sustainable agriculture – Poland and Portugal. Lublin-Évora, 2014 (ISBN 978-83-937433-1-5) (dostępne na: <http://hdl.handle.net/10174/11968>)
15. An investigating of the feasibility of preparing fuel pellets from a range of agricultural and other materials. Final report. June 2007, <http://www.glasu.org.uk/en/uploads/documents/Pelleting%20Alternative%20Material%20report%20Jun%202007.pdf> (dostęp 7 stycznia 2015).
16. Campbell K. A feasibility study guide for an agricultural biomass pellet company. Campbell Consulting LLC, St.Paul, Minnesota, 2007,

- <http://www.canadiancleanpowercoalition.com/files/6212/8330/1259/BM12%20-%202007-11%20Feasibility%20Pelleting.pdf> (dostęp 7 stycznia 2015).
17. Hejft R. Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Radom, Wyd. ITE, 2002, (ISBN 837-20-425-19).
 18. Sultana A., Kumar A. Ranking of biomass pellets by integration of economic, environmental and technical factors. *Biomass and Bioenergy*, 2012, 01, 1-12 (doi:10.1016/j.biombioe.2012.01).
 19. Kraszkiewicz A., Kachel-Jakubowska M., Szpryngiel M., Niedziółka I.: Influence of the chemical properties of the plant biomass of agricultural origin on energy intensity of its compaction. [w:] Lorencowicz E. (red.), Uziak J. (red.): Farm machinery and processes management in sustainable agriculture. Proceedings of VI International Scientific Proceedings, Lublin, 2013, 129-132 (ISBN978-83-937433-0-8) (dostępne na: http://www.researchgate.net/publication/259780199_farm_farm_machinery_and_processes_management_in_sustainable_agriculture_vi_international_scientific_symposium).
 20. Bang Ch., Vitina A., Gregg J.S., Lindboe H.H.: Analysis of biomass prices. Future Danish prices for straw, wood chips, and wood pellets "Final report". Ea Energy Analyses, Copenhagen, 2013, http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/undergrund-forsyning/vedvarende-energi/bioenergi/analyse-bioenergi-danmark/analysis_of_biomass_prices_2013.06.18_-_final_report.pdf (dostęp 7 stycznia 2015).
 21. PN-EN 14961-6:2012 Biopaliwa stałe – Specyfikacje paliw i klasy. Pelety nieдрzewne do zastosowań nieprzemysłowych.
 22. Kristöfel Ch., Wopienka E.: Cost analysis report. Intelligent Energy Europe. https://www.mixbiopells.eu/fileadmin/user_upload/WP2/D2_4_costanalysis_report_final_3.pdf (dostęp 7 stycznia 2015).
 23. Mani S., Sokhansanj S., Bi X., Turhollow A.: Economics of producing fuel pellets from biomass. *Appl. Eng. Agric.* 22 (3), 2006, 421-426.
 24. Thek G., Obernberger I.: Wood pellet production costs under Austrian and in comparison to Swedish framework conditions. *Biomass Bioenergy*, 2004, 27, 671-693.
 25. Stolarski M.: Ekonomiczne aspekty produkcji peletów z surowców roślinnych. ctpiik.com.pl/old/dzial2/pellets05/mariusz_stolarski.doc (dostęp 7 stycznia 2015).
 26. Finnan J., Carroll J., Rice B., Brett P., Nolan A.: Feasibility of production and combustion of pellets from straw and energy crops. August, 2010, http://www.teagasc.ie/publications/2009/1320/Pelleting_5613.pdf (dostęp 7 stycznia 2015).

Dr inż. Artur KRASZKIEWICZ

Prof. dr hab. inż. Edmund LORENCOWICZ

Dr inż. Magdalena KACHEL-JAKUBOWSKA

Zakład Eksploatacji Maszyn Rolniczych i Urządzeń Ekoenergetycznych

Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania Procesami Produkcyjnymi

Wydział Inżynierii Produkcji

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

20-612 Lublin, ul. Głęboka 28

e-mail: artur.kraszkiewicz@up.lublin.pl

edmund.lorencowicz@up.lublin.pl

magdalena.kacheljakubowska@up.lublin.pl