

dr inż. Tomasz SZUL

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
Katedra Energetyki i Automatyzacji Procesów Rolniczych
ul. Balicka 116B, 30-149 Kraków
e-mail: t.szul@ur.krakow.pl

OCENA OPŁACALNOŚCI PRODUKCJI PELETÓW ZE SŁOMY

Streszczenie

Omówiono proces produkcji peletów ze słomy na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa, którego roczna produkcja sięga 4,2 tys. ton. Wykonano analizę kosztów produkcji oraz określono wpływ poszczególnych składników na jego wielkość. Koszty produkcji uzależnione są głównie od ceny zakupu, transportu oraz składowania surowca. Ich udział wynosi ok. 45% kosztów całkowitych. Produkt końcowy jest sprzedawany do elektrowni i daje zysk na poziomie ok. 60 zł za tonę.

Słowa kluczowe: słoma, pelety, produkcja, cena, transport, składowanie, koszty

Wprowadzenie

W Unii Europejskiej przemysł energetyczny ma obowiązek korzystania z biomasy jako paliwa. Ze względu na niewystarczającą podaż w Europie i wyższe ceny praktyczną konsekwencją tych regulacji jest import biomasy spoza Unii Europejskiej, np. z Afryki czy Azji, co niweczy korzyści związane z ograniczeniem emisji.

W Polsce 85% biomasy pochodzi z importu [6]. Zapotrzebowanie na biomasę w Polsce wciąż rośnie. Na coraz większy popyt mają wpływ m.in. regulacje prawne. Dzięki wprowadzeniu europejskiej Dyrektywy promującej wykorzystanie „zielonej energii”, rząd Polski w 2012 roku wyznaczył trzy główne cele zwiększające rolę biomasy na rynku polskim. „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku” [8] zakłada wzrost udziału Odnawialnych Źródeł Energii przy końcowym zużyciu do 15%. Poziomą taką polską energetyką ma osiągnąć także do 2020 roku, przy ochronie lasów przed ich nadmierną eksploatacją w produkcji biomasy. Drugim dokumentem wpływającym na zwiększenie popularności biomasy jest „Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych” podpisany także w 2010 r. [4]. Szacuje się, że w produkcji energii udział biomasy wzrosnąć ma z 3838 GWh w 2010 r. do 14 383 GWh w 2020 r. [9]. Ustawodawstwo polskie wpływa na wzrost popytu na biomasę, który wciąż jest większy niż podaż. W Polsce biomasę pozyskuje się z użytków leśnych oraz użytków rolnych.

Z użytków leśnych do celów elektroenergetycznych można by pozyskiwać biomasę tylko z drewna małowymiarowego. Są to pozostałości po pozyskiwaniu wszelkich innych wymiarów drewna użytkowego. Nadleśnictwa nie sprzedają drewna opałowego do jednostek dużej energetyki. Drewno opałowe jest pozyskiwane w ramach zapotrzebowania lokalnego dla drobnych odbiorców. Dla energetyki pozostaje biomasę pozyskiwana z użytków rolnych. Głównie są to: słoma, siano, a także specjalne uprawy roślin energetycznych [7]. Aby można było wykorzystać biomasę pochodzenia rolniczego do spalania lub współspalania w dużych zawodowych elektrowniach i elektrociepłowniach, trzeba ją odpowiednio przygotować i przetworzyć [5]. W chwili obecnej elektrownie skupują każdą ilość biomasy pod warunkiem, że spełnia ona kryteria jakościowe, takie jak odpowiednia wilgotność, wartość opałowa, a przede wszystkim jej odpowiedni stopień zageszczenia, dlatego najczęściej skupowana jest biomasę w postaci peletów. Produkcja peletów polega na poddaniu biomasy trzem

kolejnym procesom: rozdrabniania, mielenia i prasowania. Istotnym elementem w ocenie działalności firm zajmujących się przetwarzaniem biomasy są koszty produkcji peletów [1, 2] i ich wpływ na efektywność produkcji [3].

Cel i zakres pracy

Celem pracy było wykonanie analizy opłacalności produkcji peletów ze słomy na cele energetyczne. Zakres pracy obejmuje omówienie organizacji procesu produkcji oraz analizę ekonomiczną opłacalności produkcji peletów ze słomy.

Obiekt badań

Badania przeprowadzono w zakładzie przetwarzania biomasy zlokalizowanym na terenie Polski Południowej, w którym produkowane są pelety ze słomy pszennej oraz żytniej, zakupionej w okolicznych gospodarstwach rolnych. Całość produkcji jest dostarczana do elektrowni zawodowej.

Najważniejszymi elementami linii technologicznej w analizowanym przedsiębiorstwie są: sieczkarnia, młyn do mielenia słomy, granulador oraz chłodnica. W skład procesu produkcyjnego peletów wchodzi następujące czynności: segregacja zgrzadzającego surowca pod względem zawartej ilości wody; mieszanie suchych balotów z mokrymi w proporcji ustalonej doświadczalnie tak, aby uśredniona wilgotność nie przekraczała 13-16%; rozdrobnienie wstępne surowca (słomy) do wielkości najkorzystniejszej, tj. 15-40 mm, odkamienienie i częściowe odseparowanie grubego piasku; rozdrobnienie właściwe (ostateczne); przemieszczenie wymieszanego surowca do zbiornika technologicznego granuladorów - częściowa stabilizacja surowca po rozdrobnieniu ostatecznym (w celu uśrednienia wilgotności) i wstępne wymieszanie surowca w zbiorniku buforowym; zgranulowanie surowca do postaci granulek (peletów); ochłodzenie i obniżenie poziomu wilgotności peletów do około 8,0-12,0%; separacja odpowiedniej jakości peletów od odsiewek; wykorzystanie odsiewek i pyłów do procesu granulacji (obniżenie wilgotności surowca); ekspedycja luzem lub pakowanie peletów w worki.

Efektem końcowym produkcji są pelety (granulki) o średnicy 5-8 mm i długości 8-20 cm.

W organizacji procesu produkcji można wyróżnić trzy etapy:

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

Surowiec do produkcji pochodzi z okolicznych gospodarstw rolnych, które są zlokalizowane w promieniu do 20 km od siedziby zakładu. Areal, z którego skupowana jest słoma ma powierzchnię ok. 1,1 tys. ha. Surowiec jest dostarczany do zakładu własnym transportem.

Analiza opłacalności produkcji peletów

Na podstawie uzyskanych informacji z analizowanego zakładu do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- średnia wydajność granuladora wynosi 75% wydajności nominalnej, tj. $2,06 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$,
- produkcja peletów prowadzona jest na dwóch zmianach, po 8 godzin każda, na każdej ze zmian linię technologiczną obsługuje 3 pracowników,
- pełne obciążenie linii technologicznej trwa średnio 25 dni w miesiącu,
- roczny wymiar pracy instalacji wynosi ok. 4040 godzin.

W tab. 1 zestawiono charakterystykę surowca oraz linii technologicznej do produkcji peletów w badanym przedsiębiorstwie.

Tab. 1. Charakterystyka surowca oraz linii technologicznej
Table 1. Characteristics of raw material and production line

Wyszczególnienie	
Materiał wyjściowy:	słoma pszenna lub żytnia
wilgotność surowca w czasie zbioru [%]	12
wilgotność surowca po zmieleniu [%]	pelety
Produkt:	2,5-3,0
nominalna wydajność linii technologicznej [$\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$]	-
produkcja peletów w przedsiębiorstwie	
[t/dzień]	33
[t/miesiąc]	825
[t/rok]	4200
wilgotność produktu [%]	10-11
wartość opałowa [$\text{GJ} \cdot \text{t}^{-1}$]	ok. 15

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z zakładu przetwarzania biomasy

Roczna produkcja peletów ze słomy w analizowanym przedsiębiorstwie wynosi ok. 4200 ton.

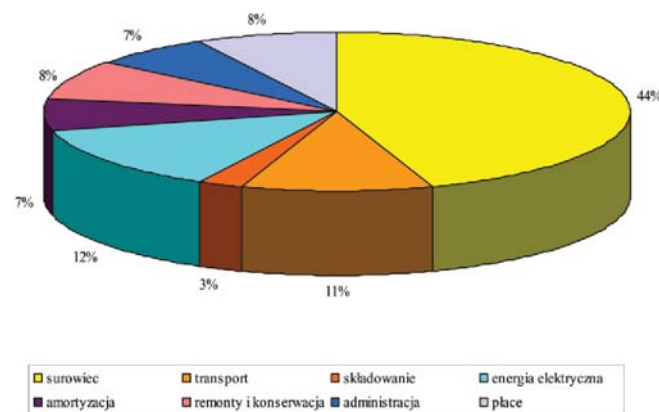
Na podstawie danych składowych udostępnionych przez właściciela zakładu, przy uwzględnieniu wielkości rocznej produkcji dokonano analizy ekonomicznej wytworzenia peletów w roku 2012. W analizie określono jednostkowy koszt wyprodukowania tony peletów, a także jego strukturę. Wyniki analizy zestawiono w tab. 2 oraz na wykresie (rys. 1).

Jak wynika z powyższego zestawienia największe koszty w produkcji peletów ponoszone są w związku z zakupem surowca - słomy, w roku 2012 wahał się od 150 do $190 \text{ zł} \cdot \text{t}^{-1}$ (średnio $170 \text{ zł} \cdot \text{t}^{-1}$), a ich udział w strukturze kosztów produkcji wynosi 44%. Jeżeli do kosztów surowca doda się koszt jego transportu i składowania to łączny udział kosztów surowca w ogólnej strukturze kosztów produkcji wynosi 58%. Znaczący udział w strukturze kosztów produkcji peletów (12%) stanowi koszt zakupu energii elektrycznej, który w przeliczeniu na 1 tonę produktu wynosi 50 zł. Kolejnymi składnikami w strukturze kosztów produkcji są koszty konserwacji maszyn (8%), płace (8%) oraz koszty amortyzacji i administracji (po 7%).

Tab. 2. Koszty jednostkowe produkcji peletów ze słomy
Table 2. Unit costs of production of pellets of straw

Wyszczególnienie	Koszty jednostkowe [$\text{zł} \cdot \text{t}^{-1}$]
koszty zakupu surowca (średnie)	170
koszty transportu	40
koszty składowania	10
koszty energii elektrycznej	50
koszty amortyzacji maszyn	25
koszty remontowe i konserwacji maszyn	30
koszty administracyjne	25
płace	30
razem koszty produkcji 1 tony	380

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z zakładu przetwarzania biomasy



Rys. 1. Struktura kosztów produkcji peletów ze słomy
Fig. 1. The cost structure of straw pellets production

Odbiorcą peletów wyprodukowanych przez analizowany zakład jest jedna z większych elektrowni zawodowych w Polsce. Cena sprzedaży 1 tony peletów w analizowanym okresie wynosiła $30,50 \text{ zł}$ za 1 GJ . Zakładając średnią wartość opałową tony peletów na poziomie 15 GJ - cena sprzedaży jednej tony peletów wyniosła $457,50 \text{ zł} \cdot \text{t}^{-1}$. Po uwzględnieniu kosztów produkcji ($380,0 \text{ zł} \cdot \text{t}^{-1}$) oraz podatku od zysku (19% - $14,70 \text{ zł}$) dochód za wyprodukowanie 1 tony peletów wyniesie $62,80 \text{ zł}$.

Podstawowym wskaźnikiem oceny przedsięwzięcia jest dyskontowany okres zwrotu (PBP), czyli okres, jaki jest konieczny, aby nakłady poniesione na realizację określonego przedsięwzięcia inwestycyjnego zostały w pełni pokryte korzyściami wygenerowanymi przez to przedsięwzięcie.

$$PBP = \frac{\ln\left(\frac{1}{1 - (NI / WRK) r}\right)}{\ln(1 + r)}, \quad (1)$$

Do obliczeń przyjęto następujące założenia: NI = 1575 tys. PLN, WRK = 260,4 tys. PLN, r = 8%. Dla analizowanego przedsiębiorstwa koszty inwestycyjne zwrócą się po upływie 9 lat.

Kolejnym narzędziem umożliwiającym ocenę inwestycji jest wartość zaktualizowana netto (NPV). Pozwala ona określić czy inwestycja jest akceptowalna ($\text{NPV} \geq 0$), czy też należy ją odrzucić ($\text{NPV} \leq 0$).

$$NPV = \sum_{n=1}^k \frac{WRK_n}{(1+r)^n} - NI. \quad (2)$$

Ze zaktualizowaną wartością netto wiąże się ściśle pojęcie wewnętrznej stopy zwrotu (IRR), czyli takiej stopy zwrotu, która zapewni równość poniesionych nakładów i zdyskontowanych wpływów. IRR jest miarą rentowności inwestycji. Pokazuje rzeczywistą stopę zysku z przedsięwzięcia. Im wyższa wartość IRR, tym inwestycja przynosi większy dochód.

$$\sum_{n=1}^k \frac{WRK_n}{(1+IRR)^n} - NI = 0, \quad (3)$$

gdzie:

NI - nakłady inwestycyjne,

WRK - wartość rocznych korzyści,

r - stopa dyskonta,

n - czas trwania inwestycji.

Do obliczeń ekonomicznych przyjęto następujące dane: $NI = 1575$ tys. PLN, $WRK = 260,4$ tys. PLN, $r = 8\%$, $n = 15$ lat. Wyniki analizy ekonomicznej zestawiono w tab. 3.

Tab. 3. Ocena ekonomiczna opłacalności produkcji peletów
Table 3. Economic evaluation of the profitability of production of pellets

Wyszczególnienie	Wartość wskaźnika ekonomicznego
PBP	8,6 lat
NPV	654 tys. PLN
IRR	14,3%

Źródło: opracowanie własne

Wyniki przeprowadzonej analizy ekonomicznej świadczą, że przy obecnym poziomie kosztów, produkcja peletów ze słomy na cele energetyczne jest opłacalna i w założonej perspektywie będzie generowała przedsiębiorcy dochód.

Podsumowanie

Analizowane przedsiębiorstwo skupuje słomę pszenną i żytnią z powierzchni ok. 1,1 tys. ha, z odległości ok. 20 km. Ze słomy tej produkowane są pelety w ilości ok. 4,2 tys. ton rocznie. Jednostkowy koszt wytworzenia produktu wynosi ok.

380 zł. Najważniejszym składnikiem kosztów (wynoszącym 58%) są koszty logistyczne (zakup, transport i składowanie surowca). Wyprodukowane pelety są sprzedawane przedsiębiorstwu energetycznemu, które płaci ok. 30 zł·GJ³ co w przeliczeniu daje jednostkowy przychód na poziomie ok. 457 zł za tonę dostarczonego paliwa. Uwzględniając koszty produkcji oraz podatek dochodowy, na każdej wyprodukowanej tonie peletów ze słomy można wygenerować zysk w wysokości ok. 62 zł. Dla analizowanego przedsiębiorstwa koszty inwestycyjne zwrócą się po upływie 9 lat. Wyliczona wartość NPV przy założeniu 15-letniego okresu użytkowania urządzeń wynosi 654 tys. PLN, natomiast wewnętrzna stopa zwrotu wynosi ok. 14%. Wskaźniki ekonomiczne świadczą, że produkcja peletów (przy aktualnym poziomie kosztów wytworzenia produktu oraz cenie sprzedaży peletów do elektrowni) jest rentowna.

Bibliografia

- [1] Kwaśniewski D.: Technologia oraz koszty produkcji brykietów oraz peletów z wierzby energetycznej. Inżynieria Rolnicza, 2008, 5(103), s. 37-42.
- [2] Kwaśniewski D.: Analiza kosztów produkcji brykietów na przykładzie linii technologicznej typu BISUR 200. Inżynieria Rolnicza, 2009, 5(114), s. 155-160.
- [3] Łucak J.: Analiza techniczno-ekonomiczna procesu produkcji peletów w wybranym przedsiębiorstwie produkcyjnym. Maszynopis. Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, 2012.
- [4] Ministerstwo Gospodarki. Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych. Dokument z 7 grudnia 2010. http://www.mg.gov.pl/files/upload/12326/KPD_RM.pdf.
- [5] Olejnik W.: W produkcji biopaliw ważny jest nie tylko potencjał surowcowy, lecz również technologia. Metody na biomase. Energia Gigawat, 2006, nr 2, s. 24-30.
- [6] Perkowska K.: Importujemy zamiast wytwarzać. Agroenergetyka, 2012, 3, s. 13.
- [7] Sobierajski J., Starzomska M., Piotrowski J.: Odnawialne Źródła Energii. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, 2009.
- [8] Uchwała nr 202/2009 z dnia 10 listopada 2009 w sprawie „Polityki energetycznej Polski do 2030 roku”.
- [9] Waśniewska A.: Prawne aspekty polskiej biomasy. PolcoalDEX, 2012.

PROFITABILITY OF STRAW PELLETS PRODUCTION

Summary

This article shows the production process of straw pellets on an example of the chosen company where an annual production comes up 4.2 thousand tons. Analysis of the cost of production was performed and the influence of the various components on its size was described. Production costs depend mainly on the purchase price, transport and storage of raw materials. Their share is about 45% of total costs. The final product is sold to power plants and can generate a profit of about 60 PLN per tonne.

Key words: straw, pellets, production, prices, transport, storage, cost analysis