

ANALIZA KOSZTÓW PRODUKCJI BRYKIETÓW NA PRZYKŁADZIE LINII TECHNOLOGICZNEJ TYPU BRISUR 200

Dariusz Kwaśniewski

Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy dokonano charakterystyki technologii produkcji brykietów z trocin drzewnych, które produkuje Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe Brykiet-Pol. Następnie określono koszty produkcji brykietów dla trzech wariantów produkcji. Koszty produkcji 1 tony brykietów z trocin wynosiły od 278,3 zł dla wariantu C do 373,0 zł dla wariantu A. W strukturze ocenianych kosztów dominowały koszty zakupu trocin.

Słowa kluczowe: technologia, brykiety, koszty produkcji

Wstęp

Produkcja brykietów polega na poddaniu biomasy trzem kolejnym procesom: suszenia, mielenia i prasowania. Należy tutaj podkreślić, że do ich produkcji nie używa się żadnych sztucznych lepiszczy. Poprzez granulowanie biomasy zmniejsza się zawartość wody, zwiększa się koncentrację masy i energii w jednostce objętości oraz znacznie podnosi komfort dystrybucji i użytkowania tego zagęszczonego paliwa [Kowalik 2002].

Do czerwca 2005 roku na terenie Polski działało dziewięć firm zajmujących się produkcją i dystrybucją pras brykietujących oraz dwadzieścia jeden przedsiębiorstw wytwarzających lub rozprowadzających brykiety [Olejnik 2006]. Istotnym elementem działalności tych jednostek są koszty produkcji jednej tony brykietów.

Cel, zakres i metodyka pracy

Celem pracy była charakterystyka technologii produkcji oraz określenie kosztów produkcji brykietów z trocin drzewnych. W pracy przedstawiono także strukturę tych kosztów i dokonano jej analizy.

Zakresem pracy objęto badania przeprowadzone w Przedsiębiorstwie Produkcyjno-Handlowym Brykiet-Pol, które znajduje się w Golezowie (województwo śląskie). Zajmuje się ono handlem artykułami spożywczymi oraz produkcją i handlem brykietami opałowymi, wykonywanymi głównie z troci drzewnych. Na terenie Brykiet-Pol działa linia technologiczna do produkcji brykietów typu BRISUR 200.

Na podstawie wywiadu kierowanego z właścicielem firmy ustalono niezbędne informacje, dotyczące stosowanej technologii produkcji oraz działania linii technologicznej do

produkcji brykietów. Prowadzona przez w/w firmę dokumentacja zaszłości finansowych umożliwiła pełne określenie kosztów produkcji wytwarzanych brykietów.

W opracowaniu określono i przedstawiono poszczególne składowe kosztów produkcji brykietów z trocin drzewnych. Składowe kosztów produkcji to:

- koszty zakupu surowca (trocin),
- koszty suszenia (szacowane),
- amortyzacja urządzeń,
- koszty remontów i konserwacji,
- koszty energii elektrycznej,
- koszty wynagrodzenia pracowników.

W obliczeniach kosztów produkcji brykietów przyjęto:

- cenę linii technologicznej z pełnym wyposażeniem 430 tys. zł.,
- amortyzację linii technologicznej do produkcji na poziomie 20% w skali roku,
- moc elektryczną zainstalowaną 25 kW i 39 kW,
- obciążenie urządzeń na poziomie 80%.

Koszty produkcji brykietów drzewnych określono w skali jednego roku (wrzesień 2007 – sierpień 2008). Analiza kosztów produkcji brykietów obejmowała trzy warianty:

- wariant A - praca na jedną zmianę, pracuje jedna brykieciarka, wydajność 250 [kg·h⁻¹],
- wariant B - praca na dwie zmiany, pracuje jedna brykieciarka, wydajność linii 250 [kg·h⁻¹],
- wariant C - praca na dwie zmiany, pracują dwie brykieciarki, wydajność linii 400 [kg·h⁻¹].

Cały proces produkcyjny oparty był na rozwiązaniach i urządzeniach posiadających atesty ekologiczne i spełniające normy ekologiczne Czech, które to normy i atesty są również honorowane w Polsce i spełniają polskie normy ekologiczne. Do produkcji brykietów nie używano żadnych lepiszczy, klejów czy silikonów syntetycznych. Powstały opał był w 100% ekologiczny, co potwierdzały liczne atesty i badania wykonywane przez firmę Brykiet-Pol.

Wyniki badań

W stosowanej przez firmę Brykiet-Pol technologii produkcji brykietów drzewnych można wyodrębnić następujące etapy:

- przygotowanie surowca - zakup trocin z tartaku w Istebnej (60 km) i z okolicznych tartaków,
- oczyszczanie trocin (z różnych większych klocków i kawałków drewna) na sicie obrotowym,
- suszenie w suszarni bębnowej - technologia suszenia polega na dostarczeniu mokrych trocin do bębna suszarni za pomocą podajnika; wentylator zasysa je wraz z gorącym powietrzem do bębna, a następnie już wysuszone trociny są transportowane do zasobnika suchych trocin, gdzie są dalej podawane do brykieciarki.
- brykietowanie,
- pakowanie i składowanie (worki 30, 50 kg, big-bagi 400 kg).

Do opalania suszarni w procesie produkcyjnym wykorzystywano trociny, jak też odpady drzewne odrzucone przez sito obrotowe. Zastosowanie wentylatorów wyciągowych jak

również cyklonów odpylających powodowało fakt, że do atmosfery emitowana była jedynie nieszkodliwa para wodna powstała w procesie suszenia trocin drzewnych. Zużycie trocin do procesu suszenia to ok. 40 kg/h (trociny suszono do wilgotności ok. 15%).

W skład linii technologicznej do produkcji brykietów typu BRISUR 200 wchodziły następujące maszyny i urządzenia:

- samojezdny duży ślimak zgarniający,
- układ 2 lub 3 taśmociągów,
- sito obrotowe,
- zasobnik dozujący surowiec do suszarni i zasobnika kotła,
- suszarnia bębnowa,
- kocioł grzewczy wraz z zasobnikiem.
- cyklon odpylający,
- wentylator wyciągowy,
- układ podajników ślimakowych ok. 6 szt,
- brykieciarka typu Brik Star 200,
- zespół kanałów wlotowych i wylotowych z suszarni,
- szafa sterująca wraz z centralnym komputerem,
- niezbędne do montażu konstrukcje metalowe.

Cała linia sterowana jest automatycznie za pomocą krańcówek przez centralny komputer, ze względu na to do jej obsługi potrzeba zaledwie 1-2 pracowników.

Informacje charakteryzujące stosowaną technologię produkcji:

- wilgotność trocin wynosiła 30 - 40%,
- cena trocin wynosiła od 15 do 20 zł za metr przestrzenny (mp), w zależności od tartaku z którego pochodził surowiec,
- na wyprodukowanie jednej tony brykietu zużywano 1400 kg trocin o wilgotności 40%, czyli ok. 7 mp (jeden metr przestrzenny o wilgotności 40% to 200 kg),
- na remonty i konserwacje miesięcznie przeznaczano: 1200 złotych dla wariantu A, 2000 dla wariantu B i 2500 dla wariantu C,
- koszty suszenia trocin oszacowano na 10 zł·t⁻¹.
- cena energii elektrycznej 0,41 zł·kWh⁻¹,
- wynagrodzenie pracownika 14 zł·h⁻¹.

Informacje dotyczące wyprodukowanych brykietów z trocin drzewnych:

- wilgotność końcowa brykietów 12-15% (na podstawie badań Brykiet-Pol),
- wartość kaloryczna wyprodukowanych brykietów 17,85 MJ·kg⁻¹.

Charakterystykę produkcji brykietów na linii technologicznej BRISUR 200 (dla wariantów A, B, C) pokazano w tabeli 1.

W tabeli 2 przedstawiono poszczególne składowe koszty produkcji brykietów oraz ogólne koszty produkcji na bazie zakupionego surowca w postaci trocin. Natomiast na rysunku 1 pokazano strukturę tych kosztów.

Całkowite koszty wytworzenia jednej tony brykietów dla wariantów A, B i C wynosiły odpowiednio 373, 355,2 i 278,3 zł. Dla porównania koszty produkcji brykietów, ale z wierzby energetycznej, w Przedsiębiorstwie Usługowo-Produkcyjnym SALEKO położonym w Chotelku (powiat Busko-Zdrój, województwo świętokrzyskie) wynosiły 219 zł·t⁻¹ [Kwaśniewski 2008].

Tabela 1. Charakterystyka produkcji brykietów dla badanych wariantów
Table 1. Briquette production characteristics for the examined variants

L.p.	Wyszczególnienie	Jednostka	Warianty		
			A	B	C
1.	Wydajność linii produkcyjnej	[kg·h ⁻¹]	250,0	250,0	400,0
2.	Liczba zmian	[-]	1,0	2,0	2,0
3.	Godziny pracy w ciągu dnia	[h]	8,0	16,0	16,0
4.	Pracujące brykieciarki	[szt]	1,0	1,0	2,0
5.	Pracownicy	[szt]	1,0	1,0	2,0
6.	Moc zainstalowana	[kW]	25,0	25,0	39,0
7.	Produkcja brykietów (średnio)	[t·dzień ⁻¹]	2,0	4,0	6,5
8.		[t·miesiąc ⁻¹]	60,0	120,0	195,0
9.		[t·rok ⁻¹]	720,0	1440,0	2304,0

Źródło: opracowanie własne

Analizując uzyskane wyniki, należy zwrócić uwagę, że dla wariantu A (praca linii technologicznej z jedną brykieciarką tylko na jedną zmianę) wydajność dzienna była najmniejsza i wynosiła tylko 2 tony. Aby zwiększyć dwukrotnie wydajność linii produkcyjnej do 4 ton, wprowadzono wariant B - czyli pracę dwuzmianową linii z jedną brykieciarką. Zastosowanie wariantu B wpłynęło na obniżenie kosztów produkcji brykietów, ale tylko o ok. 18 złotych na jednej tonie. W związku z tym wprowadzono wariant C, kiedy to produkcja odbywała się na dwie zmiany i pracowały dwie brykieciarki. Wtedy wydajność linii produkcyjnej wzrastała do 6,5 t·dzień⁻¹, a koszty produkcji malały w porównaniu do wariantu A o prawie 95 złotych na jednej tonie wyprodukowanego brykietu. Natomiast w porównaniu do wariantu B było to 77 zł.

Tabela 2. Koszty produkcji brykietów
Table 2. Briquette production costs

L.p.	Wyszczególnienie	Warianty		
		A	B	C
		[zł·t brykietu ⁻¹]		
1.	Koszty zakupu trocin	140,0	126,0	106,5
2.	Koszty suszenia	10,0	10,0	10,0
3.	Amortyzacja urządzeń	119,4	59,7	53,8
4.	Remonty i konserwacje	20,0	16,7	12,8
5.	Energia elektryczna	28,3	32,3	27,2
6.	Wynagrodzenie pracowników	55,2	110,4	68,0
-	Koszty produkcji brykietów	373,0	355,2	278,3

Źródło: opracowanie własne

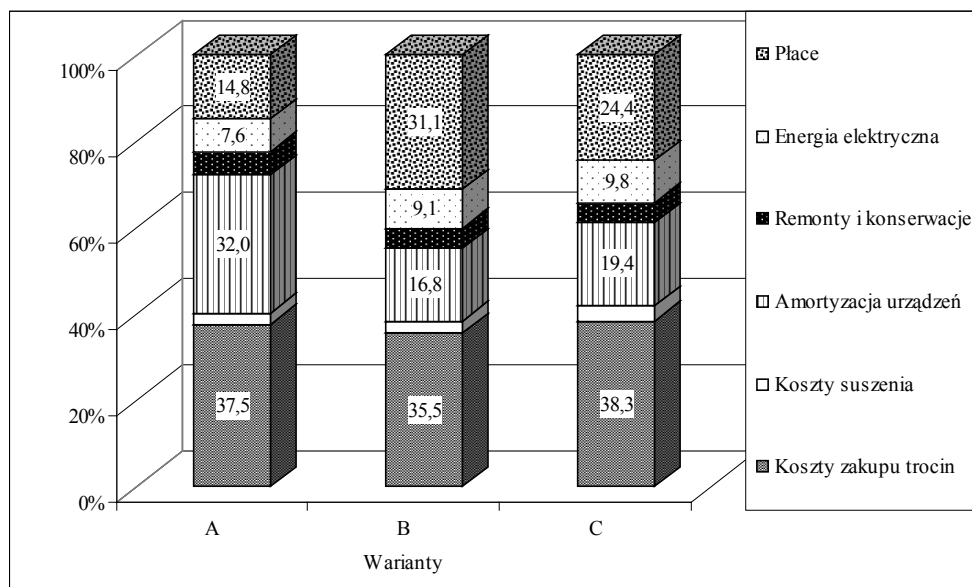
W analizowanych kosztach produkcji brykietów (dla wszystkich wariantów) największe koszty ponoszono na zakup trocin z pobliskich tartaków. Wynosiły one od 106,5 dla wariantu C do 140 zł·t⁻¹ brykietu dla wariantu A. W strukturze kosztów produkcji stano-

Analiza kosztów produkcji...

wiło to odpowiednio 38,3 i 37,5%. W Brykiet-Pol czynione są starania, aby obniżyć koszty zakupu trocin poprzez stosowanie np. własnych środków transportowych (rys. 1).

Bez wątpienia najkorzystniejszym wariantem produkcji brykietów dla ocenianego przedsiębiorstwa był wariant C (najniższe koszty produkcji). W strukturze kosztów produkcji w tym przypadku (oprócz kosztów zakupu trocin), znaczący udział, bo 24,4% odgrywały koszty związane z wynagrodzeniem za pracę. Wynosiły one w tym przypadku 68 zł·t⁻¹. Kolejne miejsce w strukturze kosztów produkcji to amortyzacja wykorzystywanej linii produkcyjnej. Ze względu na intensywniejsze wykorzystanie linii (przy dwóch pracujących brykieciarkach i dwuzmianowym systemie pracy) wynosiła ona 53,8 zł·t⁻¹, co w strukturze dało 19,4%.

Z kolei koszty związane z amortyzacją urządzeń dla wariantu A były przeszło dwukrotnie większe niż dla wariantu C i wynosiły 119,4 zł·t⁻¹. Wynikało to głównie z faktu, że droga linia produkcyjna BRISUR 200 (cena 430 tys. zł.) w wariantcie A była mało efektywnie wykorzystywana, tylko 8 godzin dziennie.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Struktura kosztów produkcji brykietów
Fig. 1. The structure of briquette production costs

W analizowanych kosztach produkcji brykietów najmniejsze koszty na wyprodukowanie jednej tony (i to dla wszystkich analizowanych wariantów) były związane z suszeniem trocin (w strukturze od 2,7% w wariantcie A, do 3,6% w wariantcie C). Wydatki na naprawy i konserwacje urządzeń linii produkcyjnej także należały do najmniejszych, a ich udział w strukturze kosztów produkcji mieścił się od 4,6% (wariant C) do 5,4% (wariant A).

Stwierdzenia i wnioski

1. Produkowane na linii technologicznej BRISUR 200 brykiety drzewne odznaczały się wysoką jakością. Posiadały gładką i szklistą powierzchnię. Wilgotność końcowa brykietów mieściła się od 12 do 15%, kaloryczność $17,85 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$. Dla przypomnienia, wartość kaloryczna węgla kamiennego to $25 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.
2. Najkorzystniejszym wariantem produkcji brykietów był wariant C, kiedy linia technologiczna pracowała 16 godzin dziennie i wykorzystywano dwie brykieciarki równocześnie. Wtedy koszty produkcji brykietów były najmniejsze i wynosiły $278,3 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$. W przypadku wariantów A i B koszty te były wyższe (odpowiednio o 25,4 i 21,6%) i wynosiły: $373,0 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ (A) i $355,2 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ (B).
3. We wszystkich wariantach największe koszty były związane z zakupem trocin z pobliskich tartaków (np. z Istebnej oddalanej 60 km). Wynosiły one od $106,5 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ brykietu dla wariantu C do $140 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ dla wariantu A. Ich udział w strukturze kosztów produkcji to odpowiednio 38,3 i 37,5%.
4. Najmniejsze koszty ponoszone na wyprodukowanie jednej tony brykietu (dla wszystkich wariantów) były związane z suszeniem trocin (w strukturze od 2,7% dla wariantu A do 3,6% dla wariantu C). Koszty napraw i konserwacji linii produkcyjnej także należały do najmniejszych, a ich udział w strukturze kosztów produkcji mieścił się od 4,6% (wariant C) do 5,4% (wariant A).
5. Oceniana technologia produkcji brykietów z trocin drzewnych, stosowana w Brykiet-Pol będzie w przyszłości modyfikowana i będą czynione działania mające na celu obniżanie kosztów produkcji brykietów. Jest to niezbędne, aby stać się konkurencyjnym producentem na rynku brykietów w Polsce.

Bibliografia

- Kowalik P.** 2002. Perspektywy paletyzacji biomasy w Polsce. *Czysta Energia* nr 10. s. 14-15.
- Kwaśniewski D.** 2008. Technologia oraz koszty produkcji brykietów i peletów z wierzby energetycznej. *Inżynieria Rolnicza* 5(103). Kraków. s. 37-42.
- Olejnik W.** 2006. W produkcji biopaliw ważny jest nie tylko potencjał surowcowy, lecz również technologia. *Metody na biomasę. Energia Gigawat* nr 2. s. 24-30.

ANALYSIS OF BRIQUETTE PRODUCTION COSTS ON THE EXAMPLE OF BRISUR 200 TYPE PROCESS LINE

Abstract. The paper characterises the technology of production of briquettes made of wood sawdust, manufactured by Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe Brykiet-Pol [Production and Trade Company]. Then, briquette production costs have been determined for three production variants. Production costs of 1 metric ton of sawdust briquettes range from PLN 278.3 for variant C to PLN 373.0 for variant A. Sawdust purchase costs are prevailing in the structure of assessed costs.

Key words: technology, briquettes, production costs

Adres do korespondencji:

Dariusz Kwaśniewski, e-mail: dariusz.kwasniewski@ur.krakow.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116 B
30-149 Kraków