

## **BRIQUETTING MACHINES FOR STRAW – RETURN RATE COMPARISON**

### *Summary*

*Cost of purchase and using of three chosen models of briquetting machines for straw on the basis of 3 different producers have been compared. Returning time of investment has been calculated to assume that producer has own stock material and labour cost at his disposal. The analysis can be useful for farmers planning to purchase briquetting machines for personal use.*

## **BRYKIECIARKI DO SŁOMY – PORÓWNANIE STOPY ZWROTU**

### *Streszczenie*

*Na podstawie danych producentów porównano koszty zakupu i eksploatacji trzech wybranych modeli brykietarek do słomy. Obliczono czas zwrotu inwestycji przy założeniu dysponowania własnym materiałem wsadowym i robocizną. Analiza może być przydatna dla rolników planujących zakup brykietarki na własne potrzeby.*

### **1. Wprowadzenie**

Produkcja paliw stałych w formie brykietów lub peletów to ogromna szansa rozwoju dla polskiej wsi. Słoma jako biopaliwo staje się coraz bardziej popularna. Dostępność coraz większej liczby maszyn do produkcji tego rodzaju paliw oraz instalacji wyposażonych w kotły do spalania słomy zarówno w formie przetworzonej jak i nieprzetworzonej powoduje, że zainteresowanie produkcją jak i odbiorem tego typu paliw wzrasta. Wiele publikacji o tematyce pozyskiwania i zastosowania odnawialnych źródeł energii wskazuje, że Polska ma spore zasoby biomasy, w tym słomy zbóż, traw i roślin przemysłowych, które mogą być wykorzystane jako nośniki energii [1, 2].

Zbiór słomy do zastosowania jako biopaliwo prowadzony jest za pomocą pras, czyli tak samo jakby była ona wykorzystana do skarmiania lub jako ściółka. Podstawowym parametrem warunkującym przystąpienie do zbioru i prasowania jest jej wilgotność, która powinna oscylować wokół 15%. Słoma, jeśli to możliwe, powinna być wcześniej poddana procesowi wędnięcia. Ma to istotne znaczenie z punktu widzenia przydatności do bezpośredniego spalania. Powstająca w ten sposób słoma szara zawiera mniej związków alkaicznych i chloru, które mogą być przyczyną korozji rusztów kotłów grzewczych.

Dalej słoma poddawana jest procesowi rozdrobnienia i formowania w brykietarkach poprzez aglomerację ciśnieniową [3]. Otrzymywany w ten sposób produkt powinien charakteryzować się dobrymi właściwościami fizykochemicznymi [4]. Proces brykietowania słomy jest energochłonny i przez to otrzymane biopaliwo jest obecnie mało konkurencyjne cenowo.

Czynniki techniczne wpływające na proces aglomerowania związane są z parametrami konstrukcyjnymi układów roboczych. W przypadku aglomeracji słomy najczęściej stosowane są [5]:

- pierścieniowa lub płaska matryca – rolki zagęszczające,
- komora zamknięta lub otwarta – tłok zagęszczający,
- komora otwarta – ślimak zagęszczający.

Istnieje wiele różnych rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń służących do brykietowania, które można podzielić na:

- hydrauliczne (tłokowe) – uzyskują wydajność od kilku do kilkuset kg/h, mają względnie małą wagę,
- tłokowe (udarowe) – wydajność od kilkuset do kilku tysięcy kg/h,
- ślimakowe – mają szeroki zakres wydajności, pracują pod ciśnieniem i w wysokich temperaturach, wymagają użycia dobrej jakości materiałów konstrukcyjnych,
- walcowe – charakteryzują się wysoką wydajnością, sprawnością a także odpornością na zużycie, znajdują także zastosowanie dla takich surowców, jak miął, pył i szlam węglowy,
- rotacyjne (tzw. peletarki) – wytwarzają pelety o średnicy od kilku do kilkunastu mm.

Przykładowe oferty polskich i zagranicznych producentów brykietarek zamieszczono w tab. 1.

### **2. Cel i przedmiot badań**

Celem opracowania jest analiza kosztów związanych z zakupem nowych maszyn do produkcji brykietów biopaliwowych za słomy, kosztów eksploatacyjnych związanych z użytkowaniem i utrzymaniem brykietarek oraz czasu, w którym inwestycja całkowicie się zwróci.

### **3. Metodyka i przebieg badań**

W obliczeniach wykorzystano metodykę opracowaną w IBMER dla maszyn i ciągników rolniczych [7]. Analizą objęto trzy brykietarki: Wamag BT-86M A, Biomasser DUO oraz Protechnika PBH – 200, jako przedstawicielki brykietarek (odpowiednio) tłokowej, ślimakowej i hydraulicznej. W obliczeniach (tab. 2.) nie uwzględniono nakładów pracy własnej i zatrudnionych pracowników, jak również kosztu zakupu materiału oraz amortyzacji.

Tab. 1. Oferta brykociarek [6]  
Table 1. Briquetting machines offer

Firma	Model	Wydajność [kg/h]	Moc [kW]	Surowiec	Typ brykociarki
Adelmann	BP 650	7500-1200	37	Trociny, słoma	łtokowa
Alchemik-RWC	APT 65, 80, APTW, APTWJ	50-380	7,5-22	Trociny, słoma, węgiel	hydrauliczna
Amandus Kahl	Presse 38-780 Presse 45-1250	300-8000	90-250	Trociny, słoma, odpady przemysłowe	rotacyjna
Ascot	Pellematic 55-535	300-1500	37-180	Trociny,	rotacyjna
Asket	Biomaser (solo, duo, muti)	40-1000	4,2-33,6	Słoma, siano	ślimakowa
Brodpol	BK-60	400-600	18,5-22	Trociny, słoma	łtokowa
Di Piu	MB-80	700-1300	45-55	Trociny	łtokowa
Goliath	HP 35-c	350	18,5	Trociny	hydrauliczna
Gross	Genius 2/50 - 2/70	40-90	5,5-7,5	Trociny, papier	hydrauliczna
Sproud-Matador	DS4	500	55	Trociny	rotacyjna
Pawert SPM AG	I - 40/85, II - 125/300	150-4600	11-132	Trociny, słoma	łtokowa
Prodeco	E 55 - E 80	60-210	7,5-15	Trociny, polistyren, plastik itd.	hydrauliczna
RUF	RB 440	440	35	Trociny	hydrauliczna
Wamag	BT 86M A	250	18,5	Trociny, wióry	łtokowa
WEIMA	TH 200-700	50-160	5,5-7,5	Trociny, wióry, papier, polistyren	hydrauliczna
Wektor	BT - 60	500-700	15	Trociny	łtokowa
Protechnika	PBH - 200	200	18,5	Trociny, słoma	hydrauliczna

Tab. 2. Koszty eksploatacji trzech wybranych brykociarek  
Table 2. Cost of using of three chosen models of briquetting machines

Parametr	Symbol	Jednostka	Wamag BT-86M A	Biomasser DUO	Protechnika PBH - 200
Przewidywany okres użytkowania	T	lata	20	20	20
Wykorzystanie w okresie użytkowania $T \cdot W_r$	$T_h$	h	30000	30000	30000
Wykorzystanie roczne	$W_r$	h/rok	1500	1500	1500
Cena maszyny	$C_m$	zł	82 960	48 556	108 580
Wskaźnik kosztu napraw w okresie użytkowania	$k_n$	%	90	90	90
Powierzchnia zajmowana przez maszynę (długość + 1m)·(szerokość + 1m)	$P_u$	m <sup>2</sup>	28,5	12,8	15,3
Jednostkowy koszt eksploatacji obiektu	$k_g$	zł/m <sup>2</sup>	47,8	21,5	25,7
Cena 1 kWh energii elektrycznej	$C_{kWh}$	zł/kWh	0,46	0,46	0,46
Moc jednostkowa silnika elektrycznego	$Z_{ee}$	kW	17	8,5	11
Wydajność eksploatacyjna	$W_{07}$	kg/h	250	100	200
<b>Koszty utrzymania</b>					
Koszt amortyzacji $C_m/T$	$K_a$	zł/rok	4148	2247,8	5429
Koszt garażowania $P_u \cdot k_g$	$K_g$	zł/rok	1364,5	275,4	393,2
Koszt ubezpieczenia	$K_{ub}$	zł/rok	0	0	0
Razem koszty utrzymania $K_a + K_g + K_{ub}$	$K_{utr}$	zł/rok	5512,58	2703,2	5822,2
Jednostkowy koszt utrzymania $K_{utr}/W_r$	$K_j$	zł/h	3,7	1,80	3,9
<b>Koszty użytkowania</b>					
Koszt napraw $K_n \cdot C_m / (T_h \cdot 100)$	$K_n$	zł/h	2,5	1,5	3,2
Koszt paliwa i smarów	$K_p$	zł/h	0	0	0
Koszt energii elektrycznej $C_{kWh} \cdot Z_{ee}$	$K_{ee}$	zł/h	7,8	3,9	5,1
Koszt materiałów pomocniczych	$K_{mp}$	zł/h	0	0	0
Razem koszty użytkowania $K_n + K_p + K_{ee} + K_{mp}$	$K_{uż}$	zł/h	10,3	5,4	8,3
<b>Jednostkowy koszt eksploatacji <math>K_j + K_{uż}</math></b>	<b><math>K_e</math></b>	<b>zł/h</b>	<b>14</b>	<b>7,2</b>	<b>12,2</b>

Tab. 3. Koszty produkcji i przewidywany czas zwrotu inwestycji dla modelu brykociarki Wamag BT-86M A  
 Table 3. Cost of production and anticipated time of return investment for Wamag BT-86MA model

Lp.	Obliczenia	Jednostka	Wamag BT-86M A		
1	Wydajność	kg/h	250	250	250
2	Liczba godzin pracy maszyny dziennie	h	8	10	12
3	Moc silnika	kW	17	17	17
4	Liczba godzin pracy maszyny miesięcznie	h	160	200	240
5	Miesięczna produkcja brykietu (poz. 1 · poz. 4)	t	40	50	60
6	Roczna produkcja brykietu (poz. 5 · 12 miesięcy)	t	480	600	720
7	Koszt 1 kWh	zł	0,46	0,46	0,46
8	Zużycie energii elektrycznej na jedną tonę brykietu	kWh/t	112	112	112
9	Miesięczne zużycie energii elektrycznej (poz. 8 · poz. 5)	kWh	4480	5600	6720
10	Miesięczne koszty energii elektrycznej (poz. 9 · poz. 7)	zł	2060,8	2576	3091,2
11	Roczne koszty energii elektrycznej (poz. 10 · 12miesiący)	zł	24729,6	30912	37094,4
12	Koszt produkcji 1 tony brykietów (poz. 8 · poz. 7)	zł	51,52	51,52	51,52
13	Cena 1 tony brykietu	zł	340	340	340
14	Dochód miesięczny brutto (poz. 5 · poz. 13)	zł	13 600	17 000	20 400
15	Dochód miesięczny netto (poz. 5 · poz. 13 - poz. 10)	zł	11 539,2	14 424	17 308,8
16	Dochód roczny brutto (poz. 6 · poz. 13)	zł	163 200	204 000	244 800
17	Dochód roczny netto (poz. 6 · poz. 13 - poz. 11)	zł	138 470,4	173 088	207 705,6
18	Koszt zakupu maszyny	zł	82 960	82 960	82 960
19	Czas zwrotu inwestycji (poz. 18 / poz. 15)	miesiące	~7	~6	~5

Tab. 4. Koszty produkcji i przewidywany czas zwrotu inwestycji dla modelu brykociarki Biomasser DUO  
 Table 4. Cost of production and anticipated time of return investment for Biomasser DUO model

Lp.	Obliczenia	Jednostka	Biomasser DUO		
1	Wydajność	kg/h	100	100	100
2	Liczba godzin pracy maszyny dziennie	h	8h	10h	12h
3	Moc silnika	kW	8,5	8,5	8,5
4	Liczba godzin pracy maszyny miesięcznie	h	160	200	240
5	Miesięczna produkcja brykietu (poz. 1 · poz. 4)	t	16	20	24
6	Roczna produkcja brykietu (poz. 5 · 12 miesięcy)	t	192	240	288
7	Koszt 1 kWh	zł	0,46	0,46	0,46
8	Zużycie energii elektrycznej na jedną tonę brykietu	kWh/t	66	66	66
9	Miesięczne zużycie energii elektrycznej (poz. 8 · poz. 5)	kWh	1056	1320	1584
10	Miesięczne koszty energii elektrycznej (poz. 9 · poz. 7)	zł	485,8	607,2	728,64
11	Roczne koszty energii elektrycznej (poz. 10 · 12miesiący)	zł	5829,2	7286,4	8743,68
12	Koszt produkcji 1 tony brykietów (poz. 9 / poz. 5)	zł	30,4	30,4	30,4
13	Cena 1 tony brykietu	zł	340	340	340
14	Dochód miesięczny brutto (poz. 5 · poz. 13)	zł	5440	6800	8160
15	Dochód miesięczny netto (poz. 5 · poz. 13 - poz. 10)	zł	4954,2	6192,8	7431,36
16	Dochód roczny brutto (poz. 6 · poz. 13)	zł	65 280	81600	97920
17	Dochód roczny netto (poz. 6 · poz. 13 - poz. 11)	zł	59 450,8	74313,6	89176,3
18	Koszt zakupu maszyny	zł	48 556	48 556	48 556
19	Czas zwrotu inwestycji (poz. 18 / poz. 15)	miesiące	~10	~8	~7

Tab. 5. Koszty produkcji i przewidywany czas zwrotu inwestycji dla modelu brykieciarki Protechnika PBH–200  
 Table 5. Cost of production and anticipated time of return investment for Protechnika PBH-200 model

Lp.	Obliczenia	Jednostka	Protechnika PBH – 200		
1	Wydajność	kg/h	200	200	200
2	Liczba godzin pracy maszyny dziennie	h	8	10	12
3	Moc silnika	kW	11	11	11
4	Liczba godzin pracy maszyny miesięcznie	h	160	200	240
5	Miesięczna produkcja brykietu (poz. 1 · poz. 4)	t	32	40	48
6	Roczna produkcja brykietu (poz. 5 · 12 miesięcy)	t	384	480	576
7	Koszt 1 kWh	zł	0,46	0,46	0,46
8	Zużycie energii elektrycznej na jedną tonę brykietu	kWh/t	86	86	86
9	Miesięczne zużycie energii elektrycznej (poz. 8 · poz. 5)	kWh	2752	3440	4128
10	Miesięczne koszty energii elektrycznej (poz. 9 · poz. 7)	zł	1265,92	1582,4	1898,88
11	Roczne koszty energii elektrycznej (poz. 10 · 12 miesięcy)	zł	15191,04	18988,8	22786,56
12	Koszt produkcji 1 tony brykietów (poz. 8 · poz. 7)	zł	39,56	39,56	39,56
13	Cena 1 tony brykietu	zł	340	340	340
14	Dochód miesięczny brutto (poz. 5 · poz. 13)	zł	10880	13600	16320
15	Dochód miesięczny netto (poz. 5 · poz. 13 - poz. 10)	zł	9614,08	12017,6	14421,12
16	Dochód roczny brutto (poz. 6 · poz. 13)	zł	130560	163200	195840
17	Dochód roczny netto (poz. 6 · poz. 13 - poz. 11)	zł	115369	144211,2	173053,4
18	Koszt zakupu maszyny	zł	108 580	108 580	108 580
19	Czas zwrotu inwestycji (poz. 18 / poz. 15)	miesiące	~12	~9	~8

Zakup brykieciarki, zwłaszcza o wydajności powyżej 100 kg/h, to dla przeciętnego rolnika spory wydatek. Na podstawie wydajności danej maszyny można oszacować skalę produkcji. Informacje dotyczące wydajności, w porównaniu do aktualnej ceny brykietów na rynku, pozwalają na obliczenie okresu, w jakim inwestycja całkowicie się zwróci. Do obliczeń przyjęto:

- koszty energii elektrycznej – 0,45 zł/kWh,
- cenę brykietów – 340 zł/t (0,34zł/kg).

Koszty produkcji i przewidywany czas zwrotu inwestycji dla wybranych modeli brykieciarek, przy 8, 10 i 12 godzinnej pracy zawarto w tab. 3-5.

#### 4. Dyskusja wyników

Ponieważ rynek podlega ciągłym wahaniom, ceny maszyn, energii oraz wytworzonego paliwa mogą ulec zmianie, dlatego też czas, w jakim nastąpi całkowity zwrot inwestycji, może się wydłużyć lub też skrócić w zależności od aktualnej sytuacji cenowej na rynku. W opracowaniu przyjęto, że inwestor dysponuje materiałem z własnych upraw. Dla przyjętych w opracowaniu cen, najkorzystniejszą inwestycją wydaje się być zakup brykieciarki tłokowej BT 86 MA firmy Wamag, chociaż korzystniejszy jednostkowy koszt eksploatacji wykazuje brykieciarka Biomasser duo firmy Asket.

#### 5. Wnioski

1. Rozważając zakup brykieciarki należy mieć na względzie nie tylko cenę maszyny, ale również jednostkowe koszty wytworzenia brykietów oraz przewidywany czas pracy, zależny od ilości posiadanego materiału wsadowego.

2. Z analizowanych brykieciarek najmniejszym kosztem eksploatacji charakteryzuje się ślimakowa brykieciarka Biomasser duo firmy Asket, najkrótszym czasem zwrotu inwestycji -brykieciarka tłokowa BT 86 MA firmy Wamag.

3. Dla całościowej analizy i całościowej oceny rozpatrywanych obiektów konieczne jest przeprowadzenie badań właściwości fizyko-mechanicznych brykietów, gdyż proces aglomeracji opisywanymi brykieciarkami realizowany jest innymi technikami.

#### 6. Literatura

- [1] Panek-Gondek K.: Ekologiczne aspekty wykorzystania biopaliw. Ministerstwo Środowiska. Forum Czystej Energii, Targi POLEKO 2007. Poznań, 20-24 listopada 2007 r.
- [2] Fiszer A.: Analiza wykorzystania słomy na cele opałowe. Roczniki Akademii Rolniczej. Rolnictwo 67. Poznań 2006/2007, str. 11-15.
- [3] Hejft R.: Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Katedra Maszyn i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Politechnika Białostocka. Białystok 2002.
- [4] Fiszer A.: Badania porównawcze współczynnika trwałości brykietów ze słomy. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2008, Vol. 53 (3) s. 69-70.
- [5] Skonecki S.: Modelowanie ciśnieniowego zagęszczania materiałów roślinnych. Rozprawy naukowe Akademii Rolniczej w Lublinie. Zeszyt 279. Lublin 2005.
- [6] Lotka M.: Ekonomiczne aspekty budowy stacjonarnego urządzenia brykietującego słomę. Praca magisterska. Maszynopis IIR, 2008 r.
- [7] Muzalewski A.: Koszty eksploatacji maszyn. Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa. Warszawa 2006.