

## ANALIZA PROCESU PELETOWANIA SŁOMY ZBOŻOWEJ ORAZ ZASADNOŚCI DODAWANIA OTRĄB ZBOŻOWYCH NA PRZYKŁADZIE WYBRANEGO ZAKŁADU PRODUKCYJNEGO

*Józef Szlachta, Jolanta Jakubowska*

*Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

**Streszczenie.** Analizowano proces peletowania słomy zbożowej w zakładzie produkującym pelety ze słomy dla czterech kombinacji średnicy otworów sita w młynie 8 mm i 10 mm oraz średnicy otworów w matrycy granulatora 8 mm i 12 mm. Najkorzystniejsze warunki pracy dla zespołu peletującego wykazano dla wariantu IV tj. zestawu sita w młynie o średnicy 8 mm z otworami matrycy granulatora 12 mm, kiedy uzyskano najwyższą wydajność granulatora  $1100 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ , najniższe natężenie prądu 115 A oraz najlepszą jakość peletów. Zauważono, że dla tych ustawień zarówno praca młyna jak i granulatora przebiegała prawidłowo. Zastosowanie 10% dodatku otrąb zbożowych do procesu peletowania obniżyło średnie natężenie prądu granulatora o ok. 5%, wyraźnie poprawiło jakość peletów jednakże nie było uzasadnione ekonomicznie, powodując wzrost kosztów peletów o 25,4%.

**Słowa kluczowe:** produkcja peletów, słoma zbożowa, otręby zbożowe, parametry procesu peletowania

### Wprowadzenie

W Polsce około 85% energii odnawialnej uzyskiwane jest z biomasy, gdzie głównie wykorzystuje się słomę, drewno oraz odpady drzewne. Krajowe zasoby biomasy szacowane są na poziomie 10-11 mln ton słomy odpadowej, 4 mln ton odpadów drzewnych, m in.: trocin, zrębek, kory, chrustu, oraz około 6 mln ton osadów ściekowych pochodzących z przemysłu celulozowo-papierniczego, spożywczego oraz odpadów komunalnych powstających w miastach. Łącznie daje to około 30 milionów ton biomasy w skali roku, co odpowiada 15-20 milionom ton węgla (Szlachta, 2006; [www.portfel.pl](http://www.portfel.pl)).

Metody zagęszczania słomy poprzez jej peletowanie, wpływają pozytywnie na podniesienie atrakcyjności słomy jako biopaliwa (Denisiuk, 2007; Denisiuk, 2007; Kowalczyk-Juško, 2009; Niedziółka, 2010). W ostatnich latach wzrosła liczba zakładów, głównie prywatnych, zajmujących się produkcją przetworzonej biomasy, przygotowanej do

spalania w piecach, tj. produkcją brykietów i peletów. Wzrasta także znaczenie upraw energetycznych. Zagęszczanie biomasy do postaci peletów sprawia, że uzyskuje się biopaliwo o znacznie ulepszonych właściwościach tj. o znacznie obniżonej wilgotności do (8-12%) i zawartości popiołu do ok. (0,5%), niewielkiej zawartości substancji szkodliwych dla środowiska oraz o zdecydowanie wyższej wartości energetycznej w porównaniu do stanu wyjściowego. Znacznie poprawione parametry peletów sprawiają, że paliwo to jest przyjazne dla środowiska naturalnego, a jednocześnie znacznie łatwiejsze w transporcie, magazynowaniu i dystrybucji (Jakubiak i Kordylewski, 2008). Stopień zagęszczenia biomasy wpływa istotnie na koszt magazynowania biopaliw stałych – duża masa usypowa wymaga mniejszych powierzchni magazynowania. Przykładowo kubatura magazynu potrzebnego do przechowywania zrębek drzewnych pokrywających miesięczne zapotrzebowanie kotła na biomasę jest o około 60% wyższa niż dla peletów. Ważną kwestią w ocenie zasadności i opłacalności peletowania słomy jest analiza procesu na przykładzie zakładu i jej przetwarzania w skali rynkowej, gdyż większość danych literaturowych bazuje na wynikach badań w skali laboratoryjnej. Częściowo takie podejście potwierdzają wyniki badań uzyskane przez Szulca (2013), gdzie potwierdzono opłacalność produkcji peletów ze słomy zakupionej z obszaru ok. 1,1 tys. ha z odległości ok. 20 km. Brak jednak danych odnośnie energochłonności samego procesu peletowania słomy.

Celem pracy była analiza procesu produkcji peletów ze słomy zbożowej w zakładzie produkcyjnym w Równem z uwzględnieniem jakości wytworzonego produktu, zużycia energii elektrycznej, wydajności linii technologicznej, opłacalności produkcji. Analizowano także zasadność stosowania 10% dodatku otrąb zbożowych w czasie peletowania słomy.

## Miejsce, przedmiot i zakres badań

Badania zostały przeprowadzone w zakładzie produkcji paliwa odnawialnego z biomasy roślinnej w Równem, należącego do firmy KOPEX Sp. z o.o. w Katowicach.

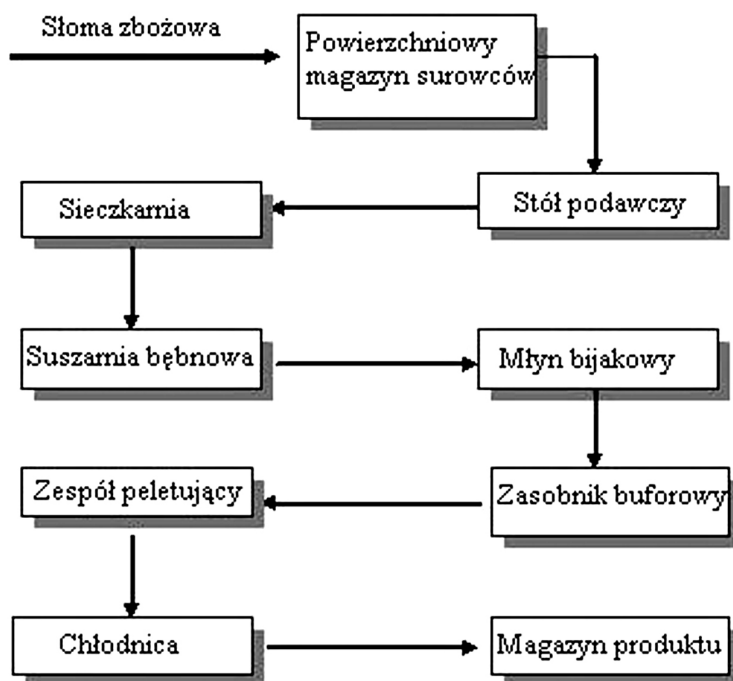
Zakład produkcyjny zlokalizowany jest w województwie opolskim, powiecie głubczyckim, gminie Głubczyce, na obrzeżu wsi Równie. Funkcjonowanie zakładu opiera się na produkcji paliwa odnawialnego z biomasy roślinnej w postaci peletów o gęstości  $\rho=1080 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  o średnicy 12 mm, w wydajności  $3,5 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ , w systemie ciągłym z przerwami co 8-10 godz. (czas na wymagane smarowanie wskazanych punktów smarowniczych oraz dokonanie ogólnego przeglądu). W ciągu roku zakład produkuje 25000 ton peletów. Do obsługi linii technologicznej wymagana jest obsada co najmniej trzech pracowników na zmianie - w tym jednego operatora ładowarki.

Zakres badań obejmował pomiary: zużycia prądu elektrycznego silnika granulatora podczas produkcji peletów, jakości peletów, wydajności linii peletowania. Surowcem do produkcji peletów była słoma zbożowa i rzepakowa; opcjonalnie dodawano 10% otrąb zbożowych.

W analizowanym zakładzie linia technologiczna produkcji peletów obejmuje następujące procesy: rozdrabnianie wstępne słomy, suszenie słomy, rozdrabnianie i mielenie surowców, kondycjonowanie, peletowanie słomy, konfekcjonowanie produktu.

Proces technologiczny rozpoczyna się na stole podawczym balotów słomy, z których pracownik ręcznie usuwa sznurek lub siatkę ściągającą. Następnie balot słomy jest trans-

portowany do siewkarni. Siewkarnia dokonuje wstępnego pocięcia słomy na siewkę o długości 4-6 centymetrów. Tak przygotowana siewka jest przetransportowana do bębna suszarni. Ciepło niezbędne do suszenia surowców w procesie technologicznym jest wytwarzane w piecu opalonym biomasą. W przypadku suszenia bardzo wilgotnej słomy lub w czasie niskich temperatur zewnętrznych proces suszenia wspomagany jest dodatkowo palnikiem olejowym, zamontowanym na płycie czołowej pieca suszarniczego (Jakubowska, 2011). Transport wysuszonej siewki, odbywa się pneumatycznie, przy udziale 2 wentylatorów transportowych do cyklonu stanowiącego jednocześnie funkcję separatora. Z cyklonu, siewka przenośnikiem podawana jest do zbiornika dozującego młynów bijakowych, skąd przy pomocy wentylatora transportowego podawana jest do zasobnika granuladora. Z zasobnika, za pomocą taśmociągu, siewka kierowana jest na dwie pelecarki, gdzie następuje proces granulacji. Tak uzyskany granulatur transportowany jest do fluidalnej chłodnicy, gdzie zostaje poddany procesowi odparowania i schłodzenia przy udziale strumienia zimnego powietrza. Gotowy produkt transportowany jest na magazyn (Jakubowska, 2010).



Rysunek 1. Schemat linii technologicznej produkcji peletów

Figure 1. Schematic representation of the process line for production of pellets

## Metodyka badań

W badaniach stosowano cztery warianty układu zespołu peletującego matryca–młyn bijakowy:

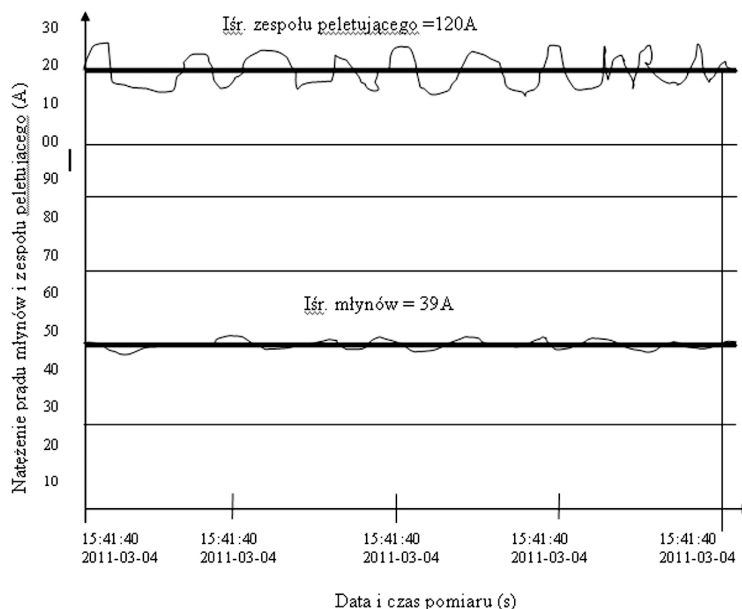
- I. Matryca o średnicy otworów  $\varnothing 8$  mm – sita w młynach bijakowych o średnicy oczek  $\varnothing 8$  mm,
- II. Matryca o średnicy otworów  $\varnothing 8$  mm – sita w młynach bijakowych o średnicy oczek  $\varnothing 10$  mm,
- III. Matryca o średnicy otworów  $\varnothing 12$  mm – sita w młynach bijakowych o średnicy oczek  $\varnothing 10$  mm,
- IV. Matryca o średnicy otworów  $\varnothing 12$  mm – sita na młynach bijakowych o średnicy oczek  $\varnothing 8$  mm.

Do pomiaru zużycia energii wykorzystano cyfrowy licznik poboru energii elektrycznej zainstalowany w zakładowym transformatorze. Układ pomiarowy pozwalał na odczyt ilości zużywanej energii w dowolnym przedziale czasu. Przebieg natężenia prądu podczas pracy granuladora i młyna bijakowego rejestrowano za pomocą zainstalowanego w zakładzie programu rejestrującego parametry pracy urządzeń elektrycznych Simatic.

W badanym zakładzie produkcji paliwa z biomasy roślinnej jakość peletów oceniano w sposób wizualny, wychodząc z założenia, że pelety dobrej jakości cechuje szklista lub lekko matowa powierzchnia zewnętrzna oraz kiedy produkt jest zwarty, trwały i nie pęcznieje pod wpływem wilgoci zawartej w siewce słomy oraz nie rozsypuje się. Wydajności linii peletowania wyznaczano przy pełnych obrotach zespołu pomijając fazę rozruchu. Uzyskano to uruchamiając pelecierkę na określony czas testu – czas przeprowadzenia próby (najczęściej 2 min.). Po uzyskaniu pełnych obrotów zatrzymywano na moment podawanie materiału do granuladora w celu całkowitego opróżnienia urządzenia chłodniczego z peletów, po czym ponownie uruchomiono podawanie materiału do pelecierki. Wytwarzane podczas testu pelety były gromadzone w chłodnicy. Zawartość produktu w chłodnicy uzyskana podczas trwania próby została zważona i oznaczała wydajność linii peletowania w odniesieniu do czasu próby, a po przeliczeniu, stanowiła wydajność linii peletowania wyrażoną w  $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ . Przeprowadzanie próby przy pełnych obrotach pelecierki było ważne i pozwalało na prawidłowe wyznaczenie jej wydajności z pominięciem fazy rozruchu linii produkcji peletów.

## Wyniki badań

Wyniki badań dla wariantu I (rys. 2) uzyskano po ustabilizowaniu się pracy zespołu po 13 minutach, realizując pomiary przez okres 2 minut. Próbę powtórzono po godzinie i dwudziestu minutach. Uzyskane wyniki dla wariantu I wykazały, że średnie natężenie prądu zużywanego przez silnik młyna wynosiło 39A natomiast przez silnik pelecierki 120A (rys.2), zaś uzyskana wydajność wyniosła ok.  $900 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$  i zapewniała akceptowalną jakość peletów (tab.1).



Rysunek 2. Przykładowy charakter zmian natężenia prądu dla pelecarki i młyna bijakowego dla wariantu I

Figure 2. Exemplary character of changes of current intensity for a pelleting machine and a hammer mill for variant I

Na podstawie wykresu zmian natężenia prądu młyna i pelecarki (rys. 2) można zauważyć, że praca młyna przebiegała na ustabilizowanym poziomie, natomiast widoczne znaczne wahania natężenia prądu dla pelecarki, wskazują na okresowo niestabilną jej pracę, czego powodem było zastosowanie niejednorodnego surowca, zawierającego partie o zbyt dużej wilgotności co powodowało częściowe „domielanie” siewki słomy przez zespół peletujący.

Tabela 1

Zestawienie parametrów i wyników badań uzyskanych. dla przyjętych wariantów

Table 1

The list of parameters and research results obtained for the accepted variants

Nr wariantu	Średnica otworów matrycy (mm)	Średnica otworów sit w młynach bijakowych (mm)	Wilgotność siewki (%)	Średnie natężenie prądu silnika pelecarki (A)	Wydajność pelecarki ( $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ )	Jakość peletów
I	8	8	12-14	120	900	akceptowalna
II	8	10	12-14	135	790-800	nieakceptowalna
III	12	10	12-14	100	900	bardzo PLNa
IV	12	8	12-14	115	1100	dobra

Po niespełna godzinie od przeprowadzenia próby dla wariantu I, zmieniono sita w młynach bijakowych na sita o średnicy oczek 10 mm. Uzyskano spadek wydajności pracy pelecarki do 790-800 kg·h<sup>-1</sup> oraz wzrost natężenia prądu silnika do średniej wartości 135 A. Obserwacja procesu peletowania wykazała, że zbyt długa sieczka słomy, powstała po przejściu przez młyn bijakowy z sitem o średnicy oczek 10 mm powodowała, że zespół peletujący musiał uprzednio „domielić” słomę, aby ją zagęścić, a jakość peletów była nieakceptowalna. Podobnie postępowano dla kombinacji otworów sita i matrycy w wariantach III i IV. W wariantcie III średnie natężenie prądu silnika pelecarki wynosiło 100 A, wydajność granulatora ok. 900 kg·h<sup>-1</sup> natomiast jakość peletów była PLNa. Wyraźnie zauważano zjawisko „domielania” sieczki przez zespół peletujący, w efekcie czego rozdrabniana sieczka przesypywała się przez otwory matrycy, przy czym zaobserwowano, że zespół peletujący nie zdołał zatłoczyć sieczki do otworów matrycy.

Wariant IV przedstawia typowy, stosowany w zakładzie, układ otworów sita młyna i otworów matrycy pelecarki. Wyniki badań potwierdziły wytwarzanie peletów dobrej jakości, przy średnim natężeniu prądu silnika pelecarki 115 A oraz wydajności pelecarki 1100 kg·h<sup>-1</sup> (tab.2). Zauważono, że zarówno praca młyna jak i pelecarki, przebiegała prawidłowo. Długość sieczki słomy po przejściu przez młyn bijakowy była odpowiednia dla prawidłowego przebiegu procesu peletowania. Dodatkowe mielenie sieczki przez zespół peletujący było marginalne, zaś średnie natężenie prądu stosunkowo niskie i ustabilizowane. Stwierdzono, że w warunkach zamontowanych urządzeń linii technologicznej (młynów bijakowych i pelecarki) i ich wydajności, jest to najbardziej korzystny wariant realizacji procesu technologicznego.

W praktyce uważa się, że optymalny proces peletowania uzyskuje się przy zastosowaniu sit w młynie bijakowym o średnicy oczek stanowiących ½ średnicy otworów matrycy.

Zgodnie z powyższą zasadą przeprowadzono próbę, w której przy natężeniu prądu silnika pelecarki ok. 165 A oraz wydajności 1,5 t·h<sup>-1</sup>, uzyskano pelety bardzo dobrej jakości. Jednakże próba została przeprowadzona w sposób „laboratoryjny”, ponieważ wydajność młynów z zainstalowanym sitem Ø4 mm i matrycą pelecarki Ø8 mm, jest niezadowalająca dla produkcji na większą skalę. Pomimo, iż czynniki i parametry peletowania takie jak przemiał sieczki słomy oraz wilgotność sieczki były bardzo dobre, wydajność młynów bijakowych była za niska aby zapewnić ciągle zaopatrywanie granulatorów w sieczkę słomy. Młyn z sitem o średnicy otworów 4 mm uzyskuje wydajność ok. 700 kg·h<sup>-1</sup> pelecarki.

Zastosowanie 10% dodatku otrąb zbożowych podczas peletowania słomy zbożowej w przyjętych wariantach, powodowało średnio 5% obniżenie natężenia prądu pelecarki (tab. 2).

Uzyskane w warunkach produkcyjnych wyniki wskazują, iż zastosowanie 10% dodatku otrąb zbożowych do procesu peletowania słomy zbożowej jest korzystne, zwłaszcza w aspekcie jakości produkowanych peletów. W każdym z wariantów uzyskano produkt dobrej lub zadowalającej jakości, natomiast średnie natężenie prądu silnika pelecarki uległo obniżeniu o ok. 5% przy jednoczesnym zwiększeniu wydajności granulatora (rys. 3).

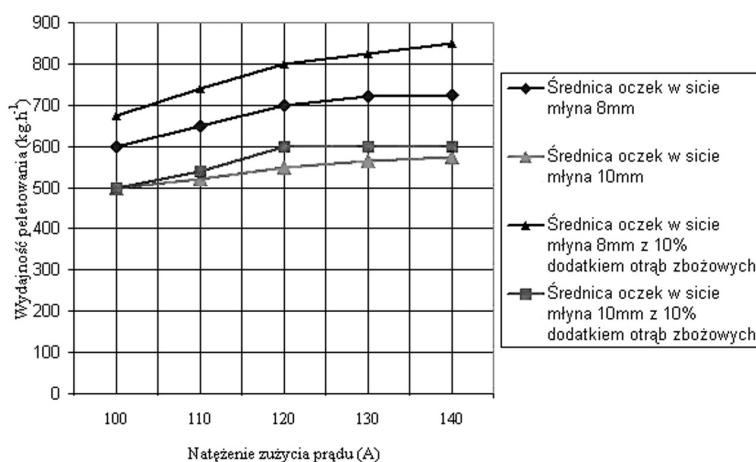
Tabela 2

*Wpływ dodatku 10% otrąb zbożowych na proces peletowania słomy zbożowej*

Table 2

*Impact of 10% additive of bran on the pelleting process of grain straw*

Nr wariantu	Średnica otworów matrycy (mm)	Średnica otworów sit w młynach bijakowych (mm)	Wilgotność siewczki (%)	Średnie natężenie prądu silnika pelecarki (A)	Wydajność pelecarki (kg·h <sup>-1</sup> )	Jakość peletów
I	8	8			945	dobra
II	8	10	12-14	obniżenie o ok. 5% (6-7 A)	835	zadowalająca
III	12	10			945	dobra
IV	12	8			1155	dobra



*Rysunek 3. Wpływ średnicy otworu matrycy 8 mm i otworów sita w młynie bijakowym (8mm i 10 mm) oraz zastosowania 10 % dodatku otrąb zbożowych na wydajności granulatora i natężenie prądu silnika granulatora*

*Figure 3. Impact of the diameter of the matrix mesh 8 mm and sieve meshes in the hammer mill (8mm and 10 mm) and of the use of 10% additive of bran on the granulator efficiency and current intensity of the granulator engine*

Dla oceny zasadności dodawania otrąb zbożowych na poziomie 10% do procesu granulowania, przeprowadzono analizę opłacalności ich stosowania w odniesieniu do kosztów surowca oraz zużycia energii elektrycznej przyjmując, że: 1 t peletu = 0,9 t słomy i 0,1 t otrąb zbożowych (tab.3).

Realizacja procesu peletowania słomy z 10% masowym udziałem otrąb zbożowych potwierdziła zmniejszenie obciążenia napędu zespołu peletującego, obserwowane na podstawie obniżenia natężenia prądu silnika napędu pelecarki, przeciętnie, o ok. 5%, przy porównywalnej wydajności produkcji (rys. 4).

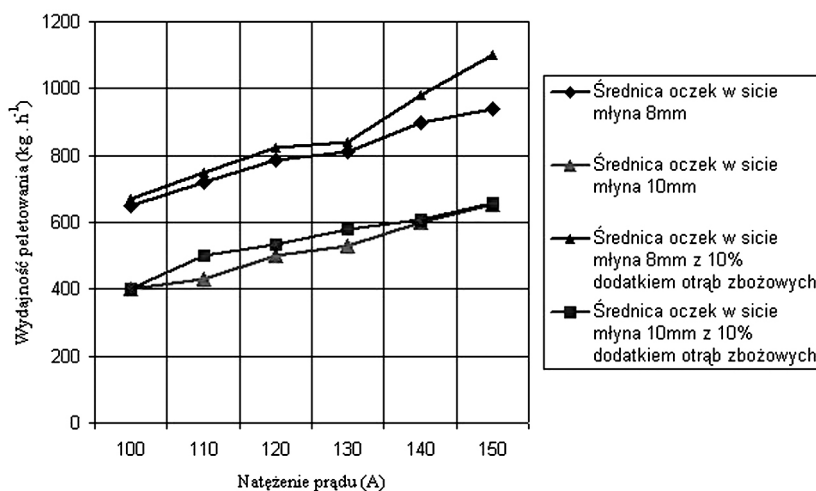
Tabela 3

Porównanie kosztów peletowania słomy bez dodatku oraz z dodatkiem 10% otrąb zbożowych

Table 3

Comparison of the straw pelleting costs without an additive and with an additive of 10% bran

Koszt 1 tony surowca	
bez dodatku otrąb zbożowych	z dodatkiem otrąb zbożowych
słoma 100%= 1 t	słoma 90% + otręby 10%, czyli:
1 t · 122 PLN·t <sup>-1</sup> = 122,00 PLN	słoma = 0,9 t · 122,00 PLN·t <sup>-1</sup> = 109,80 PLN
	otręby = 0,1 t · 510 PLN·t <sup>-1</sup> = 51,00 PLN
	Łącznie: 109,80 PLN + 51,00 PLN = 160,80 PLN
Koszt zużycia energii elektrycznej	
Natężenie prądu silnika pelecarki 120A	Natężenie prądu silnika pelecarki 114A
$P = \sqrt{3}(1,73) \cdot 400 \text{ (V)} \cdot 120\text{A} \cdot 0,85 = 70584$	$P = \sqrt{3}(1,73) \cdot 400 \text{ (V)} \cdot 114\text{A} \cdot 0,85 = 67054,8$
$W = 70,584 \text{ kW}$	$W = 67,0548 \text{ kW}$
Dla 1h = 70,584 kWh · 0,36 PLN·kWh <sup>-1</sup> = 25,41 PLN	Dla 1 h = 67,0548 kWh · 0,36 PLN · kWh <sup>-1</sup> = 24,14 PLN
Oszczędność: na zużyciu energii elektrycznej: 25,41 PLN·h <sup>-1</sup> – 24,14 PLN·h <sup>-1</sup> = 1,27 PLN·h <sup>-1</sup>	
Suma: koszt surowca + koszt zużycia energii elektrycznej	
122 PLN + 25,41 PLN = 147,41 PLN	160,80 PLN + 24,14 PLN = 184,94 PLN
Różnica: 147,41 PLN - 184,94 PLN = -37,53 PLN	



Rysunek 4. Wpływ średnicy otworu matrycy 12 i otworów sita w młynie bijakowy (8 mm i 10 mm) oraz zastosowania 10 % dodatku otrąb zbożowych na wydajności granulatora i natężenie prądu silnika granulatora

Figure 4. Impact of the diameter of the matrix mesh 12 mm and sieve meshes in the hammer mill (8 mm and 10 mm) and of the use of 10% additive of bran on the granulator efficiency and current intensity of the granulator engine



Natężenie prądu pracy silnika zespołu peletującego obniżyło się o 6-7A. Jest to jednak przedsięwzięcie nieopłacalne z uwagi na wysoki koszt zakupu otrąb zbożowych, co wykazano w analizie kosztów (tab. 3).

## Podsumowanie i wnioski

Wyniki badań wykazały, że przy peletowaniu słomy zbożowej (zarówno z dodatkiem, jak i bez dodatku otrąb zbożowych) ważną kwestią jest odpowiedni dobór otworów sita w młynie oraz otworów matrycy. Badania potwierdziły, że dla wszystkich analizowanych wariantów ewentualny wzrost wydajności powoduje wyraźny wzrost natężenia prądu. Nieco odmienny przebieg procesu peletowania uzyskano w przypadku wariantu średnica otworów matrycy 8 mm i sito w młynie o średnicy oczek 10 mm z 10% dodatkiem otrąb zbożowych, gdzie przy natężeniu prądu silnika granulatora 120 i 150 A, wydajność peletarki utrzymywała się na poziomie  $600 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ .

1. Dla badanych czterech wariantów układu sito młyna - matryca najwyższą wydajność uzyskano dla wariantu: średnica oczek sita w młynie 8 mm oraz średnica otworów matrycy peletarki 12 mm z 10% dodatkiem otrąb zbożowych.
2. Analiza zasadność dodawania otrąb zbożowych podczas peletowania słomy zbożowej, wykazała, że pomimo zmniejszenia kosztów zużycia energii elektrycznej przez granulator o  $1,27 \text{ PLN}\cdot\text{h}^{-1}$ , zastosowanie 10% dodatku otrąb zbożowych nie jest opłacalne, ponieważ suma kosztów surowca z dodatkiem otrąb zbożowych i kosztów zużycia energii elektrycznej jest wyższa od sumy kosztów samego surowca (bez dodatku otrąb zbożowych) i kosztów zużycia energii elektrycznej (tab.4).
3. Porównanie kosztów wykazało, że przy wydajności produkcji peletów na poziomie  $1 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$  (pomijając koszty robocizny, koszty amortyzacji) koszt słomy stanowi ok. 82,7% a koszt energii elektrycznej 17,3% sumy kosztów surowca i energii elektrycznej wytwarzania peletów. Wskaźniki te są zbliżone do wyników uzyskanych przez Szula (2013), gdzie wyniosły one odpowiednio 80,9% i 19%, oraz niższe od podawanych przez (Uasuf i Becker, 2011) gdzie podczas peletowania biomasy drzewnej koszty energii dochodziły do 50% (Uasuf i Becker, 2011).

## Literatura

- Denisiuk, W. (2007). Brykiety i pelety ze słomy w energetyce. *Inżynieria Rolnicza*, 9(97), 41-47
- Denisiuk, W. (2008). Słoma – potencjał masy i energii. *Inżynieria Rolnicza*, 2(100), 23-30
- Jakubiak, M., Kordylewski, Wł. (2008). Pelety podstawowym paliwem dla energetyki. *Archiwum spalania. Vol. 8*, 3-4, 1-12
- Jakubowska, J. (2010). Wniosek o wydanie pozwolenia na wprowadzanie gazów i pyłów do powietrza dla „Zakładu produkcji paliwa odnawialnego z biomasy roślinnej” w Równem 85A, Kopex-Eko Sp. z o.o. 40-172 Katowice, ul. Grabowa 1. Baj-Eko. Głubczyce
- Jakubowska, J.(2011). Analiza procesu peletowania biomasy z uwzględnieniem rodzaju materiału. Praca magisterska. Maszynopis Wrocław
- Kowalczyk-Juśko, A. (2009). Uciążliwa, ale bardzo atrakcyjna. *Agroenergetyka*, 4, 17-20

- Niedziółka, I. (2010). Możliwości wykorzystania biomasy roślinnej do produkcji brykietów i peletów. *Wiś Jutra*. 8/9 (145/146)
- Szlachta, J. (2006). Zasoby biomasy, zapotrzebowanie na biomasę energetyki zawodowej, transportu oraz perspektywy przysPLNego lokalnego rynku energii odnawialnej. V Dni Oszczędzania Energii, Wrocław 14-17 listopada 2006 r.
- Szul, T. (2013). Ocena opłacalności produkcji peletów ze słomy. *Technika Rolnicza, Ogrodnicza Leśna*, 2, 17-19
- Uasuf, A., Becker, G. (2011). Woods pellets production costs and energy consumption under different framework conditions in Northeast Argentina. *Biomass and Bioenergy*. 35. 1357-1366  
[http://www.portfel.pl/pl/ekologia/art2291Zuzycie\\_biomasy\\_w\\_Polsce.html](http://www.portfel.pl/pl/ekologia/art2291Zuzycie_biomasy_w_Polsce.html),

## **ANALYSIS OF WHEAT STRAW PELLETTING PROCESS AND THE LEGITIMACY OF ADDING BRAN ON THE EXAMPLE OF THE SELECTED PRODUCTION ESTABLISHMENT**

**Abstract.** Wheat straw pelleting process in the pellets producing establishment for the four combinations of the sieve meshes diameter in the mill 8 mm and 10 mm and the diameter of meshes in the matrix of a granulator 8 and 12 mm was analysed. The most advantageous process conditions were obtained for variant IV, i.e. a set of sieves in a mill with 8 mm diameter and 12 mm meshes of the granulator matrix when the highest performance of the granulator  $1100 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ , the lowest current of 115 A and the best quality of pellets were obtained. It was reported that for those sets both the operation of the mill and the granulator was correct. The use of 10% added bran to the pelleting process reduced the average current of the granulator by approximately 5%, significantly improved the quality of pellets, however, it was not economically justified, increasing the cost of pellets by 25.4%.

**Key words:** production of pellets, wheat straw, bran, pelleting process parameters

**Adres do korespondencji:**

Józef Szlachta; e-mail: [jozef.szlachta@up.wroc.pl](mailto:jozef.szlachta@up.wroc.pl)  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Chęłńskiego 37/41  
51-630 Wrocław