

# EFEKTYWNOŚĆ BRYKIETOWANIA WYBRANYCH ROŚLIN ENERGETYCZNYCH. CZĘŚĆ 2.

Streszczenie

Przeprowadzone badania miały na celu wyznaczenie wartości parametrów charakteryzujących proces brykietowania topinamburu i mozgi trzcinowatej. Oceniono podatność badanych materiałów na proces brykietowania przy wykorzystaniu brykieciarki typu PBH-100 firmy Protechnika. W artykule, będącym częścią 2. przeprowadzonych badań, pominięto rozdział stanowiący wprowadzenie do podjętej tematyki badawczej oraz rozdział Materiał i metodyka w części stanowiącej opis przygotowania surowca do badań (Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2014, nr 3). W niniejszej części wyznaczono właściwości wytrzymałościowe brykietu oraz wyznaczono nakłady energii elektrycznej ponoszone w procesie brykietowania. Stwierdzono, że cechy wytrzymałościowe aglomeratu przyjmowały najwyższe wartości dla wilgotności surowca 16% i były za każdym razem wyższe dla brykietu otrzymanego z topinamburu. Wykazano, że zapotrzebowanie energii elektrycznej było niższe podczas brykietowania mozgi trzcinowatej (średnio 416,7 kJ·kg<sup>-1</sup>). Natomiast dla topinamburu wynosiło średnio 500,9 kJ·kg<sup>-1</sup>.

**Słowa kluczowe:** topinambur, mozga trzcinowata, brykietowanie, energochłonność aglomerowania ciśnieniowego, jakość brykietów

## Metodyka badań

Proces brykietowania zrealizowano przy użyciu brykieciarki hydraulicznej typ PBH-100 firmy Protechnika. Ciśnienie robocze zagęszczania wynosiło 50 MPa. Wartość założonego ciśnienia uzyskiwano poprzez ustalenie wymaganej siły nacisku szcęk mechanizmu regulacji oporu prasowania. Otrzymywany brykiet miał średnicę 60 mm i długość 80 mm.

W odniesieniu do wyprodukowanego brykietu przeprowadzono badania wytrzymałości kinetycznej według PN-EN 15210-2:2011. Wyznaczono także wytrzymałość (odporność) mechaniczną aglomeratu  $\delta_m$ . Pomiar przeprowadzono w oparciu o test brazylijski [1, 2] przy użyciu maszyny wytrzymałościowej Zwick Z020/TN2S w zakresie obciążeń 0-500 N. Aglomerat o średnicy  $d$  i długości  $l$  ściskano poprzecznie do osi do momentu zniszczenia (pęknięcia), wyznaczając maksymalną siłę niszczącą  $F_n$ . Odporność mechaniczną  $\delta_m$  obliczano ze wzoru:

$$\delta_m = \frac{2F_n}{\pi dl} \quad [\text{MPa}], \quad (1)$$

W celu określenia jednostkowych nakładów energii brykietowania  $E_b$  wyznaczano wartość mocy czynnej  $P$  zużywanej przez brykieciarkę w tym samym przedziale czasowym, w którym określano masę wytworzonego brykietu  $m_b$ . Pomiar i rejestrację mocy wykonano miernikiem parametrów sieci typu Vega 76 wyposażonym w cęgi pomiarowe HT96U.

Energochłonność obliczono według wzoru:

$$E_r = \frac{\int_{t_1}^{t_2} P(t) dt}{m_b} \quad [\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}]. \quad (2)$$

Analizę zależności pomiędzy parametrami procesu brykietowania a wilgotnością materiału sypkiego wykonano przy wykorzystaniu procedur statystycznych zawartych w programie STATISICA, przyjmując za każdym razem poziom istotności  $\alpha = 0,01$ .

## Wyniki badań

Równania regresji, opisujące zależność badanych cech procesu brykietowania od wilgotności surowca zestawiono w tab. 1. Analiza regresji wykazała, że otrzymane zależności mogą być opisane równaniami liniowymi lub równaniami kwadratowymi drugiego stopnia. Zależności te przedstawiono na rys. 1-3.

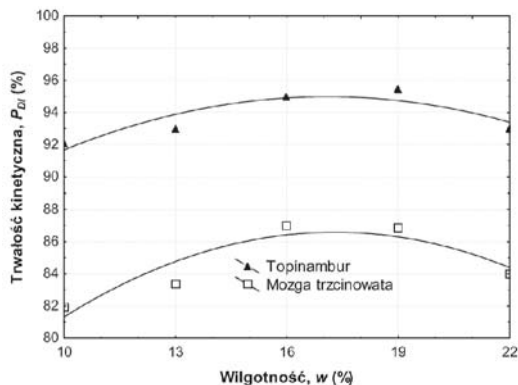
Tab. 1. Równania regresji opisujące zależność trwałości kinetycznej ( $P_{Dl}$ ), odporności mechanicznej ( $\delta_m$ ) i energochłonności brykietowania ( $E_b$ ) od wilgotności surowca ( $w$ ) oraz wartości współczynnika determinacji ( $R^2$ )

Table 1. Regression equations describing the correlations between briquette durability index ( $P_{Dl}$ ), mechanical strength ( $\delta_m$ ) and unit pressing energy expenditures ( $E_b$ ) and moisture of raw material ( $w$ ) and the values of determination coefficient ( $R^2$ )

Parametr procesu	Surowiec	Równanie regresji	R <sup>2</sup>
Trwałość kinetyczna, $P_{Dl}$	Topinambur	$P_{Dl} = -0,066w^2 + 2,251w + 75,75$	0,811
	Mozga trzcinowata	$P_{Dl} = -0,098w^2 + 3,403w + 57,21$	0,845
Odporność mechaniczna, $\delta_m$	Topinambur	$\delta_m = -0,002w^2 + 0,076w - 0,221$	0,945
	Mozga trzcinowata	$\delta_m = -0,002w^2 + 0,051w - 0,179$	0,956
Energochłonność brykietowania, $E_b$	Topinambur	$E_b = -14,61w + 734,7$	0,985
	Mozga trzcinowata	$E_b = -18,64w + 715,1$	0,992

Źródło: opracowanie własne / Source: own work

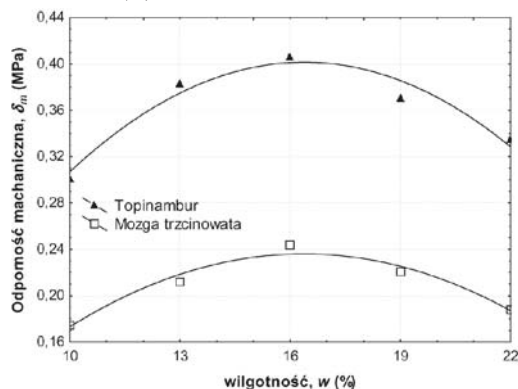
Wyniki badań zobrazowane na rys. 1 i 2 pozwalają stwierdzić, że wyższymi wartościami parametrów wytrzymałościowych charakteryzował się brykiet otrzymany z topinamburu. W tym przypadku najwyższą trwałość kinetyczną (powyżej 95%) stwierdzono dla wilgotności 16 i 19%. Podobną zależność stwierdzono również w odniesieniu do mozgi. Jednak trwałość aglomeratu powstałego z tego surowca była przeciętnie o 8 pkt procentowych niższa.



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 1. Zależność trwałości kinetycznej brykietu ( $P_{Dj}$ ) od wilgotności surowca ( $w$ )

Fig. 1. Correlation between briquette durability index ( $P_{Dj}$ ) and moisture content ( $w$ )



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

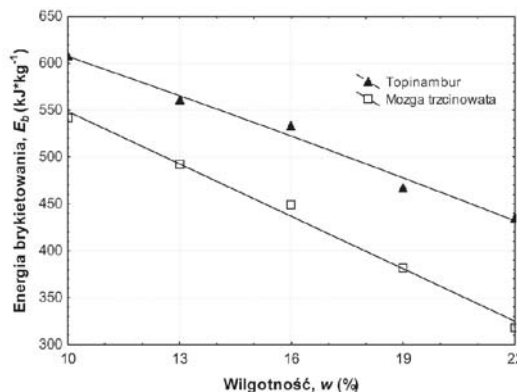
Rys. 2. Zależność odporności mechanicznej brykietu ( $\delta_m$ ) od wilgotności surowca ( $w$ )

Fig. 2. Correlation between mechanical strength ( $\delta_m$ ) and moisture content ( $w$ )

Podobne tendencje zmian do tych przedstawionych na rys. 1, zaobserwowano również w przypadku analizy zależności między odpornością mechaniczną brykietu a wilgotnością (rys. 2). Dla obydwu surowców, najwyższą wartość parametru  $\delta_m$  odnotowano przy wilgotności materiału wyjściowego 16%. Zarówno niższa, jak też wyższa wilgotność powodowała spadek wartości analizowanego parametru. Zakres zmienności  $\delta_m$  w odniesieniu do topinamburu mieścił się w przedziale od 0,302 do 0,406 MPa. Natomiast w przypadku mozgi trzcinowatej wahał się w zakresie od 0,175 do 0,244 MPa. Odporność mechaniczna brykietu z topinamburu była za każdym razem wyższa od tego otrzymanego z mozgi średnio o 67%.

Z kolei uzyskane wyniki badań energochłonności brykietowania (rys. 3) zawierały się w przedziale od 297,7 do

587,7 kJ·kg<sup>-1</sup>. Na ich podstawie należy stwierdzić, iż wzrost wilgotności przetwarzanych surowców powodował znaczącą redukcję nakładów energii ponoszonych na prasowanie. W analizowanym zakresie badawczym redukcja ta wynosiła odpowiednio (29%) dla topinamburu i (43%) dla mozgi. Warto również zauważyć, że wyższą energochłonnością (przeciętnie o 20%) charakteryzowało się przetwarzanie topinamburu. Prawdopodobnie taka występowała w całym badanym przedziale wilgotności.



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 3. Zależność energochłonności brykietowania ( $E_b$ ) od wilgotności surowca ( $w$ )

Fig. 3. Correlation between unit pressing energy expenditures ( $E_b$ ) and moisture content ( $w$ )

## Wnioski

Na podstawie wyników badań można sformułować następujące wnioski:

1. Wykazano, iż wraz ze zwiększaniem wilgotności materiału rośnie trwałość kinetyczna aglomeratów w przedziale od 10 do 19%. Natomiast odporność mechaniczna zwiększa się w przedziale 10-16%. Za każdym razem lepsze właściwości wytrzymałościowe wykazuje aglomerat otrzymany z topinamburu.
2. Wzrost wilgotności materiału w badanym przedziale, powoduje spadek zapotrzebowania na energię aglomerowania. Średnia wartość redukcji energochłonności wynosi 42%. Stwierdzono, iż niższe jednostkowe nakłady energii odnoszą się do wytwarzania brykietu z mozgi trzcinowatej i są przeciętnie o 16% mniejsze niż w przypadku brykietowania topinamburu.

## Bibliografia

- [1] Li Y., Wu D., Zhang J., Chang L., Wu D., Fang Z., Shi Y.: Measurement and statistics of single pellet mechanical strength of differently shaped catalysts. Powder Technology, 2000, vol. 113, 176-184.
- [2] Ruiz G., Ortiz M., Pandolfi A.: Three-dimensional finite-element simulation of the dynamic Brazilian tests on concrete cylinders. Int. J. Numer. Meth. Engng, 2000, vol. 48, 963-994.

## BRIQUETTING EFFICIENCY OF SELECTED ENERGY CROPS. PART 2.

### Summary

The following paper examines the outcomes of pressure agglomeration process of some energy crops (woodland sunflower and reed canary grass). The materials susceptibility to briquetting was assessed. In the studies the briquetting machine type PBH - 100 from Protechnika was used. In this paper, being part 2 of conducted research, the introduction to investigations as well as the chapter concerning the material and methodology as regards the description of preparation of material for tests were omitted. Physical properties of briquette and electrical energy consumption were evaluated. It has been found that the mechanical durability of briquette achieved the highest value for the 16% moisture content, and each time were higher for the briquettes obtained from woodland sunflower. It has been shown that the unit pressing energy expenditures is lower during briquetting reed canary grass (on average 416,7 kJ·kg<sup>-1</sup>). And for woodland sunflower averaged 500,9 kJ·kg<sup>-1</sup>.

**Key words:** woodland sunflower, reed canary grass, briquetting, pressure agglomeration energy consumption, briquette quality