

ODPADY TARTACZNE JAKO ŹRÓDŁO ENERGII W TRANSPORCIE I ENERGETYCE

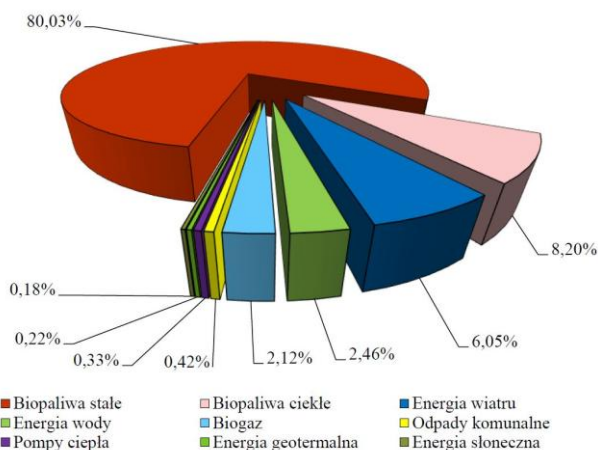
Streszczenie

W artykule omówiono wykorzystanie odpadów tartacznych jako źródła energii w transporcie oraz energetyce. Dyrektywy Unii Europejskiej oraz przyjęte uchwały zobowiązują Polskę do zwiększenia wykorzystania zasobów energii odnawialnej, tak aby udział tej energii w finalnym zużyciu energii brutto osiągnął w 2020 roku 15%. Około 80 % energii pozyskanej z odnawialnych źródeł stanowią biopaliwa stałe. Analizie poddane zostały odpady wytwarzane w tartaku o wysokiej sprawności znajdującym się w województwie wielkopolskim. Na podstawie zebranych informacji określono stosunek ilości odpadów do rocznego przerobu tartaku. Następnie obliczono wartość opałową odpadów i przeprowadzono analizę wykorzystania odpadów jako źródła energii na potrzeby ciepłno-energetyczne tartaku. W pracy wykazano, że ilość odpadów otrzymywanych w wyniku obróbki kłód zaspokoi zapotrzebowanie tartaku na energię cieplną.

WSTĘP

Wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na energię oraz obowiązującymi Dyrektywami Unii Europejskiej wzrasta zainteresowanie wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. W Polsce założenia do rozwoju energetyki odnawialnej zostały określone w dokumencie rządowym zatytułowanym: „Strategia rozwoju energetyki odnawialnej” (przyjętym przez Sejm w dniu 23 sierpnia 2001 r.) oraz w dokumentach: „Polityka energetyczna Polski do roku 2030” (przyjętym przez Radę Ministrów w dniu 10 listopada 2009 r.) i w „Programie dla elektroenergetyki” (przyjętym przez Radę Ministrów w dniu 28 marca 2006 r.). Celem strategicznym polityki państwa jest zwiększenie wykorzystania zasobów energii odnawialnej, tak aby udział tej energii w finalnym zużyciu energii brutto osiągnął w 2020 roku minimum 15%.

W raporcie przygotowanym przez Główny Urząd statystyczny z dnia 28 listopada 2014 r. przedstawiono procentowy udział pozyskania energii ze źródeł odnawialnych według nośników w Polsce w 2013 r. Na podstawie rysunku nr 1 można stwierdzić iż około 80% energii pozyskanej z odnawialnych źródeł stanowią biopaliwa stałe. W artykule podjęto tematycznie wykorzystania biopaliw stałych, powstałych z odpadów tartacznych i wykorzystania ich jako źródła energii w transporcie i energetyce.



Rys. 1. Pozyskanie energii ze źródeł odnawialnych według nośników w Polsce w 2013 r. [2]

1. BIOPALIWA STAŁE WYTWARZANE Z DREWNA

Drewno przeznaczone na cele energetyczne może być wykorzystywane w różnych postaciach [3, 4]. Najczęściej spotykane postacie to:

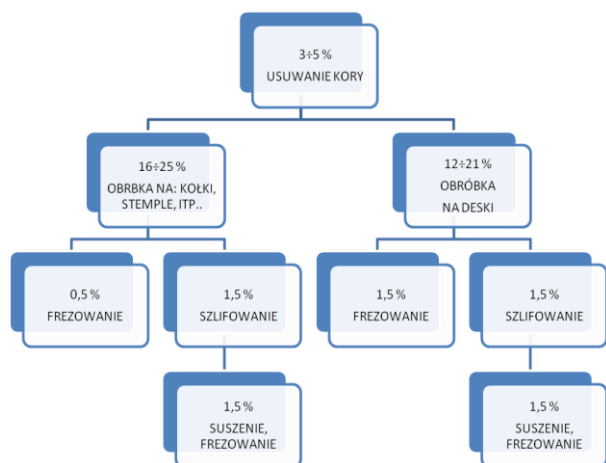
- trociny - odpad stanowiący około 10% drewna przerabianego w tartakach. Są to produkty powstające podczas skrawania, frezowania itp. w zakładach bardziej zaawansowanej obróbki drewna. Poziom wilgotności trocin jest bardzo zróżnicowany i szacuje się go na poziomie od 6÷10% do 45÷65% dla trocin pochodzących prosto z drzew świeżo ściętych. Przy wilgotności 5÷15% zawartość popiołu wynosi mniej niż 0,5
- wióry - podobnie jak trociny, produktem ubocznym przemysłu drzewnego, powstającym w wyniku kolejnych etapów przetwarzania. Cechą charakterystyczną wiórów jest niska wilgotność (5÷15%). Zawierają niewielką ilość zanieczyszczeń.
- zrębki drzewne - rozdrobnione drewno które w postaci długich na 5÷50 mm ścinków o nieregularnych kształtach. Odpady drzewne zwane zrębkami powstają podczas przerobu odpadów w rębarkach które zgodnie z swoją charakterystyką oraz parametrami przetwarzają na odpowiednią wielkość. Zrębki są doskonałym paliwem dla kotłów
- kora - produkt wartościowy pod względem energetycznym odpad przetwórstwa drzewnego, stanowiący od 10 do 15% masy pozyskiwanego drewna. Jej wartość opałowa wynosi 18,5÷20 MJ/kg, wilgotność 55÷65%, a zawartość popiołu, który ma tendencję do żużlowania stanowi 1÷3% suchej masy. W dużej mierze kora zostaje przetworzona na trociny na drodze produkcyjnej.
- brykiety drzewny - ma formę w postaci walca lub kostki, utworzona z suchego rozdrobnionego drewna (trocin, wiórów czy zrębków), sprasowanego pod wysokim ciśnieniem bez dodatku substancji klejących. Wartość energetyczna: 19÷21 GJ/t; wilgotność: 6÷8%; zawartość popiołu: 0,5÷1% suchej masy.
- pelety - produkowane z odpadów drzewnych - najczęściej z trocin i wiórów - długie na kilka cm granulki o średnicy 6÷25 mm. Granulat wytłacza się w prasie rotacyjnej, bez dodatku substancji klejącej i pod dużym ciśnieniem, które umożliwia duże zagęszczenie surowca. Pelety są paliwem łatwym do transportowania, najpraktyczniejszym w magazynowaniu i najwygod-

niejszym w eksploatacji. Ich zaletą jest też bardzo niska zawartość popiołu (0,4÷1% suchej masy). Wartość energetyczna pelet wynosi 16,5÷17,5 MJ/kg, a wilgotność 7÷12%.

2. OGÓLNE CHARAKTERYSTYKA TARTAKU ORAZ WIELKOŚĆ ODPADU DRZEWNEGO

Analizie poddane zostały odpady wytwarzane w tartaku mieszczącym się przy ul. Warszawskiej w Słupcy w województwie wielkopolskim. Maksymalny roczny przerób tartaku wynosi ok. 1500 m³. W okresie od listopada do końca grudnia następuje okres mniejszego przerobu spowodowany mniejszym zapotrzebowaniem na drewno przez branżę budowlaną. Ogólny odpad powstający na poszczególnych etapach obróbki drewna wynosi 40÷60% rocznego przerobu, co wynosi około 600÷900 m³. Duża rozpiętość otrzymywanego odpadu wynika z wielu czynników, zaczynając od jakości drewna, ukształtowania kłody, kończąc na rodzaju obróbki kłody w celu otrzymania końcowego produktu np. deski, stemple, itp.

Na rysunku nr 2 przedstawiona została linia produkcyjna, w której ukazany został procentowy udział odpadu powstający na poszczególnych fazach technologicznych.



Rys. 2. Procentowy udział odpadu na poszczególnych fazach technologicznych

W trakcie obróbki kłody otrzymujemy na poszczególnych etapach

odpad mokry w wysokości 37÷57% oraz suchy w wysokości 3%. Głównym gatunkiem drewna obrabianym w tartaku jest sosna. Sosna jest zdefiniowana jako drewno lekkie. Jej gęstość w stanie powietrzno-suchym, do 15% zawartości wilgoci, wynosi 450 kg/m³, z kolei w stanie świeżo ściętym gęstość sosny wynosi 750 kg/m³. W tabelicy nr 1 przedstawione zostało zestawienie ilości odpadów w zależności od rodzaju. W przypadku odpadu z drewna mokrego na poziomie 37% odpadu rocznego otrzymujemy 555 m³ odpadu o gęstości 750 kg/m³ i łącznej masie 416250 kg, z kolei odpadu na poziomie 57% otrzymujemy 855 m³ odpadu o gęstości 750 kg/m³ i łącznej masie 641250 kg. Stosunek odpadu z drewna suchego wynosi 3% i otrzymujemy z niego 45 m³ odpadu o gęstości 450 kg/m³ i łącznej masie 20250 kg.

3. ANALIZA KALORYCZNOŚCI PALIWA

Bardzo ważnym etapem analizy biopaliw stałych powstałych z odpadów tartacznych jest obliczenie ich wartości opałowej. [7] Docelowym produktem jaki otrzymujemy w tartakach z odpadu w wyniku obróbki są zrębki. Jest to rozdrobnione drewno o długości około 5 do 50 mm. Ich wilgotność w przypadku zrębek z świeżego drzewa sosnowego wynosi około 40%. Przyjmując, że zrębki nie są w żaden sposób zagęszczane ich objętość rośnie w stosunku do litego odpadu. Głównymi czynnikami wpływającymi na wartość opałową biopaliw stałych jest ich wilgotność oraz gęstość. Stosunek wilgotność zrębków do ich gęstości oraz wartości opałowej w zależności od ich zagęszczenia został przedstawiony w tabeli nr 2. W tabeli nr 3 zestawione zostały wyniki obliczeń wartości opałowej badanego paliwa. Z tabeli wynika iż zrębki o wilgotności na poziomie około 40% posiadają wartość opałową wynoszącą około 0,68 MWh/m³, z kolei wartość opałowa zrębek o wilgotności niższej niż 15% wynosi 0,91 MWh/m³.

Tab. 3. Zestawienie wyników obliczeń wartości opałowej

Rodzaj odpadu	Wilgotność odpadu	Objętość odpadu	Objętość zrębek niezagęszczonych	Użyteczna wartość opałowa zrębek
Drewno mokre	40 %	555 m ³ /rok	1648 m ³ /rok	0,68 MWh/m ³
	40 %	855 m ³ /rok	2890 m ³ /rok	0,68 MWh/m ³
Drewno suche	< 15 %	45 m ³ /rok	121 m ³ /rok	0,91 MWh/m ³

Tab. 1. Zestawienie ilości odpadów

Rodzaj odpadu	Procentowy udział w rocznym przerobie	Objętość odpadu	Gęstość odpadu	Masa odpadu
drewno mokre	37 %	555 m ³ /rok	750 kg/m ³	416250 kg/rok
	57 %	855 m ³ /rok		641250 kg/rok
drewno suche	3 %	45 m ³ /rok	450 kg/m ³	20250 kg/rok

Tab. 2. Wartości opałowe zrębków drzewnych przy różnych wartościach wilgotności i zagęszczeniu [1]

Wilgotność	Gęstość zrębków				Użyteczna wartość opałowa	
	zagęszczonych		niezagęszczonych		zagęszczonych	niezagęszczonych
%	Kg s.m/m ³	Kg/m ³	Kg s.m/m ³	Kg/m ³	MWh/m ³	MWh/m ³
0	450	450	180	180	2,4	0,96
0	400	400	160	160	2,13	0,85
30	450	600	180	234	2,1	0,82
30	400	520	160	208	1,81	0,73
40	450	630	180	252	1,83	0,73
40	400	560	160	224	1,62	0,65
50	450	675	180	270	1,55	0,62
50	400	600	160	240	1,38	0,55

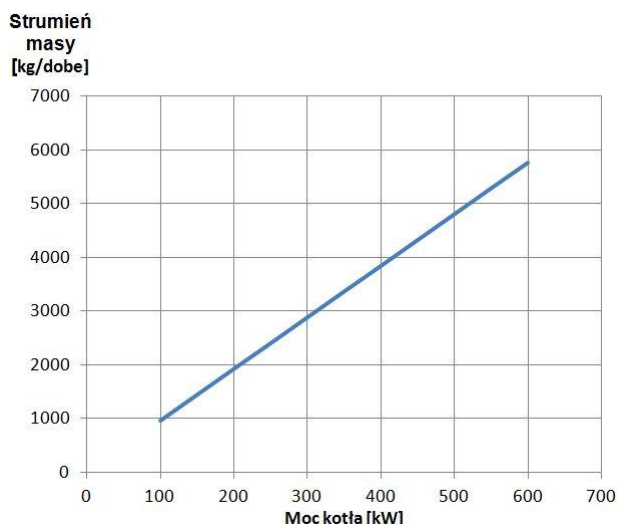
4. PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA ODPADÓW TARTACZNYCH

W celu przedstawienia możliwości wykorzystania odpadów tartacznych jako źródła energii wykonano projekt, który miał odpowiedzieć na pytanie: Czy paliwo ze zrębek wytwarzanych przez tartak jest w stanie zaspokoić jego zapotrzebowanie na energię cieplną?

Tartak składa się z czterech powierzchni grzewczych:

- magazynu o powierzchni 250 m²,
- stolarni o powierzchni 200 m²,
- suszarni próżniowej Eberl o pojemności 16 m³,
- suszarni o pojemności 22 m³.

W tabeli nr 4 przedstawiono zestawienie zapotrzebowania na ciepło w poszczególnych przedziałach czasowych dla poszczególnych pomieszczeń. W tym celu należało uwzględnić porę roku oraz fakt, że suszarnia Eberl pobiera ciepło co szósty dzień. Posiadając informacje o zapotrzebowaniu można było przystąpić do obliczenia strumienia masy paliwa potrzebnego do uzyskania oczekiwanej mocy korzystając ze wzoru nr 1 [6].



Rys. 3. Zależność między mocą kotła, a strumieniem masy paliwa

Na charakterystyce przedstawionej w rysunku nr 3 możemy zaobserwować liniową zależność pomiędzy mocą kotła, a strumieniem masy zrębek dla przedstawionego przypadku.

$$m_{pal} = \frac{\dot{Q}}{\eta \cdot H} [kg/s] \quad (1)$$

gdzie: m_{pal} - strumień masy paliwa, \dot{Q} - moc, η - sprawność kotła, H - wartość opałowa

W tabeli nr 5 zestawiono wyniki obliczeń potrzebnego strumienia masy paliwa.

Tab. 5. Zestawienie wyników obliczeń wartość opałowej

	Strumień masy paliwa [kg/czas]
Wiosna / Jesień	366336
Lato	108000
Zima	179712
Zapotrzebowanie na cały rok	556848
Ilość paliwa jaką dysponuje tartak	436500+661500

W obliczeniach przyjęto sprawność kotła na poziomie 80 % [5]. Biorąc pod uwagę, że współczesne kotły osiągają sprawność ponad 90 % wynik byłby jeszcze korzystniejszy. Średnia ilość odpadów tartacznych wystarczyła by na pokrycie zapotrzebowania na energię cieplną.

PODSUMOWANIE

Przykład wykorzystania odpadów tartacznych jako źródła energii w celu zaspokojenia zapotrzebowania na energię cieplną przez tartak pokazuje jak duże korzyści płyną z ich odpowiedniego zagospodarowania. Przykład ten pokazuje, że wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii poza korzyściami ekologicznymi, może prowadzić do korzyści finansowych i nie powinien być lekceważone.

BIBLIOGRAFIA

1. Gradziuka P., Grzybek A., Kowalczyk K., Kościak B., Biopaliwa. Wyd. „Wieś Jutra”, Warszawa 2003.
2. Główny Urząd Statystyczny, Energia ze źródeł odnawialnych w 2013 r., Informacje i Opracowania Statystyczne, Warszawa 2014.
3. Nowak W., Stachel A., Borsukiewicz-Gozdur A., Zastosowania odnawialnych źródeł energii. Wyd. Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 2008.
4. Sorensen B., Renewable Energy. Elsevier 2011.
5. Urbaniak R., Bartoszewicz J., Kłosowiak R., Main causes of NOx emissions by low-power boilers, Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 24, No. 5 (2015), 2223-2230.
6. Szargut J., Termodynamika. Warszawa 1998.
7. E. Dahlquist, Biomass as Energy Source. Taylor & Francis Group, London 2013.

Tab. 4. Zapotrzebowanie na moc cieplną dla poszczególnych budynków

	Stolarnia [kW]	Magazyn [kW]	Suszarnia [kW]	Suszarnia Eberl [kW]	Ciepła woda [kW]	Maksymalna potrzebna moc [kW]	Moc bez pracy suszarni Eberl [kW]
Zima	33	35	90	176	41	375	199
Wiosna / Jesień	13	8	89	176	41	327	152
Lato	0	0	88	176	41	305	129

SAWMILL WASTE AS A SOURCE OF ENERGY IN THE TRANSPORT AND ENERGY SECTOR

Abstract

The article show of waste as an energy source's foremost transport and energy. Directive of the European Union and adopted resolutions oblige Poland to increase the use of renewable energy resources. The participation of this energy in the final gross energy consumption has reached 15% by 2020. About 80% of energy obtained from renewable sources constitute biofuel. Analysis of waste have been manufactured for high-efficiency sawmill located in Wielkopolska. On the basis of the information collected referred to the ratio of the quantity of the waste for processing of annual sawmill. Then calculated calorific value of the waste and the use of waste as a source of energy analysis for thermo-energy sawmill. In the article is shown that the amount of waste obtained by the processing of logs will satisfy the demand of the sawmill on thermal energy.

Autorzy:

mgr inż. **Adam Nygard** – Politechnika Poznańska, Katedra Techniki Ciepłej

dr hab. inż. **Jarosław Bartoszewicz**, prof. nadzw. – Politechnika Poznańska, Katedra Techniki Ciepłej

dr inż. **Robert Kłosowiak** – Politechnika Poznańska, Katedra Techniki Ciepłej

mgr inż. **Łukasz Semko** – Politechnika Poznańska, Katedra Techniki Ciepłej