

Kotłownie konwencjonalne. Efekt ekonomiczny i ekologiczny zastosowania biomasy

Autorzy: dr inż. **Stanisław Kruszyński**, dr inż. **Jarosław Boryca**, Wydział Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej, Politechnika Częstochowska

(„Czysta Energia” – 4/2006)

Podstawą większości systemów ciepłowniczych w Polsce są ciepłownie lub elektrociepłownie działające w oparciu o kotły węglowe rusztowe lub pyłowe — jako źródło ciepła oraz dwuprzewodową, promieniową, wodną sieć ciepłowniczą, składającą się z rurociągów przesyłowych oraz węzłów cieplnych.

Systemy te projektowane były przy założeniu jakościowej regulacji poboru ciepła, w której przepływ w poszczególnych odcinkach rurociągu jest parametrem stałym. Natomiast parametrem zmiennym, w zależności od warunków pogodowych jest temperatura wody zasilającej oraz powrotnej. Zróznicowanie poboru ciepła przez poszczególne węzły odbywa się poprzez system kryz dobieranych w zależności od dyspozycyjnej różnicy ciśnień. W przypadku zbyt niskiej lub zbyt wysokiej temperatury wody w sieci wszyscy odbiorcy byli w jednakowym stopniu „przeegrzani” lub „niedogrzani”.

W związku z wysokim kosztem opalania sieci grzewczej coraz częściej poszukuje się alternatywnych źródeł energetycznych. Coraz częściej sięga się po rozwiązania technologiczne zamieniając kotły opalane węglem na kotły opalane paliwami ekologicznymi w postaci biomasy stałej.

Ekologiczne paliwa stałe

Pelety

Pelety są to elementy w kształcie cylindrycznym, o średnicy 8-12 mm i długości 5-40 mm, powstałe ze sprasowania trocin, ścinek, wiórów i innych odpadków powstałych przy obróbce drewna. Pelety nie zawierają w sobie żadnych chemicznych dodatków (typu kleje czy lakiery). Pierwsze pelety powstały kilkadziesiąt lat temu w przemyśle spożywczym, gdzie produkuje się tzw. paszę granulowaną. Bez większych modyfikacji technologia ta została przeniesiona do produkcji paliwa z biomasy. Największymi użytkownikami pelet w Europie są Szwedzi, Duńczycy, Niemcy i Austriacy.

Orientacyjne parametry techniczne paliw ekologicznych

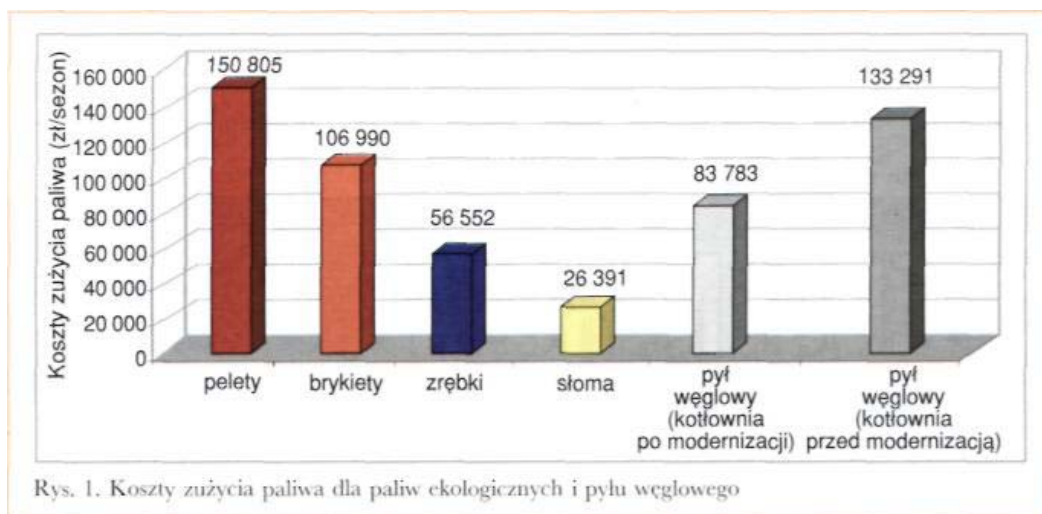
	Wartość opałowa [MJ/kg]	Zawartość popiołu [%]	Zawartość węgla [%]	Zawartość siarki [%]	Zawartość wilgoci [%]	Cena [zł/t]
Pelety	16,5-18,5	0,5-1,2	50	ok. 0,02	8,0-12,0	400
Brykiety	17,5-19,5	0,2-2,0	50	ok. 0,03	10,0-12,0	300
Zrębki	10,0-18,0	0,6-5,0	50	ok. 0,03	30,0-60,0	120
Słoma	14,0-16,0	0,5-5,0	46	0,05-0,15	10,0-20,0	60
Miał węglowy	20,0-24,0	18,0-25,0	68	ok. 1,2	do 12	235

Brykiet

Brykiet drzewny produkowany jest z rozdrobnionych odpadów drzewnych takich jak trociny, wióry czy zrębki, sprasowywanych pod wysokim ciśnieniem bez dodatku substancji klejących. Niska zawartość wilgoci sprawia, że wartość opałowa brykietów jest wyższa niż drewna. Brykiet drzewny ma najczęściej kształt kostki lub walca o średnicy 6-12 mm i długości 10-30 cm. Może być on efektywnie spalany w kotłach małej mocy z zasypem ręcznym lub automatycznym i w kotłach zgazowujących oraz może być wykorzystywany jako paliwo zastępcze w stosunku do węgla i mialu lub być z nimi współspalany.

Zrębki drzewne

Zrębki drzewne to rozdrobnione drewno całego drzewa (wraz z gałęziami) o długości 5-50 mm. Zrębki drzewne z tartaków są produktem ubocznym obrabiania kłód, natomiast zrębki wierzbowe są produkowane na szybko rosnących plantacjach, uprawianych na terenach rolnych. Wykorzystanie drewna na cele opałowe w Polsce szacuje się na ok. 100 tys. indywidualnych kotłowni małej mocy, ok. 70 nowoczesnych, zautomatyzowanych instalacji kodowych opalanych odpadami drzewnymi, funkcjonujących przy zakładach przemysłu drzewnego, ok. 50 instalacji energetycznego wykorzystania odpadów drzewnych w zakładach celulozowo-papierniczych o łącznej mocy 1000 MW oraz kilka ciepłowni bazujących na zrębkach pozyskiwanych w gospodarce leśnej (o mocach 0,5-2,5 MW) w sektorze komunalnym.



Baloty słomiane (słoma)

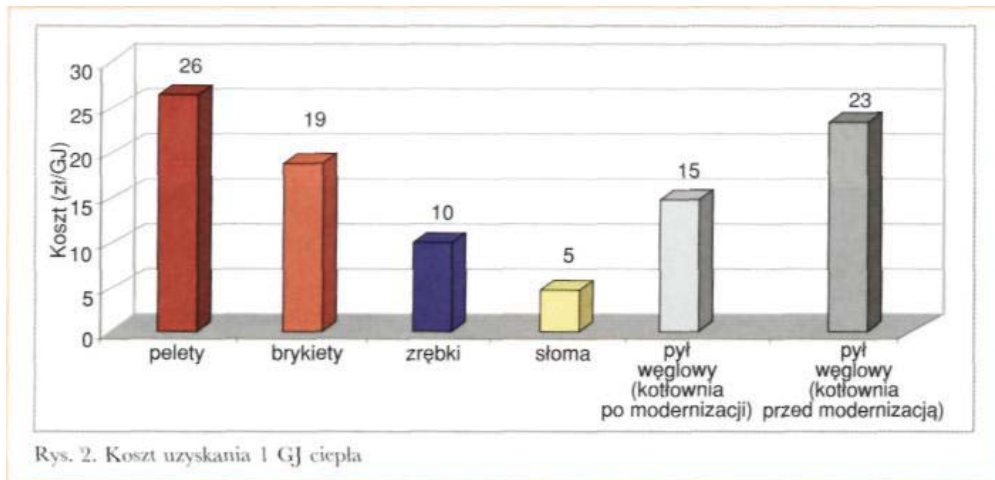
Słoma to dojrzałe i wysuszone źdźbła roślin zbożowych, strączkowych i rzepaku. Zasoby słomy zbożowej i rzepakowej sięgają rocznie 25 mln ton. Wartość opałowa słomy wynosi ok. 15 MJ/kg, co odpowiada pod względem energetycznym 0,7 kg węgla. Ze zbiorów słomy z 1 ha pola (ok. 5 ton) przez jeden sezon grzewczy można zaoszczędzić 3,5 tony węgla. Do spalania słomy używa się specjalnie do tego skonstruowanych kotłów. Słomę spala się w postaci balotów i kostek.

W tabeli zestawiono parametry techniczne paliw ekologicznych i pyłu węglowego.

Kotłownia na paliwo konwencjonalne

Przykładowa, poddana analizie kotłownia jest wyposażona w trzy kotły wodne typu WCO-80, opalane miałem węglowym.

Składają się na nią klasyczne, trzyciągowe kotły płomienicowo-płomieniówkowe, z wewnętrzną komorą nawrotną i centralnie umieszczoną komorą paleniskową (płomienica). Kotłownia ta eksploatowana jest tylko w sezonie grzewczym do celów centralnego ogrzewania. Zainstalowane kotły charakteryzują się niską sprawnością — rzędu 44%. Kotłownia w sezonie grzewczym dostarcza 5740 GJ ciepła.



Szybki zwrot kosztów

Wykonano obliczenia zużycia paliwa i kosztów z tym związanych. Przeprowadzono je dla kotłowni produkującej podaną ilość ciepła z wykorzystaniem istniejących kotłów o niskiej sprawności, dla kotłów o sprawności rzędu 70% oraz dla kotłów na biopaliwa stałe.

Zużycie paliwa na sezon grzewczy oblicza się z zależności:

$$\dot{m}_{ps} = \frac{Q \cdot 100}{\eta_k \cdot Q_d} = \frac{574000}{\eta_k \cdot Q_d} \left[\frac{\text{ton}}{\text{sezon}} \right]$$

gdzie:

Q — ilość wyprodukowanego ciepła (GJ),

η_k — sprawność cieplna kotła (%),

Q_d — wartość opalowa paliwa (MJ/kg).

Koszt wytworzenia ciepła dla sezonu grzewczego z użyciem analizowanych paliw:

$$K = \dot{m}_{ps} \cdot C_f \left[\frac{\text{zł}}{\text{sezon}} \right]$$

$$K_c = \frac{K}{Q} \left[\frac{\text{zł}}{\text{GJ}} \right]$$

K — koszt paliwa za sezon grzewczy (zł/sezon),

K_c — koszt wytworzonego ciepła w sezonie grzewczym (zł/GJ),

C_j — cena jednostkowa (zł/tonę paliwa).

Na rys. 1 przedstawiono koszty paliwa w sezonie grzewczym, a na rys. 2 — koszt uzyskania 1 GJ ciepła dla paliw ekologicznych i pyłu węglowego.

Jak wynika z rys. 1, najbardziej opłacalne wydaje się zastosowanie jako paliwa zrębków lub słomy. Zysk z zastosowania tych paliw w stosunku do pyłu węglowego przed modernizacją kotłowni kształtuje się odpowiednio: 106 900 zł dla słomy i 76 739 zł dla zrębków.

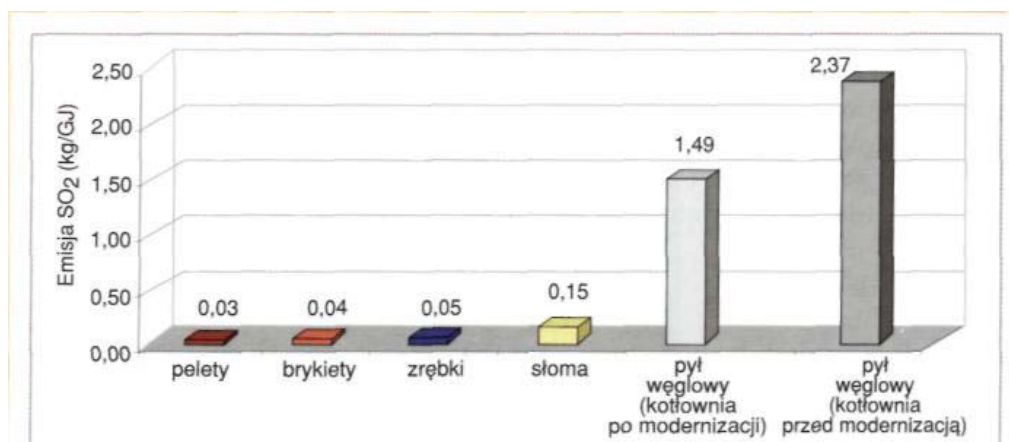
Wykonane obliczenia wykazały, iż do modernizacji kotłowni niezbędny byłby zakup kotłów gwarantujących wytworzenie ciepła rzędu 5740 GJ wraz z oprzyrządowaniem. Ich ceny są zróżnicowane. Przykładowo kocioł na słomę Ekopal RM03-3 o mocy 700 kW kosztuje 113 582 zł brutto (jednorazowy załadunek: balot okrągły 125-170 cm — dwie sztuki lub balot 250 x 120 x 80 cm — dwie sztuki). Z kolei kocioł na zrębki BIOPLEX HL 500 o mocy 582 kW to wydatek rzędu 70 tys. zł brutto. Przytoczone ceny paliwa i kotłów świadczą o tym, iż inwestycja związana ze spalaniem słomy lub zrębków zwróciłaby się już po jednym sezonie grzewczym. Gdyby nawet odnieść zastosowanie kotła na słomę do kotła na pył węglowy o sprawności jak po modernizacji (70%), to inwestycja zwróciłaby się najpóźniej po dwóch sezonach grzewczych.

Redukcja efektu cieplarnianego

Znajomość składu paliwa oraz jego zużycia pozwoli na obliczenie emisji zanieczyszczeń w czasie sezonu grzewczego. Emisja CO₂ podczas spalania biomasy równa się ilości CO₂, jaką absorbują w procesie fotosyntezy rośliny podczas swego rocznego rozwoju. Ma to ogromne znaczenie dla środowiska, gdyż redukuje powstawanie efektu cieplarnianego. Emisję SO₂ można obliczyć z zależności:

$$E_{SO_2} = \frac{64}{32} \cdot \dot{m}_{ps} \cdot \frac{S}{100} = 0,02 \cdot \dot{m}_{ps} \cdot S \left[\frac{\text{ton SO}_2}{\text{sezon}} \right]$$

Na rys. 3 przedstawiono emisję SO₂ dla analizowanych paliw w odniesieniu do 1 GJ wytworzonego ciepła. Widoczny jest na nim wyraźny efekt ekologiczny w postaci znacznego obniżenia emisji SO₂ do atmosfery.



Rys. 3. Emisja SO₂ w odniesieniu do 1 GJ wytworzonego ciepła

Atrakcyjna inwestycja

Inwestycja związana z zastąpieniem kotłów konwencjonalnych kotłami na paliwa ekologiczne wydaje się wysoce atrakcyjna, a obliczenia wykazują na możliwość szybkiego zwrotu inwestycji. Planując jednak taką modernizację kotłowni, należy również wziąć pod uwagę dostępność potencjalnego paliwa ekologicznego, aby zapewnić stałość dostaw, oraz odległość, na jaką paliwo będzie przewożone, gdyż ze wzrostem odległości znacznie rosną koszty paliwa.

Bezdyskusyjny jest efekt ekologiczny, co powoduje, iż część inwestycji można by sfinansować z odpowiednich funduszy ekologicznych.