

Zasilana biomasą modułowa elektrociepłownia małej mocy

Autor: prof. dr hab. Ryszard Zwierzchowski, Instytut Ogrzewnictwa i Wentylacji, Politechnika Warszawska

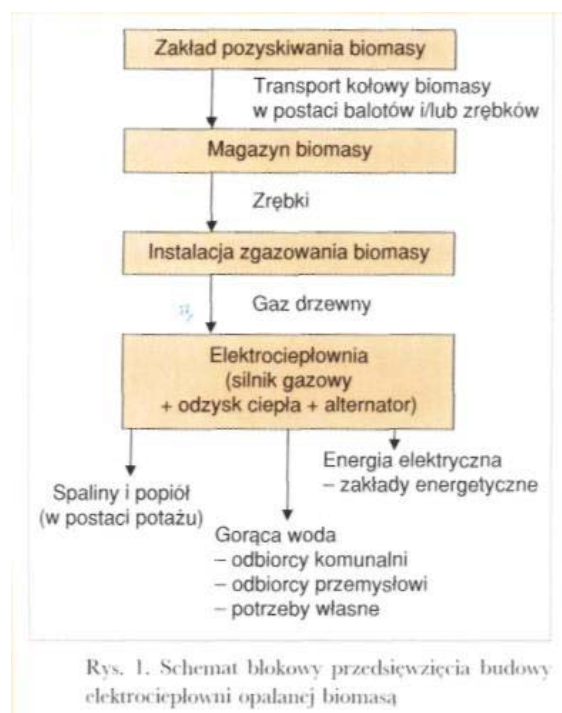
(„Czysta Energia” – nr 1/2006)

Polityka energetyczna państwa, a także dyrektywy unijne deklarują zarówno wspieranie stosowania odnawialnych źródeł energii, jak i wytwarzanie energii cieplnej i elektrycznej w skojarzeniu.

Wsparcie to uwidacznia się zarówno w nałożeniu obowiązku odbioru energii wytworzonej w tego rodzaju źródłach (art. 9a Prawa energetycznego i Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z 30 maja 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązku zakupu energii elektrycznej i ciepła z odnawialnych źródeł energii oraz energii elektrycznej wytworzonej w skojarzeniu z wytworzeniem ciepła), jak i możliwości pozyskania preferencyjnego finansowania na realizację tego typu przedsięwzięć. Takie finansowanie w postaci kredytów preferencyjnych i dotacji - może pochodzić ze źródeł krajowych i zagranicznych.

Technologie wykorzystania biomasy

Biomasa to substancja organiczna pochodzenia roślinnego – zarówno wszelkiego rodzaju drewno, jak i łodygi roślin, np. słoma zbóż. W artykule biomasa będzie rozważana jedynie w postaci drewna i odpadów drzewnych. Obecnie taka biomasa wykorzystywana jest przede wszystkim jako niskokaloryczne paliwo w procesie spalania w postaci kawałkowej (drewno opałowe), rozdrobnionej (odpady drzewne, zrębki, ścinki, wióry, trociny, pył drzewny) i skompaktowanej (brykiety, pelety).



Rys. 1. Schemat blokowy przedsięwzięcia budowy elektrociepłowni opalanej biomasą

Wartość opałowa mokrych (o wilgotności 50-60%) zrębków drzewnych wynosi ok. 6-8 MJ/kg, suchych (w stanie powietrzno-suchym, wilgotność ok. 20%) ok. 14-16 MJ/kg, a całkowicie suchych — ok. 19 MJ/kg. Średnia wartość opałowa zrębków drzewnych oscyluje wokół 13 MJ/kg.

Ponadto średnia zawartość popiołu w zrębkach wynosi 0,6 — 1,5% s.m., składników lotnych powyżej 70% s.m., węgla (pierwiastek) 50% s.m. i siarki 0,05% s.m.

Głównym sposobem wykorzystania biomasy było i jest jej spalanie w kotłach do produkcji ciepła. Wskutek rozwoju rynku lokalnych producentów energii oraz sprzyjających regulacji prawnych oczekuje się szybkiego rozwoju produkcji energii elektrycznej i ciepła w małych i średnich elektrociepłowniach opartych na kotłach i turbinach parowych. Także coraz większego znaczenia nabierać będzie technologia gazyfikacji biomasy z wytworzeniem gazu drzewnego, spalanego następnie w kotłach, silnikach spalinowych lub turbinach gazowych^{1,2}.

Biomasa może być wykorzystywana poprzez stosowanie następujących procesów technologicznych³: bezpośredniego spalania w kotłach rusztowych bądź fluidalnych (ze złożem barbotażowym lub cyrkulacyjnym), gazyfikacji, pirolizy oraz współspalania z innymi paliwami.

Gazyfikacja biomasy

Proces gazyfikacji biomasy przebiega w reaktorze w warunkach niedoboru powietrza w temperaturze 900-1200°C. Można go podzielić na trzy fazy: podgrzewanie i suszenie paliwa, jego odgazowanie oraz ostatecznie — zgazowanie.

Wynikiem procesu gazyfikacji biomasy w warunkach niedoboru powietrza, jest uzyskanie mieszaniny gazów palnych o niewielkiej wartości opałowej, zwykle w granicach 3-7 MJ/m³n. Właściwości fizykochemiczne mieszaniny wytworzonych gazów (CO, H₂, N₂, CO₂, H₂O, C_xH_y, w tym CH₄, itp.) zależą od rodzaju paliwa.

Wytworzone i oczyszczone – przede wszystkim z substancji smolistych — gazy palne mogą być spalane w kotłach z palnikami gazowymi, w silnikach spalinowych lub turbinach gazowych.

Etapowa realizacja

Koncepcja budowy modułowej elektrociepłowni zasilanej paliwem w postaci biomasy^{4, 5} przedstawia się następująco: jeden moduł takiej elektrociepłowni zawiera praktycznie wszystkie elementy całego, modułowego obiektu, w związku z czym inwestycję taką łatwo jest realizować etapowo, a całkowita moc elektrociepłowni równa jest wielokrotności (liczba modułów) mocy pojedynczego modułu.

W skład pojedynczego modułu elektrociepłowni wchodzi instalacja do zgazowania biomasy, tj. reaktor łącznie z systemem podawania biomasy (podajniki kubełkowe, taśmowe i ślimakowe) i systemem oczyszczania gazu drzewnego oraz zestaw kogenc-racyjny, tj. silnik

gazowy z odzyskiem ciepła i generator prądu.

Wspólne dla wszystkich modułów są: magazyn biomasy, system wyprowadzenia mocy cieplnej i elektrycznej oraz sterownia i zaplecze techniczno-socjalne.

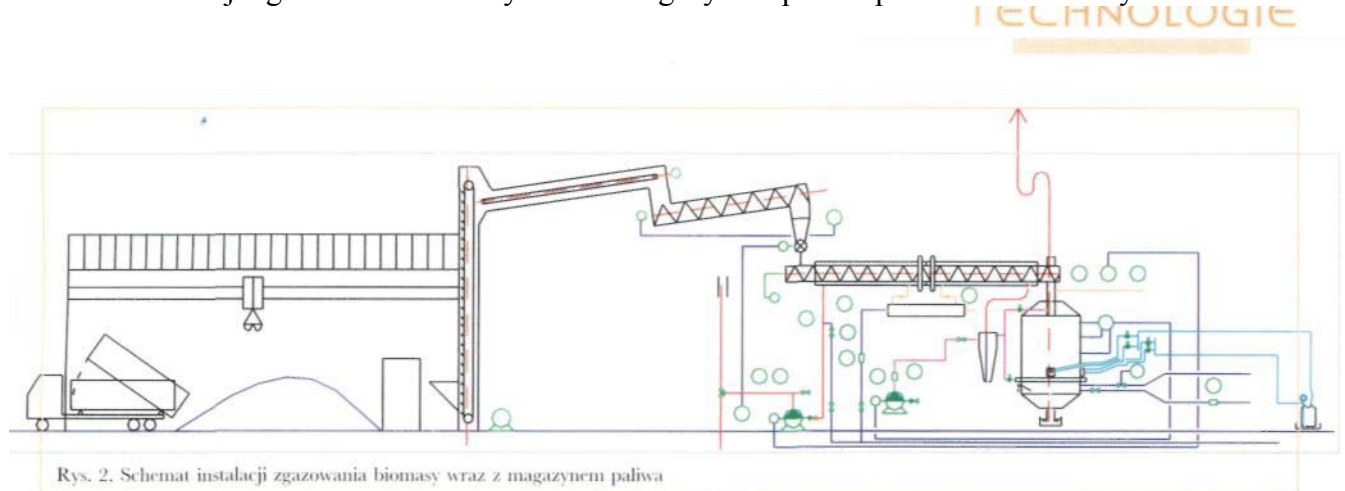
Zakres projektu budowy

Elektryczna moc modułu elektrociepłowni to 1 MW_e, a cieplna - 1,18 MW_{th}. Paliwo w postaci biomasy to zrębki pozyskane z odpadów z gospodarki leśnej: po zrębach i trzebieżach wczesnych, po czyszczeniach i zmianach gatunków w drzewostanach, po pielęgnacyjnym czyszczeniu drzew wzdłuż dróg i po przeróbce wielkogabarytowych opakowań drewnianych, np. palet. Biomasa ta pochodzi także z upraw energetycznych. Produkcja energii elektrycznej i cieplnej prowadzona jest w skojarzeniu, z wykorzystaniem technologii zgazowania biomasy i wytwarzania gazu drzewnego. Schemat blokowy projektu przedstawiono na rys. 1.

Instalacja zgazowania biomasy

Instalacja zgazowania biomasy dla jednego modułu elektrociepłowni wyposażona jest w jeden reaktor typu PUTZMAN 3000. W reaktorze tym można zgazowywać ok. 900 kg/h odpadów drzewnych, dostarczanych w formie zrębków. W wyniku zgazowania powstanie z nich, po dodaniu przegrzanej pary wodnej i powietrza, ok. 1100 kg/h gazu drzewnego o składzie (wg danych z instalacji pilotowej i pomiarów przeprowadzonych przez Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla — w procentach objętościowych): H₂ - 34%, CO - 15%, CH₄ — 2%, CO₂ - 17%, N₂ - 30%, pył — 950 mg/m³, substancje organiczne (TOC) - 1020 mg/m³, wartość opałowa 6,5 MJ/kg i sprawność chemiczna procesu — 92%.

Schemat instalacji zgazowania biomasy wraz z magazynem paliwa przedstawiono na rys. 2.



Zestaw kogeneracyjny

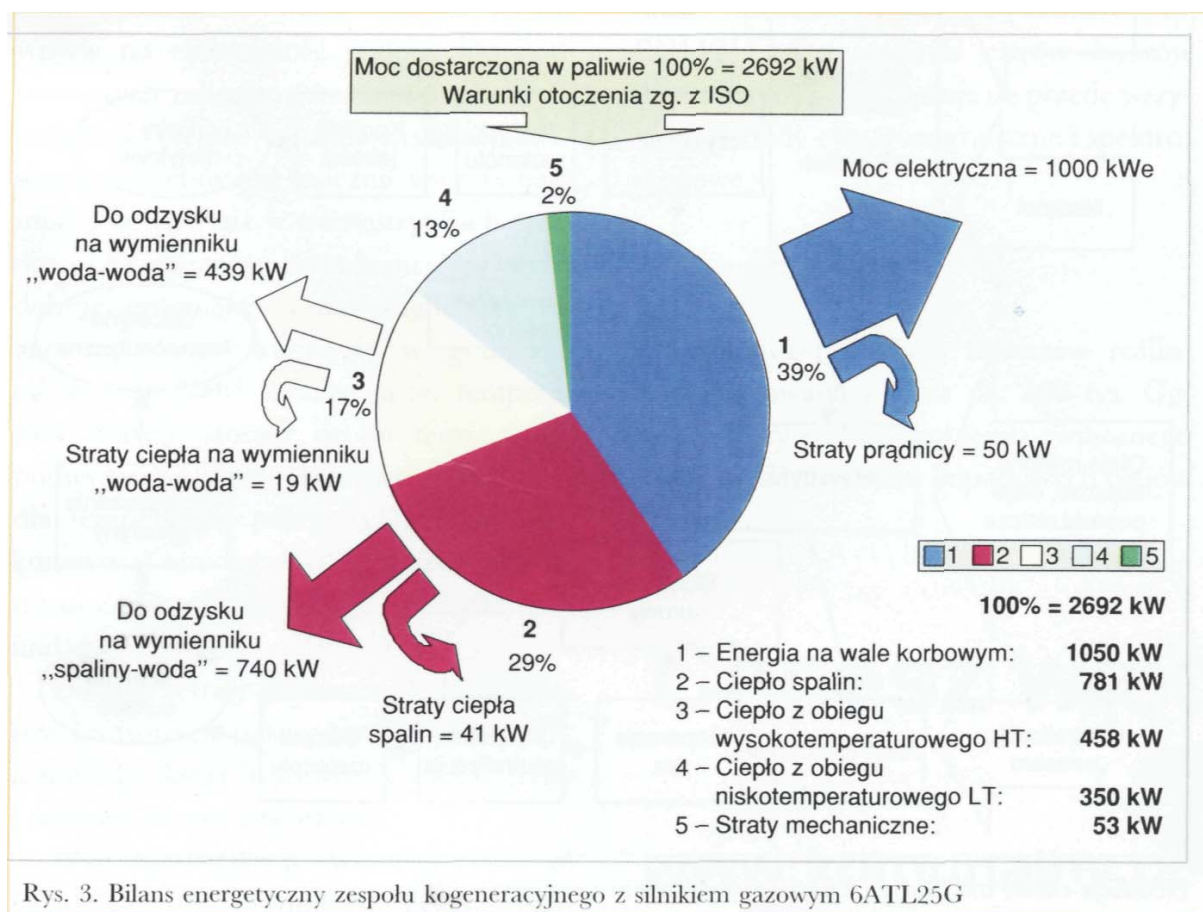
W skład zestawu kogeneracyjnego wchodzi przede wszystkim gazowy silnik Diesla z odzyskiem ciepła. Silnik ten musi być przystosowany do spalania gazu drzewnego (gazu o niskiej wartości opałowej). Dla rozpatrywanego modułu elektrociepłowni można zastosować silnik polskiego producenta, tj. H. Cegielskiego (Fabryka Silników Agregatowych i

Trakcyjnych) typu 6ATL25G, połączone kołnierzowo z prądnicą na wspólnej ramie. Zestaw ten stanowi podstawowy moduł elektrociepłowni opalanej gazem drzewnym pochodzącym ze zgazowania biomasy.

6ATL25G to rzędowy silnik czterosurowy, spalający biogaz lub gaz drzewny, doładowany przy pomocy turbosprężarki w układzie pojedynczego ciągu spalin, z chłodzeniem mieszanki gazowej. Silnik pozwala spalać bardzo ubogie mieszanki paliwowo-powietrzne. Spalanie ubogich mieszanek, dodatkowo dobrze ujednorodnionych przez sprężarkę doładowującą, umożliwia uzyskanie spalin z niewielką zawartością zanieczyszczeń szczególnie szkodliwych dla otoczenia.

Parametry techniczno-eksploatacyjne modułu kogeneracyjnego z gazowym silnikiem 6ATL25G na gaz drzewny są następujące: moc elektryczna — 1 MW_e, moc cieplna 1,18 MW_{th}, (740 kW z wymiennika spalin i 439 kW z wymiennika wody), zużycie gazu - 8,75 MJ/kWh, zużycie oleju - 1 g/kWh, prędkość obrotowa 1000 obr./min, napięcie - 6 kV, częstotliwość - 50 Hz, sprawność prądnicy - 0,95 i przeciążenie 10% mocy nominalnej przez jedną godzinę. Prądnica powinna być bezszczotkowa, jednolozyskowa, chłodzona powietrzem, wymiary gabarytowe modułu to 5,8 x 2,2 x 2,8 m, a jego masa 23,5 Mg.

Bilans energetyczny zestawu z silnikiem gazowym 6ATL25G przedstawiono na rys. 3.



Przedstawiona technologia wykorzystania biomasy w elektrociepłowniach małej i średniej mocy daje szansę na realizację nowych inwestycji w kogenerację zarówno w ciepłownictwie komunalnym, jak i w energetyce przemysłowej. Szczególnie interesującą w tych warunkach

wydaje się być technologia budowy modułowych elektrociepłowni z silnikami gazowymi, opalanych gazem drzewnym.

Pod względem ekologicznym rozwiązanie to redukuje całkowitą emisję CO₂ i prawie całkowitą SO₂, a także — w znacznym stopniu — emisję NO_x w stosunku do konwencjonalnych rozwiązań węglowych.

Źródła

1. Zwierzchowski R., Dzierzgowski M.: *Application of the Small-Scale Combined Heat and Power Installations in the District Heating Systems*. Advanced Energy Systems Division" 2000 AES-Vol. 40. Proceedings of the ASME. N.Y. 10016. International Mechanical Engineering Congress and Exposition. Orlando (USA) 5-10 Nov. 2000.
2. Zwierzchowski R., Dzierzgowski M.: *The Bio-Fuel Boiler House Concept in the District Heating Applications*. ASME Symposium on Thermodynamics and the Design Analysis and Improvement of Energy Systems. Nowy Jork (USA) 11-16 Nov. 2001.
3. VTT Energy: *Biomass Conversion Technologies - materiały techniczne*. Finlandia 2001.
4. Zwierzchowski R.: *Koncepcja budowy modułowej elektrociepłowni na paliwo w postaci biomasy*. Praca niepublikowana. Warszawa 2003.
5. Zwierzchowski R.: Technologiczne i środowiskowe aspekty stosowania biomasy w elektrociepłowniach małej i średniej mocy. XVI Konferencja Ciepłowników. Solina-Bystre. 3-5 marca 2005.