

ROZMARYNOWSKI Andrzej¹
WOJCIECHOWSKI Jerzy²

KOGENERACJA - DOBÓR UKŁADÓW CHP

Artykuł dotyczy problematyki kogeneracji, tj. skojarzonego wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej. Podano podstawy doboru układów CHP oraz na praktycznym przykładzie pokazano sposób doboru urządzenia skojarzonego wytwarzania energii.

COGENERATION – THE CHOICE OF CHP CIRCUITS

The paper presents cogeneration issue – concurrent generation of electric and heat energy. The overall concept of the choice of CHP circuits as wells as practical example of such choice have been presented.

1. WSTĘP

Energia elektryczna to jedno z podstawowych dóbr konsumpcyjnych współczesnego świata. Stały wzrost popytu na nią, przy malejących zasobach złóż paliw kopalnych wymusza wprowadzanie: technologii energooszczędnych, nowych źródeł energii oraz ulepszanie technologii jej wytwarzania. Współczesne technologie energetyczne muszą zapewniać wysoką sprawność przetwarzania, minimalizację szkodliwego oddziaływania na środowisko, korzystne wskaźniki opłacalności [1]. Jedną z najistotniejszych „ulepszonych” technologii produkcji energii elektrycznej i cieplnej jest kogeneracja.

Kogeneracja jest to skojarzone wytwarzanie energii cieplnej i elektrycznej w procesie reakcji chemicznej (spalania paliw kopalnych, biogazu, itp.), minimalizujące straty przesyłu i transformacji, przy jednoczesnym maksymalnym obniżeniu emisji substancji szkodliwych do atmosfery.

Wyróżnić można dwa podstawowe systemy, w których funkcjonują układy kogeneracyjne:

- globalny - związany z wytwarzaniem skojarzonym (np. w elektrociepłowniach),
- lokalny - wspierający konkretne obiekty przemysłowe (szpitale, budynki biurowe, itp.).

¹ Politechnika Radomska, student Wydziału Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.

² Politechnika Radomska, Wydziału Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.

E-mail: j.wojciechowski@pr.radom.pl, tel. +48 48 361-77-07

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń wydaje się, że to ten drugi z wymienionych systemów odgrywa większe znaczenie i ma szansę szybszego rozwoju.

2. PODSTAWY DOBORU UKŁADÓW CHP

Warunkiem koniecznym budowy układu kogeneracyjnego jest zbilansowanie energii cieplnej. Chodzi tutaj o zapotrzebowanie danego obiektu na energię ciepłą, bez którego wytwarzanie energii elektrycznej będzie nieopłacalne. Obiekt powinien charakteryzować się poborem energii cieplnej w ciągu całego roku. Ciepło powinno być wykorzystywane nie tylko do ogrzewania (ok. 6 msc/rok), lecz również do procesów technologicznych. Odstępstwem jest układ trigeneracyjny, gdzie poza okresem grzewczym wytwarzany jest chłód.



Rys. 1. Układ CHP – dla omówionego w artykule przykładu

Podstawą opłacalności budowy układów kogeneracyjnych jest ich prawidłowy dobór dla danego obiektu. Ma on zapewnić maksymalny odbiór energii z projektowanego systemu. Ważnym elementem doboru jest poprawne wyznaczenie mocy elektrycznej i cieplnej układu CHP do zapotrzebowania obiektu. Gdy projektujemy instalację do obiektu istniejącego, posiadającego opomiarowanie zużycia energii cieplnej i elektrycznej, mamy możliwość właściwego określenia mocy jednostki CHP [1],[2].

Wyjściowym etapem doboru układu CHP dla obiektu jest wstępny dobór techniczny, w trakcie którego (na podstawie pomiarów zużycia energii elektrycznej i cieplnej dla danego obiektu) dobierana jest moc cieplna i elektryczna układu kogeneracyjnego. W procesie rozważana jest możliwość sprzedaży energii elektrycznej do sieci energetycznej, co jest ważnym czynnikiem mogącym wpłynąć na wynik ekonomiczny przedsięwzięcia. W tym etapie wypracowuje się informację dotyczącą nie tylko mocy jednostki, lecz także typu i liczby jednostek CHP. Na tym etapie projektowania zbieramy wszystkie możliwe dane

dotyczące zapotrzebowania energetycznego obiektu i w efekcie tych działań otrzymujemy narzędzie dalszych działań – wykres uporządkowany.

Wykres uporządkowany reprezentuje krzywą zmienności zapotrzebowania na energię ciepłą i elektryczną. Wykres jest skonstruowany tak, aby na podstawie zebranych z obiektu danych zużycia energii za okres jednego lub kilku lat wyznaczyć funkcję tego zapotrzebowania. Wyznaczenie takiej krzywej jest podstawowym narzędziem wykorzystywanym dla doboru układu CHP. [1], [2]

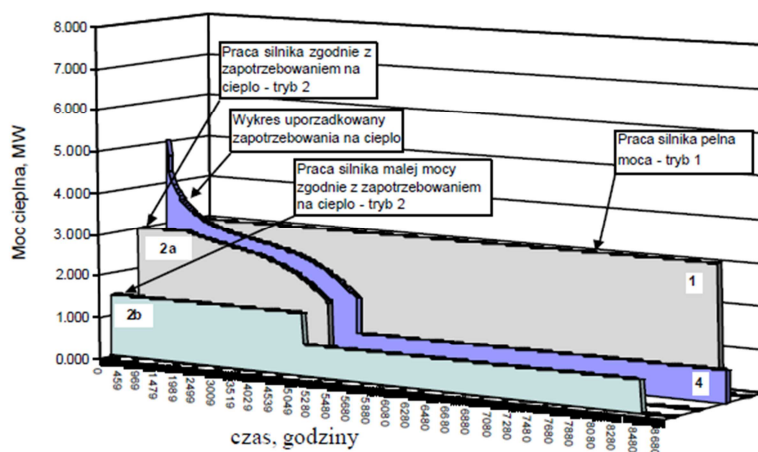
W praktyce, po wyrażeniu zapotrzebowania przez potencjalnego klienta na budowę układu kogeneracyjnego, występują dwie fazy wstępne, w których zostaje wypracowana decyzja pozwalająca bądź negująca rozpoczęcie procesu inwestycyjnego.

Najważniejsza z nich to wstępna analiza zużycia energii cieplnej i elektrycznej przez obiekt. Najczęściej analiza taka wypracowana zostaje na podstawie ankiet przesłanych przez projektanta i wypełnianych przez właściciela bądź zarządcę obiektu.

Bardzo pomocnym narzędziem do wyznaczenia opłacalności inwestycji oraz sporządzenia wykresu uporządkowanego jest audyt energetyczny.

Audyt energetyczny to ekspertyza techniczno-ekonomiczna, która określa zakres i parametry inwestycji energetycznej. Inaczej mówiąc, to zespół działań mających na celu ograniczenie marnotrawienia energii w obiektach. Celem audytu energetycznego jest wskazanie optymalnego gospodarowania energią. Optymalizacja dotyczy kosztów realizacji inwestycji oraz oszczędności energii. Audyt energetyczny stanowi jednocześnie założenia do projektu budowlanego.

Przebieg funkcji zapotrzebowania na energię ciepłą, która jest wielkością podstawową w doborze urządzenia CHP jest dla większości bardzo podobny. Różnice wynikają z zakresu wyjściowego zapotrzebowania na moc ciepłą tj: wielkość/kubatura obiektu, czy zużycie energii cieplnej w procesach technologicznych itp.



Rys. 2. Wykres uporządkowany zapotrzebowania na energię ciepłą oraz warianty pracy modułu CHP [2]

Dobór mocy urządzenia do skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, przy danej funkcji zapotrzebowania na ciepło nie jest zadaniem prostym. Zmienność funkcji ciepła w czasie bardzo utrudnia takie dobranie urządzenia, aby pracowało z maksymalną wydajnością.

Do wyznaczenia optymalnego urządzenia są opracowane specjalne rozwiązania [1], [2], w których w zależności od liczby zmiennych dobierane są odpowiednie algorytmy - zwane klasycznymi metodami optymalizacji, bez przyjęcia znacznej ilości założeń upraszczających. [2]

Z dotychczasowych analiz otrzymujemy wnioski, które można przyjąć dla projektowania skojarzonego wytwarzania energii:

- bez odbioru ciepła nie ma taniego prądu,
- bez wytwarzania prądu nie ma zysków ekonomicznych,
- brak zysków niweczy opłacalność inwestycji.

3. WYKRES UPORZĄDKOWANY – DOBÓR CHP DLA OBIEKTU

W analizowanym praktycznym przypadku audytu energetycznego z każdego licznika została odczytana „historia” danych za ostatnie 12 miesięcy. Po ich zsumowaniu powstał bank danych, koniecznych do sporządzenia wykresu uporządkowanego.

W pomiarach ujętych zostało ok. 8700 rejestrów zużycia godzinowego energii cieplnej. Z uzyskanych danych powstał wykres uporządkowany – rys. 3.

Poniższy wykres pokazuje wielkości mocy rozłożone w czasie, czyli zużycie energii w każdej godzinie roku. Wielkości te są uporządkowane począwszy od największej (60 MWt) do wartości najmniejszej (2,36 MWt). Na podstawie sporządzonego wykresu możemy, w oparciu o znaną charakterystykę efektywności i opłacalności pracy układu CHP nanieść na wykres optymalne pole pracy układu, odczytując parametr jego mocy- rys. 3.

Z analizy wykresu wynika, że urządzenie kogeneracyjne powinno mieć moc ok. 5 MW. Dokładniej widać ten wynik w tabelach zużycia energii będących podstawą wykonania tego wykresu. Urządzenie CHP będzie pracowało jako wiodące, a braki w mocy cieplnej będą uzupełniane przez pracę kotłów WR-10 lub WR-25. Nadmiar mocy elektrycznej będzie sprzedawany (podłączenie do sieci według osobnego projektu) poprawiając wynik ekonomiczny. Na podstawie przeprowadzonej analizy zużycia energii określono żądane parametry urządzenia. Pozostaje porównać dane techniczne oraz ceny dostępnych na rynku urządzeń i dokonać wyboru.

Dla przykładu może to być :

JMS 616 GS-N.L

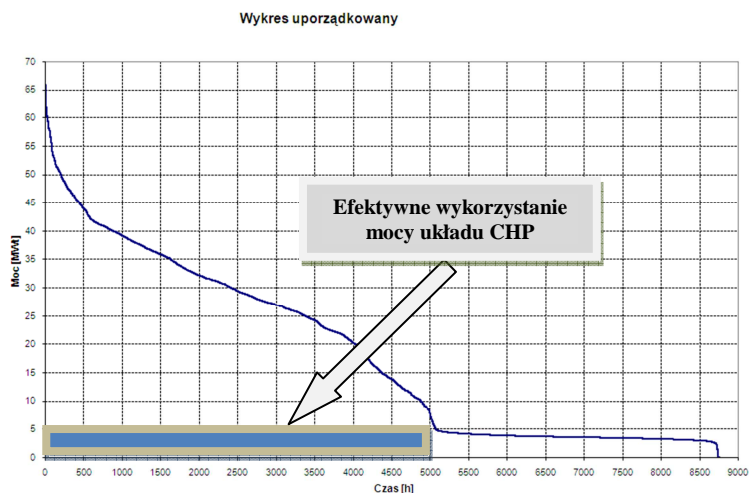
Natural gas 2.188kW el.

CO-GEN Module data: Additional information:

Electrical output kW el. 2.188

Recoverable thermal output (120 °C)

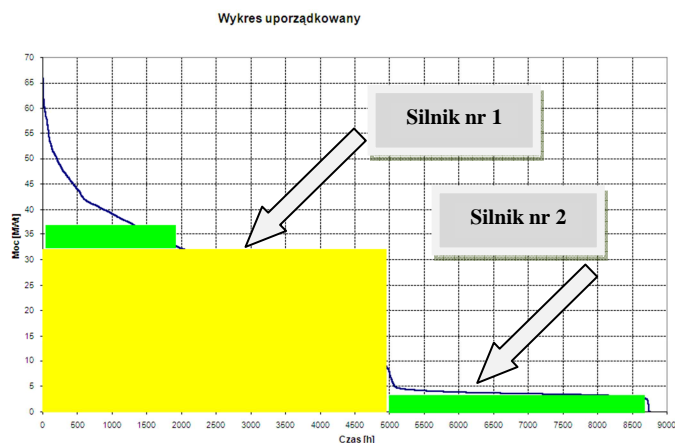
Energy input kW 5.221



Rys. 3. Wykres uporządkowany zapotrzebowania na energię cieplną-dobór mocy układu CHP na podstawie wykresu uporządkowanego

Powyżej opisany został jeden z możliwych wariantów doboru urządzenia skojarzonego wytwarzania energii. Dysponując bardziej rozbudowanymi algorytmami doboru można zainstalować np. dwa lub kilka silników gazowych odpowiednio się uzupełniających.

W przypadku przedstawionym na rys. 4 silnik nr 1 pracuje jako jednostka prowadząca, a silnik nr 2 załączany jest w przypadku spadku zapotrzebowania na energię bądź jest dołączany w okresach szczytów obciążenia. W układach kogeneracyjnych dużej mocy stosowane jest łączenie silników/turbin w grupy mogące liczyć nawet do kilkudziesięciu sztuk takich urządzeń.



Rys. 4. Możliwe zestawienie dwóch silników według indywidualnie dopasowanego algorytmu

4. WNIOSKI

Opłacalność budowy i eksploatacji gazowych układów skojarzonych jest uzależniona od struktury cen energii elektrycznej i paliwa gazowego. W większości państw omawiane inwestycje są opłacalne z uwagi na odpowiednie relacje pomiędzy cenami paliw i cenami sprzedaży energii elektrycznej. Poza tym ważnym czynnikiem wpływającym pozytywnie na ekonomiczne aspekty inwestycji są przepisy Ochrony Środowiska oraz normy i przepisy zawarte w Dyrektywach Unijnych.

Aspekt ochrony środowiska jest szczególnie widoczny względem emisji CO₂. Dla układów CHP zmniejszenie jest na poziomie około 30% w porównaniu z elektrowniami węglowymi. Dla układów CHP małych mocy, wykorzystujących gaz ziemny różnica ta dochodzić może do 70%. Kogeneracja przynosi jeszcze jedną znaczącą wartość, a mianowicie bezpieczeństwo energetyczne Obiektów.

Kogeneracja jako jedna z możliwości rozwoju energetyki w kierunku racjonalnego wykorzystania paliw kopalnych, ochrony środowiska naturalnego czy zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego, powinna zyskać większe zainteresowanie nie tylko ze strony przemysłu. Niezależnie od aktualnej sytuacji wiele wskazuje na to, że w przeciągu niezbyt długiego okresu czasu zaistnieją znacznie korzystniejsze warunki ekonomiczne do inwestowania we wszelkiego rodzaju gazowe układy energetyczne. Wynika to z niepodważalnych technicznych i ekologicznych zalet energetyki gazowej.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Skorek J, Kalina J.: *Gazowe układy kogeneracyjne*, Warszawa, WNT, 2005.
- [2] Skorek J, Kalina J.: *Optymalizacja doboru mocy rozproszonych źródeł kogeneracyjnych*. Zakład Termodynamiki i Energetyki Gazowej, Instytut Techniki Ciepłej, Politechnika Śląska w Gliwicach.
- [3] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Bruksela, 23-10-2007,
- [4] Agencja COGEN Europe : EDUCOGEN – The European Education Tool no Cogeneration, Bruksela, grudzień 2001.
- [5] Skorek J, Kalina J.: *Perspektywy rozwoju rynku technologii urządzeń kogeneracyjnych w kontekście wdrożenia Dyrektywy CHP*, Warszawa, 2006.