

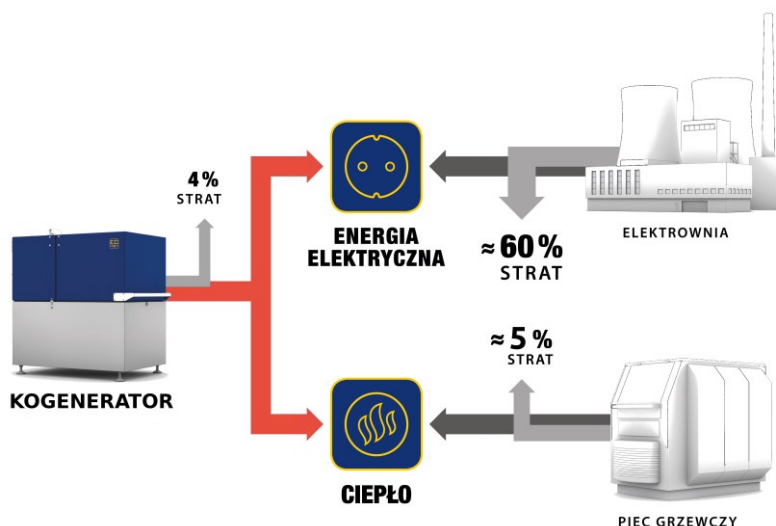
METODYKA ANALIZY KOSZTÓW EKSPLOATACYJNYCH WYSOKOSPRAWNEJ KOGENERACJI GAZOWEJ W OBIEKTACH O RÓŻNYM ZAPOTRZEBOWANIU NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ I CIEPŁO

Piotr KALETA, Tomasz WAŁEK
Politechnika Śląska

WSTĘP

Umożliwienie budynkom o różnym przeznaczeniu prawidłowego funkcjonowania pod względem energetycznym wymaga dostarczania do nich odpowiednich ilości energii elektrycznej i ciepła. Wiąże się to z koniecznością wdrażania i stosowania na szeroką skalę rozwiązań technologicznych umożliwiających uzyskanie redukcji zużycia paliw pierwotnych i emisji zanieczyszczeń, przy jednoczesnym osiąganiu znacznych oszczędności eksploatacyjnych. Jednym z takich rozwiązań jest wysokosprawna gazowa mikrokogeneracja MCHP, która może być aplikowana w budynkach w połączeniu z innymi źródłami.

Mikrokogeneracja oznacza produkcję w jednym urządzeniu energii elektrycznej na poziomie do 40 kW i ciepła na poziomie do 70 kW [1]. W układzie gazowej mikrokogeneracji możliwa jest znaczna redukcja strat energii w porównaniu z rozdzielną produkcją energii elektrycznej i ciepła (rys. 1).



Rys. 1 Porównanie strat energii w układzie skojarzonym gazowej mikrokogeneracji MCHP i w układzie rozdzielnego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej

Źródło: [2]

Zakresy mocy oraz niewielkie gabaryty urządzeń MCHP umożliwiają ich montaż w kotłowniach istniejących bądź projektowanych obiektów. Zatem paliwo pierwotne dostarczane jest do obiektu i dopiero tutaj przetwarzane na ciepło i energię elektryczną. Dzięki temu energia wytwarzana jest na miejscu jej wykorzystania. Oznacza to również rozproszoną produkcję energii, co wskazywane jest w Polityce Energetycznej Unii

Europejskiej jako istotny element rozwoju struktury sieci energetycznych [3, 4, 5]. Jednak aby mikrokogeneracja mogła przynieść oczekiwane korzyści, konieczny jest właściwy dobór jej mocy w zależności od charakterystyki energetycznej obiektu, w jakim ma być eksploatowana. Dobór taki jest możliwy przy zastosowaniu metody matematycznej przedstawionej w tym artykule.

ANALIZA DANYCH Z WYKORZYSTANIEM WYKRESÓW UPORZĄDKOWANYCH

Statystyka matematyczna zajmuje się metodami wnioskowania (estymacji i weryfikacji hipotez) o całej zbiorowości generalnej na podstawie zbadania wybranej w sposób losowy pewnej jej części zwanej próbą. Natomiast statystyki branżowe, czasem zwane stosowanymi, zajmują się badaniem poszczególnych sfer działalności np. produkcji przemysłowej, transportu, handlu, usług. Wykorzystuje się w nich zarówno statystyczne metody opisu, jak również wnioskowania. Wykresy statystyczne są narzędziem analizy i formą rejestracji informacji statystycznych. Spośród wielu dostępnych typów wykresów, dla analizy zapotrzebowania obiektów w energię elektryczną i ciepło, dobre rezultaty daje tzw. wykres uporządkowany. Pomiar w skali porządkowej (rangowej) oznacza uporządkowanie ze względu na nasilenie lub osłabienie cechy. Tę skalę cechuje spójność i przechodniość. Przypisanie jakiemuś pomiarowi rangi oznacza określenie jego miejsca w ustalonym porządku. Rangi oznaczają porządek a nie różnice pomiędzy kolejnymi pomiarami [6]. Praktycznym odzwierciedleniem tej zależności są wykresy uporządkowane.

WYKRESY UPORZĄDKOWANE ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ I CIEPŁA

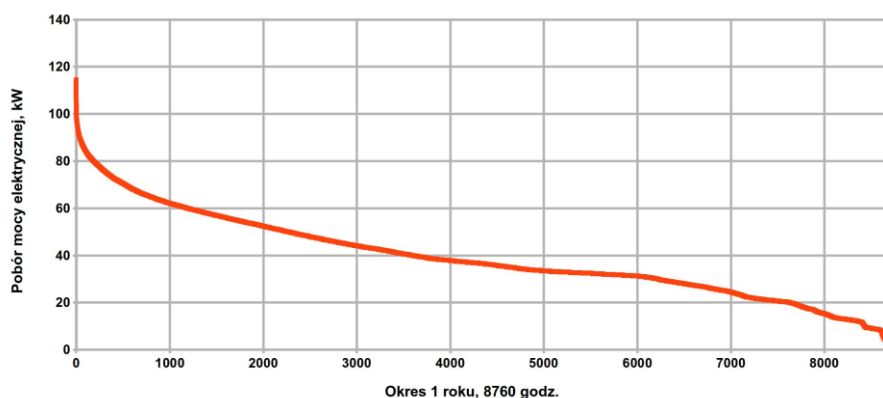
W celu przygotowania wykresu uporządkowanego poboru mocy elektrycznej przez analizowany budynek w skali roku, konieczne jest uzyskanie informacji na temat poborów chwilowych. Dla istniejących obiektów możliwe jest uzyskanie od dystrybutora energii elektrycznej odczytów poboru mocy w okresie jednego roku w odstępach 15-to minutowych [7]. Na tej podstawie możliwe jest wykonanie wykresu uporządkowanego poboru mocy i stwierdzenie poniżej jakiej wartości zapotrzebowanie nigdy nie spada w czasie roku. Z kolei dla projektowanych obiektów możliwe jest zebranie informacji o łącznej mocy odbiorników elektrycznych przewidzianych do pracy ciągłej (np. pompy obiegowe, silniki układu wentylacji, układy sterowania, itp.).

Aby pozyskać dane do sporządzenia uporządkowanego wykresu obciążeń cieplnych w istniejących budynkach, konieczne jest opomiarowanie i monitorowanie poboru medium grzewczego lub paliwa. W przypadku zasilania budynku ze źródła zdalaczynnego, konieczne jest rejestrowanie odczytów chwilowych mocy grzewczej. W przypadku wykorzystywania paliw, np. gazowych, do ogrzewania budynku, konieczne jest zainstalowanie podliczników zużycia gazu na wszystkich źródłach ciepła, lub ciepłomierzy na liniach zasilających w ciepło za źródłami. Dla budynków projektowanych konieczne jest z kolei oszacowanie (symulacja komputerowa) takich

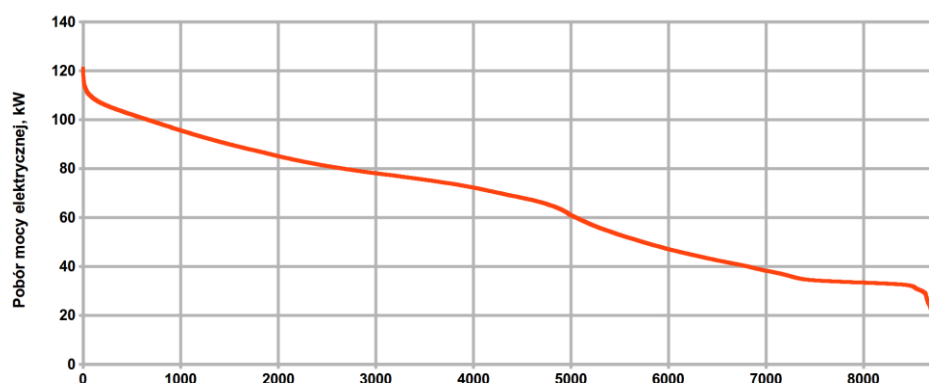
elementów dotyczących zapotrzebowania na ciepło jak ogrzewanie budynku, wentylacja budynku, produkcja ciepłej wody użytkowej, technologia basenu, procesy produkcyjne.

PROFILE ZUŻYCIA ENERGII W RÓŻNYCH OBIEKTACH

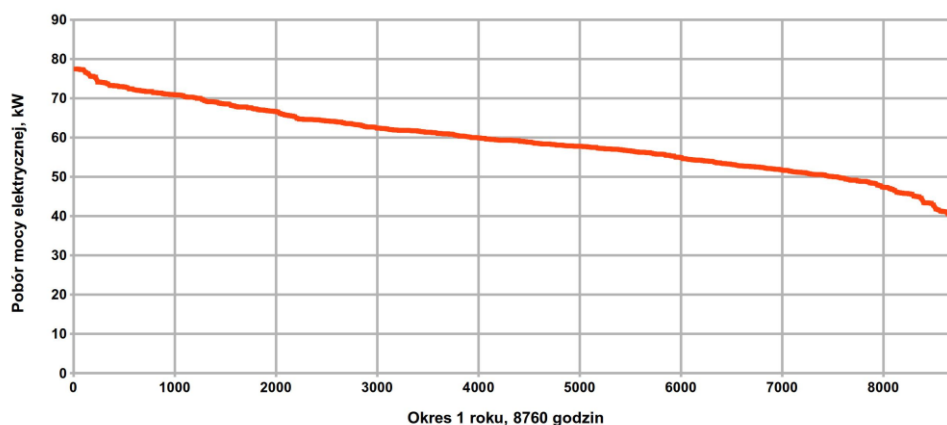
Na rys. 2 do 6 przedstawiono przykładowe profile poboru mocy elektrycznej w obiektach o różnej charakterystyce.



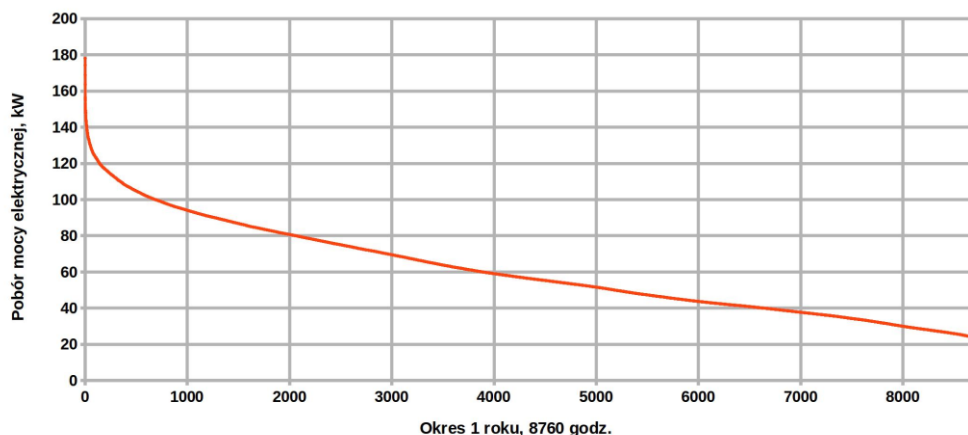
Rys. 2 Wykres uporządkowany poboru mocy elektrycznej przez basen szkolny w skali roku



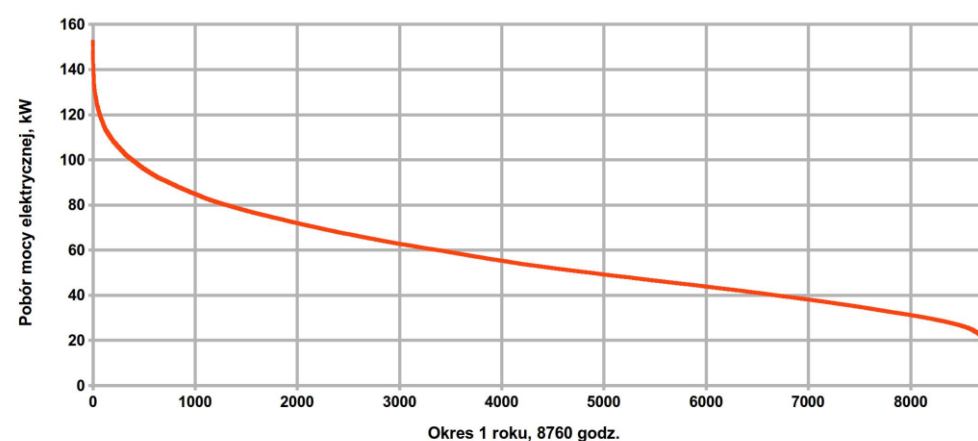
Rys. 3 Wykres uporządkowany poboru mocy elektrycznej przez basen miejski w skali roku



Rys. 4 Wykres uporządkowany poboru mocy elektrycznej przez centrum spa & wellness w skali roku



Rys. 5 Wykres uporządkowany poboru mocy elektrycznej przez hospicjum w skali roku



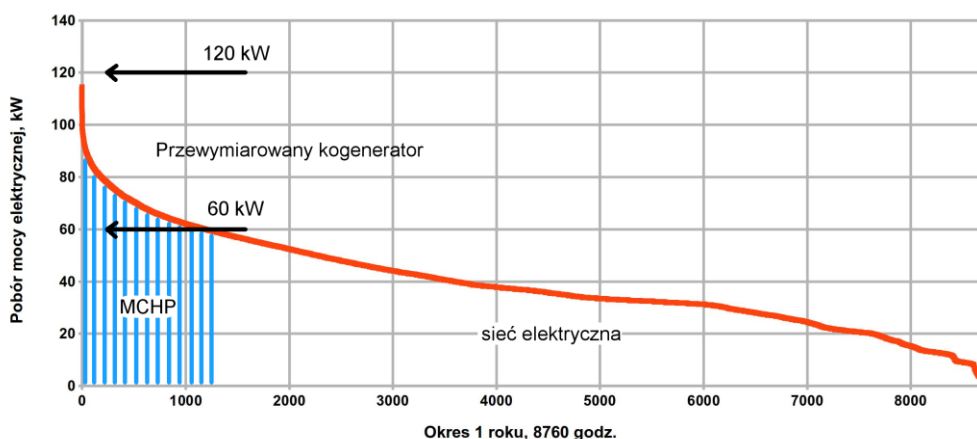
Rys. 6 Wykres uporządkowany poboru mocy elektrycznej przez hotel w skali roku

Podane przykłady obrazują, że profile poboru mocy różnią się w zależności od charakteru obiektu. Wynika z nich, że niemożliwy jest odpowiedni dobór urządzeń kogeneracyjnych dla danego obiektu bez szczegółowej analizy tych profili.

WYKORZYSTANIE UPORZĄDKOWANYCH PROFILI W DOBORZE MIKROKOGENERACJI DO POTRZEB OBIEKTU

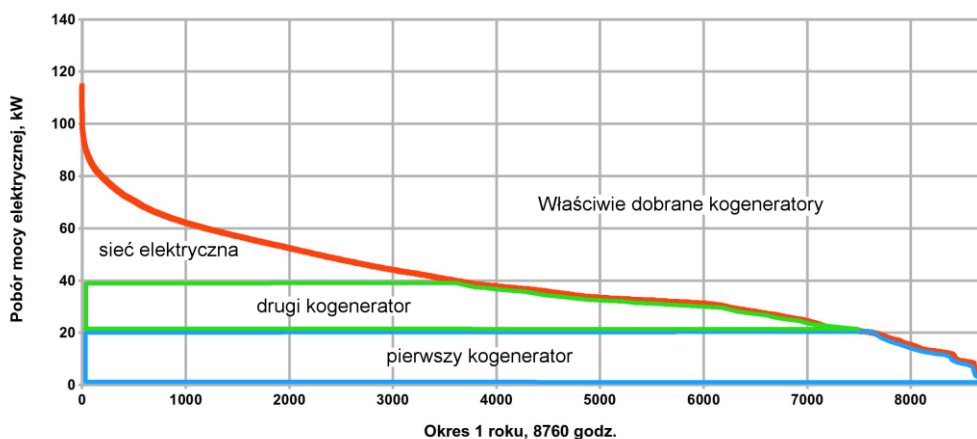
Prawidłowy dobór mocy kogeneratora bądź zespołu kogeneratorów zapewnia ciągłą pracę jednostek kogeneracyjnych nawet 24 godziny na dobę przez cały rok. Dzięki temu osiągnęte są najwyższe oszczędności eksploatacyjne i najkrótsze czasy zwrotu nakładów inwestycyjnych. Konieczny jest zatem dobór kogeneratora z uwzględnieniem wartości mocy elektrycznej i cieplnej jakie występują stale w okresie roku. Najlepszym sposobem precyzyjnego określenia tej podstawy jest wykorzystanie wykresów uporządkowanych poboru mocy elektrycznej i ciepła w skali roku.

Na rys. 7 przedstawiono nieprawidłowy dobór jednostki kogeneracyjnej – dobór do szczytowej mocy elektrycznej. Oznacza to zastosowanie jednostki o mocy elektrycznej 120 kW. Jednostka taka pracować będzie w zakresie 50-100% swojej mocy nominalnej, czyli kogenerator uruchomi się kiedy zapotrzebowanie na energię elektryczną wzrośnie ponad 60 kW. Poniżej tej wartości kogenerator przerwie pracę i przejdzie w tryb oczekiwania. W tym przypadku kogenerator mógłby przepracować jedynie około 1250 godz. w całym roku. Pozostała część energii elektrycznej zakupiona zostałaby z sieci.



Rys. 7 Niewłaściwy dobór jednostki kogeneracyjnej z wykorzystaniem szczytowej wartości poboru mocy elektrycznej

Podstawa poboru mocy elektrycznej przez cały rok dla tego budynku to około 20 kW. Jeżeli zostałyby tu dobrany mikrokogenerator XRGI 20 (o mocy elektrycznej modulowanej w zakresie 10-20 kW), pracowałby on nieprzerwanie przez cały rok – ok. 7760 godzin z pełną mocą wyjściową i pozostałe 1000 godzin z modulacją. Gdyby został tu zainstalowany drugi kogenerator XRGI 20, mógłby on pracować przez ok. 6200 godz. w skali roku (rys. 8).



Rys. 8 Prawidłowy dobór jednostek kogeneracyjnych z wykorzystaniem wartości poboru mocy elektrycznej w podstawie

Taki dobór mocy umożliwi uniknięcie sytuacji, w której układ nie może podjąć pracy ze względu na zbyt mały pobór energii elektrycznej w budynku, oraz zapewnia najdłuższe czasy pracy układu w skali roku.

PODSUMOWANIE

Wysokosprawna kogeneracja gazowa jest wydajną technologią umożliwiającą uzyskanie oszczędności eksploatacyjnych w obiektach o różnym zapotrzebowaniu na energię elektryczną i ciepło. Wymagane jest tu jednak zapewnienie prawidłowego doboru mocy urządzeń kogeneracyjnych do potrzeb obiektu. Umożliwia to zastosowanie odpowiedniego modelu matematycznego wykorzystującego uporządkowane wykresy poboru mocy elektrycznej i ciepła w skali roku. Dzięki takiemu doborowi możliwe staje się uzyskanie jak najwyższych oszczędności eksploatacyjnych w obiekcie oraz jak najkrótszych czasów zwrotu nakładów inwestycyjnych poniesionych na wdrożenie wysokosprawnych technologii skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.

Przedstawiony w artykule model matematyczny znajduje praktyczne zastosowanie przy prawidłowym doborze mocy układu wysokosprawnej kogeneracji gazowej do potrzeb budynków o różnych profilach zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepło, takich jak np. uzdrowiska, baseny, szpitale, hotele, pensjonaty, zakłady produkcyjne, a tym samym zapewnienie wysokich oszczędności eksploatacyjnych oraz uzyskanie pozytywnego wpływu środowiskowego poprzez redukcję zużycia paliw pierwotnych i ograniczenie emisji zanieczyszczeń.

LITERATURA

1. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne, Dz. U. 1997 nr 54 poz. 348, z późniejszymi zmianami.
2. Dane producenta układów gazowej mikrokogeneracji MCHP XRGI, EC Power A.S., dostęp dn. 28.03.2017.
3. J. Popczyk J, Energetyka Rozproszona – od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej, *Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki*, Warszawa 2011.
4. T. Bańkowski, K. Żmijewski, *Analiza możliwości i zasadności wprowadzenia mechanizmów wsparcia gazowych mikroinstalacji kogeneracyjnych – Wsparcie energetyki rozproszonej – Energetyka społeczna*, Instytut im. E. Kwiatkowskiego, Warszawa, 12.2012.
5. Dyrektywa 2004/8/WE Parlamentu Europejskiego z dn. 11 lutego 2004 r. w sprawie wspierania kogeneracji w oparciu o zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na rynku wewnętrznym energii oraz zmieniająca dyrektywę 92/42/EWG.
6. M. Sobczyk, *Statystyka. Aspekty praktyczne i teoretyczne*, Wydawnictwo UMCS w Lublinie, Lublin 2006.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 04.2017

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 05.2017

dr Piotr Kaleta

Politechnika Śląska

Wydział Organizacji i Zarządzania

Instytut Inżynierii Produkcji

ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze, Polska

tel.: +4832 277 73 86,

e-mail: Piotr.Kaleta@polsl.pl

dr inż. Tomasz Wałek

Politechnika Śląska

Wydział Organizacji i Zarządzania

Instytut Inżynierii Produkcji

ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze, Polska

e-mail: Tomasz.Walek@polsl.pl

METODYKA ANALIZY KOSZTÓW EKSPLOATACYJNYCH WYSOKOSPRAWNEJ KOGENERACJI GAZOWEJ W OBIEKTACH O RÓŻNYM ZAPOTRZEBOWANIU NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ I CIEPŁO

Streszczenie: W artykule przedstawione zostały uwarunkowania dotyczące zastosowania wysokosprawnej mikrokogeneracji gazowej w obiektach o zróżnicowanym zapotrzebowaniu na energię elektryczną i ciepło, w świetle współ-łączenia mikrokogeneracji z innymi źródłami zaopatrującymi obiekt w energię elektryczną i ciepło. Układ taki charakteryzuje się pewnymi krytycznymi parametrami, od których zależy jak najefektywniejsze wykorzystanie układu mikrokogeneracji w obiekcie, i idąca za tym maksymalna możliwa redukcja zużycia paliw pierwotnych i emisji zanieczyszczeń do środowiska. Zapewnienie takich parametrów wymaga opracowania i zastosowania odpowiedniego modelu matematycznego, który został w artykule przedstawiony. Zaprezentowany model matematyczny znajduje praktyczne zastosowanie przy przeprowadzaniu prawidłowego doboru mocy jednostek mikro-kogeneracyjnych na potrzeby analizowanych obiektów, takich jak np. uzdrowiska, baseny, szpitale, hotele, pensjonaty, zakłady produkcyjne.

Słowa kluczowe: mikrokogeneracja gazowa, zapotrzebowanie na ciepło i energię elektryczną, wykresy uporządkowane

METHODOLOGY OF RUNNING COST ANALYSIS FOR HIGH-EFFICIENCY GAS MICRO- COGENERATION APPLICATION IN OBJECTS OF VARIOUS DEMAND OF HEAT AND POWER

Abstract: Conditionings related to high-efficiency gas microcogeneration application in buildings with differentiated demand for heat and power were presented, focusing on joint application of microcogeneration and other sources of heat and power in buildings. Such the joint application of energy sources is characterized with specific critical parameters on which the most effective utilization of microcogeneration system in objects depends, as well as resulting maximal possible reduction of primary fuels and environmental pollutant emission. To ensure achievement of these parameters, delivery and application of a proper mathematical model is required, which was shown in this paper. The model presented finds practical application in conducting a proper selection of microcogeneration units capacity for the needs of objects being analyzed, such as health resorts, swimming pools, hospitals, hotels, pensions, production plants.

Keywords: Gas microcogeneration, power and heat demand, sorted charts