

**PFU w zakresie poprawy efektywności  
energetycznej budynków szpitala  
z uwzględnieniem wymagań  
związanych z uzyskaniem  
potencjalnych dofinansowań**



## Moduł kogeneracyjny

Zaprojektowanie i wybudowanie układu wysokosprawnej kogeneracji, zasilanego gazem ziemnym wysokometanowym typu E składającego się z jednego silnika gazowego o mocy elektrycznej 100-110 kW i mocy cieplnej 135-150 kW wraz z wykonaniem niezbędnych przyłączy: gazowego, elektroenergetycznego, cieplnego i innych niezbędnych do pracy w tym systemie wentylacji oraz odprowadzenia spalin. Moduł powinien być przystosowany do montażu w pomieszczeniach technicznych wewnątrz budynku lub w zabudowie kontenerowej na zewnątrz.

Agregat kogeneracyjny ma być jednostką bezobsługową, w pełni zautomatyzowaną, wyposażoną w licznik motogodzin, oprogramowanie nadzorujące załączenie, pracę i wyłączenie. Oprogramowanie powinno kontrolować pracę układu pod względem pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepło. Nie przewiduje się odsprzedaży energii elektrycznej ani ciepła do sieci zewnętrznej, tym samym automatyka powinna zapobiegać takim sytuacjom. Dodatkowo moduł współpracować ma z siecią ciepłowniczą będącą drugim źródłem ciepła oraz instalacją PV. Oprogramowanie powinno umożliwiać obserwację, sterowanie i archiwizację podstawowych parametrów pracy agregatu oraz zapewnić bezpieczne odstawienie urządzenia po przekroczeniu dopuszczalnych wartości maksymalnych. Agregat powinien posiadać automatyczny układ uzupełniania oleju wraz z niezbędnym zbiornikiem na olej zapasowy.

Układ powinien zostać uzupełniony o buforowe magazyny ciepła w postaci zbiorników na ciepłą wodę. Układ chłodzenia modułu ma zapewnić możliwość wytwarzania energii elektrycznej bez chwilowego odbioru ciepła.

Minimalne parametry gwarantowane układu kogeneracyjnego:

| Parametr              | Jednostka | Wartość referencyjna | Wartość gwarantowana w stosunku do wartości referencyjnej  |
|-----------------------|-----------|----------------------|--|
| Moc elektryczna       | kW        | 104                  | Nie mniejsza niż 100 kW i nie większa niż 110 kW dla 100% obciążenia przy parametrach wody sieciowej 90/70°C                             |
| Moc elektryczna       | kW        | 142                  | Nie mniejsza niż 135 kW i nie większa niż 150 kW dla 100% obciążenia przy parametrach wody sieciowej 90/70°C                             |
| Sprawność elektryczna | %         | 36,5                 | Nie mniejsza niż wartość referencyjna dla 100% obciążenia. Minimum 30% przy obciążeniu 50%.  |
| Sprawność cieplna     | %         | 50,3                 | Nie mniejsza niż wartość referencyjna dla 100% obciążenia przy max. parametrach wody sieciowej 90/70°C. Minimum 56% przy obciążeniu 50%. |
| Sprawność całkowita   | %         | 86,8                 | Nie mniejsza niż wartość referencyjna dla 100% obciążenia i przy parametrach wody sieciowej 90/70°C.                                     |

|   |          |        |  |
|---|----------|--------|--|
|   |          |        | Nie mniej niż 86% przy 50% obciążenia. |
| Sterowalność  | %        | 50-100 | Nie mniej niż wartość referencyjna     |
| Gwarantowana ilość motogodzin pracy agregatu w ciągu roku | h        | 8000   | Nie mniej niż wartość referencyjna     |
| Gwarancja   | miesiące | 24     | Nie mniej niż wartość referencyjna     |
| Liczba motogodzin do remontu kapitalnego                  | h        | 60 000 | Nie mniej niż wartość referencyjna     |

Dodatkowo należy zaprojektować oraz wykonać następujące opomiarowanie:

- ciepłomierz mierzący całkowitą produkcję ciepła na wyjściu z modułu kogeneracyjnego,
- licznik energii elektrycznej rejestrujący produkcję energii elektrycznej na zaciskach rozdzielni modułu,
- gazomierz rejestrujący pobór gazu,
- termometr mierzący temperaturę spalin wylotowych.

Wszystkie wyżej wymienione liczniki powinny dawać możliwość odczytu zdalnego (w czasie rzeczywistym oraz połączenia z systemem BMS (komunikacja po jednym ze standardowych protokołów (modbus, M-bus, BACnet) oraz zapewniać archiwizację i ręczny odczyt danych.

## Instalacja fotowoltaiczna

Zaprojektowanie i wykonanie małej instalacji fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej około 150 kW. Możliwe jest podzielenie instalacji na kilka mniejszych o łącznej mocy 150 kW, w tym trzy mikroinstalacje o mocy bliskiej 50 kW podłączone każda do innego układu pomiarowo rozliczeniowego. Dla instalacji należy przewidzieć odpowiednią powierzchnię i orientację paneli fotowoltaicznych. Wstępna koncepcja systemu zakłada skierowanie paneli w kierunku południowego wschodu z pochyleniem paneli pod kątem 30° od poziomu. Ostateczną decyzję o położeniu oraz orientacji modułów podejmuje projektant.

Podstawowe parametry gwarantowane całej instalacji jak i jej poszczególnych elementów zebrano w tabeli poniżej.

| Parametr  | Jednostka           | Wartość referencyjna | Wartość gwarantowana w stosunku do wartości referencyjnej |
|---|---------------------|----------------------|---|
| Minimalny roczny uzysk całej instalacji (po stronie prądu przemiennego) | kWh/kW <sub>p</sub> | 860                  | Nie mniejszy niż wartość referencyjna                     |
| Moc pojedynczego modułu   | kW <sub>p</sub>     | 270                  | Nie mniejsza niż wartość referencyjna                     |
| Sprawność modułów   | %                   | 15,98                | Nie mniejsza niż referencyjna                             |
| Współczynnik temperaturowy mocy   | %/°C                | -0,50                | Nie mniejszy niż referencyjny                             |
| Temperaturowy współczynnik dla V <sub>oc</sub>                          | %/°C                | -0,35                | Nie mniejszy niż referencyjny                             |
| Temperaturowy współczynnik dla I <sub>sc</sub>                          | %/°C                | 0,04                 | Nie mniejszy niż referencyjny                             |
| Współczynnik tolerancji mocy  | %                   | +4%                  | Nie mniejszy niż referencyjny                             |
| Masa pojedynczego panelu  | kg                  | 24                   | Nie większa niż referencyjna                              |
| Powierzchnia pojedynczego panelu  | m <sup>2</sup>      | 2,0                  | Nie większa niż referencyjna                              |
| Zakres temperaturowy pracy panelu                                       | °C                  | -30 do 85            | Co najmniej taki sam jak referencyjny                     |
| Stopień ochrony panelu  | -                   | IP65                 | Nie mniejszy niż referencyjny                             |
| Maksymalny spadek wydajności modułu w okresie 25 lat                    | %                   | 14%                  | Nie większy niż referencyjny                              |
| Sprawność oferowanych falowników  | %                   | 97                   | Nie mniejsza niż referencyjna                             |
| Minimalny zakres temperaturowy pracy falowników                         | °C                  | -25 do 60            | Co najmniej taki sam jak referencyjny                     |

|  |   |      |                               |
|--|---|------|-------------------------------|
| Falowniki z<br>możliwością<br>obciążania<br>symetrycznego i<br>asymetrycznego<br>poszczególnych<br>trackerów MPP                                   | - | Tak  | Tak                           |
| Stopień ochrony<br>falowników  | - | IP65 | Nie mniejszy niż referencyjny |
| Inwertery posiadające<br>wyjście cyfrowe<br>umożliwiające ich<br>zdalne wyłączenie i<br>włączanie, a także<br>wyjścia sygnalizujące<br>stan błędu. | - | Tak  | Tak                           |

Dodatkowo moduły powinny być zgodne z normami:

PN-EN IEC 61730-1:2018

PN-EN IEC 61730-2:2018

PN-EN 61215-1:2017

PN-EN 61215-1-1:2016

PN-EN 61215-1-2:2017

PN-EN 61215-1-3:2017

PN-EN 61215-1-4:2017

PN-EN 61215-2:2017

a, falowniki spełniać normy bezpieczeństwa:

PN-EN 62109-1:2010 (EN 62109-1:2010)

PN-EN 62109-2:2011 (EN 62109-2:2011)

EN 61000-6-1/ -2/ -3/

EN 61000-3-2/ -3/ / -11/ -12

Instalację należy wyposażyć w licznik energii elektrycznej po stronie prądu przemiennego. Nie przewiduje się oddawania nadmiaru produkowanej energii do sieci (autokonsumpcja w 100%).

W celu sporządzenia dokumentacji projektowej instalacji oraz uzyskania niezbędnych pozwoleń na wykonanie ww. instalacji, należy wykonać wszelkie niezbędne i wymagane inwentaryzacje, uzgodnienia oraz ekspertyzy, w tym: z zakładem energetycznym. Wymagania formalne:

- Należy opracować ekspertyzę lub orzeczenie techniczne przez osoby do tego uprawnione, które będzie miało na celu sprawdzenie wszystkich istotnych elementów konstrukcyjnych na dodatkowe obciążenia, które zostaną wywołane przez dobudowanie instalacji PV na budynkach.
- Projekty Wykonawcze i powykonawcze należy wykonać w oparciu o Polskie lub Europejskie Normy oraz o aktualne Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.





## Wentylacja i klimatyzacja

Projekt oraz wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła wyposażonej w moduł chłodzenia centralnego. System obejmować powinien całość budynku z wyłączeniem bloków A1, E, B oraz stref w których obecnie istnieje już system wentylacji mechanicznej. Centrale wentylacyjne powinny zostać wyposażone w krzyżowe wymienniki ciepła o sprawności temperaturowej odzysku ciepła nie mniejszej niż 80% przy nominalnych warunkach pracy. SFP silników wentylatorów muszą być zgodne z wymaganiami zawartymi w aktualnych warunkach technicznych. Centrale powinny zostać wyposażone w nagrzewnicę wodną o mocy wystarczającej do ogrzania powietrza wentylacyjnego. W wyposażenie central powinna wchodzić również chłodnica wodna o mocy dobranej tak, aby pokryć całkowite zyski ciepła w obsługiwanych przez centralą pomieszczeniach. Projektowana temperatura powietrza w miesiącach letnich wynosi 24°C.

Jako źródło chłodu planuje się agregat wody lodowej ze skraplaczem chłodzonym cieczą lub powietrzem. ESEER agregatu powinna wynosić co najmniej 4,00. Instalacja wody lodowej będącej nośnikiem chłodu powinna zostać zaizolowana zgodnie z aktualnymi warunkami technicznymi.

Wszystkie centrale wentylacyjne powinny zostać wpięte do centralnego systemu zarządzania budynkiem. System ten powinien posiadać wymienione poniżej funkcje:

- wprowadzanie harmonogramów wydatków oraz temperatur zadanych w ujęciu dziennym, tygodniowym i rocznym;
- monitorowanie temperatury powietrza wywiewanego i nawiewanego do pomieszczeń;
- sterowanie pracą przepustnic;
- sterowanie i monitorowanie pracy wentylatorów;
- monitorowanie temperatury za wymiennikiem;
- monitorowanie ciśnienia w kanałach nawiewnych i wywiewnych;
- utrzymywanie zadanej temperatury powietrza poprzez płynną regulację zaworami;
- alarmowanie o stanie zabrudzenia filtrów;
- alarmowanie o awarii urządzeń układów automatyki i urządzeń;
- alarmowanie o wyłączeniu urządzeń wentylacji wynikających z sygnałów pożarowych;
- alarmowanie zabezpieczeniem przeciw zamrożeniowym wymienników ciepła i nagrzewnic.

## Węzeł cieplny

Planuje się kompleksową modernizację węzła ciepła w budynku polegającą na:

- wymianie istniejących wymienników ciepła na wymienniki płytowe z obudową,

- wymianie pomp obiegowych instalacji c.o., c.t., c.c.w. na pompy o regulowanym strumieniu masowym czynnika grzewczego (wyposażonych w falowniki pracy silnika umożliwiającą płynną regulację obrotów),
- demontażu naczyń zbiorczych, zamknięcie instalacji i montaż przeponowych naczyń wzbiorczych,
- wymianie armatury i uszczelnienie instalacji,
- izolacji cieplnej armatury węzła,
- pfukaniu chemicznym instalacji
- regulacji hydraulicznej instalacji.

Oczekiwana całkowita sprawność przetwarzania ciepła winna wynosić min.  $\eta = 98 \%$ .

| Lp. | Rodzaj danych                                     |        | Dane w stanie po modernizacji |
|-----|---|--------|-------------------------------|
| 1.  | Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.) | q [kW] | 2 620,00                      |

Modernizacja systemu centralnego ogrzewania w zakresie: regulacji hydraulicznej, pfukania chemicznego instalacji, montażu licznika ciepła instalacji ogrzewania, wymianie i izolacji rurociągów, wymianie grzejników żeliwnych, system centralnej automatyki sterującej instalacją.

Po wykonaniu prac modernizacyjnych instalacji w budynku należy dostosować instalację do nowego zapotrzebowania na ciepło. W tym celu należy dobrać odpowiednią moc wymienników ciepła, zrównoważyć hydraulicznie całą instalację dobierając nowe nastawy zaworów regulacyjnych i równoważących, strumień i temperaturę czynnika grzewczego.