

Wytyczne do zaprojektowania systemu BeMS

Opis funkcjonalny systemu BeMS

W ramach zadania należy zaprojektować system BeMS, w pełni zgodny z niniejszym opisem, który umożliwi optymalizację gospodarowania energiami zużywanymi przez obiekt (energia cieplna i elektryczna ze źródeł zewnętrznych oraz OZE) oraz integrację z systemami teletechnicznymi zaprojektowanymi w budynku.

Zaprojektowany system powinien zapewnić sterowanie z wykorzystaniem inteligentnych scenariuszy redukcyjnych, dynamicznie przystosowujących zużywanie energii do potrzeb, zmieniających się kosztów zużywanych energii, a także scenariuszami umożliwiającymi zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotne, bilansowane energią wtórną z wykorzystaniem źródeł OZE (np. instalacje PV, pompy ciepła, magazyny energii itp.).

Zarządzanie energią z zastosowaniem systemu do sterowania HVAC oraz oświetleniem (jeśli zaprojektowany system oświetlenia na to pozwala) ma być realizowane z dokładnością do poszczególnych pomieszczeń bytowych oraz ciągów komunikacyjnych, z zastosowaniem zatwierdzonych przez Zamawiającego standardów temperatury oraz stężenia CO₂, z detekcją obecności użytkowników, zmiennych warunków atmosferycznych, natężenia oświetlenia słonecznego a także detekcją otwartych okien. Praca systemu zarządzania energią musi być zgodna z aktualnymi normami i przepisami tj. zapewnić Zamawiającemu zachowanie minimalnych progowych parametrów i standardów pracy i użytkowania obiektu.

System BeMS ma umożliwić algorytmiczne nadrzędne sterowanie urządzeniami i podsystemami technicznymi budynku, w szczególności zapobiegając nieefektywnej/przeciwbieżnej pracy urządzeń.

Na potrzeby sterowania system ten ma uwzględniać informacje o aktualnych potrzebach i zachowaniach Użytkowników, aktualne dane pogodowe i prognozy pogody, a także czynniki kosztowo-twórcze, takie jak taryfy (stałe, strefowe oraz dynamiczne), dostawców różnych energii. Na podstawie danych zainstalowanych mierników, analizatorów sieciowych oraz czujników ma on aktywnie ograniczać i optymalizować zużycie różnych energii w obiekcie (w tym m.in. wdrożenie funkcjonalności „strażnika mocy” energii zużywanych energii).

W celu zachowania pełnej spójności eksploatacyjnej, funkcjonalnej i serwisowej dla zaprojektowanych na obiekcie systemów automatyki, w ramach realizacji niniejszego zakresu dopuszcza się wyłącznie zastosowanie spójnego systemu sterowania i monitorowania uwzględniającego integrację ze sterownikami głównymi, modułami wejść/wyjść, czujnikami i regulatorami obiektowymi, siłownikami, umożliwiać uzupełnienie układów istniejącej automatyki o inne rozwiązania IoT. Rozwiązanie to ma umożliwić w przyszłości dalszą rozbudowę automatyki budynku o dodatkowe czujniki, liczniki i podsystemy sterowania, o ile będą takie potrzeby Zamawiającego w celu optymalizacji przyszłych kosztów eksploatacji.

Nie dopuszcza się rozwiązań opartych o zamknięte protokoły komunikacyjne lub niestandardowe interfejsy ograniczające możliwości przyszłej rozbudowy Systemu BeMS lub wymagające dodatkowego licencjonowania w tym zakresie.

Z uwagi na dużą liczbę integrowanych systemów włączanych do BeMS, dostęp do danych dla użytkowników ma być zapewniony na zróżnicowanym poziomie z możliwością definiowania i modyfikowania tych uprawnień dla poszczególnych osób oraz grupowo.

System BeMS w zakresie integracji z instalacjami/urządzeniami obiektu ma być oparty o powszechnie stosowane, otwarte standardy komunikacyjne zarówno przewodowe jak i bezprzewodowe.

W przypadku rozwiązań przewodowych należy zaprojektować okablowanie w sposób niedostępny dla użytkownika oraz zgodnie z wymaganiami określonymi przez Zamawiającego. Rozwiązania przewodowe powinny być oparte o powszechnie stosowane protokoły sterowania takie jak: BACnet, Modbus TCP/RTU, M-BUS itp. oraz sieć TCP/IP na poziomie transmisji danych.

Rozwiązania bezprzewodowe muszą być realizowane za pomocą powszechnie dostępnych energooszczędnych protokołów komunikacji w standardzie niskoenergetycznym (LoRaWAN,). Wymaga się, aby wszystkie zintegrowane na obiekcie rozwiązania bezprzewodowe stosowały jeden ogólnodostępny protokół wymiany informacji, a zaprojektowana na ich potrzeby bramka komunikacyjna musi umożliwiać bezpośrednią komunikację z serwerem systemu BeMS poprzez sieć Ethernet z wykorzystaniem połączeń zabezpieczonych z wykorzystaniem VPN (IP-SEC).

Zaprojektowany system BEMS powinien zapewnić następujące funkcjonalności:

- 1) Odczyt parametrów pracy i wielowątkowe sterowanie systemami / urządzeniami HVAC (tj. m.in. centralami wentylacyjnymi, pompami ciepła, nagrzewnicami, klimatyzacjami, wentylatorami itp.), przy czym sterowanie ww. urządzeniami musi być zgodne z obowiązującymi normami i przepisami tj. zapewnić Zamawiającemu zachowanie minimalnych progowych parametrów obliczeniowych określonych w projekcie branżowym oraz zachowanie standardów pracy i użytkowania obiektu. Należy przewidzieć blokadę ustawień progowych integrowanych urządzeń i instalacji, które nie mogą być przekroczone z uwagi na ww. przepisy.
- 2) Odczyt i rejestrację zużycia energii elektrycznej przez poszczególne urządzenia j.w.,
- 3) Odczyt parametrów pracy i sterowanie urządzeniami węzła cieplnego m.in.:
 - odczyt i rejestrację pomiarów (zużycie energii, przepływ, temperatura, itp.) dokonywanych przez ciepłomierze na każdym zaprojektowanym obiegu grzewczym (minimalny podział na sekcję dla budynku głównego, sali gimnastycznej i ciepła technologicznego. W uzasadnionych ekonomicznie przypadkach zaprojektować dodatkowo rozdział sekcji na piwnicę i każdą kondygnację nadziemną.), wyświetlanie ostrzeżeń i alarmów,
 - odczyt, rejestrację i możliwość nastawy temperatury czynnika grzewczego na zasilaniu i powrocie każdego obiegu, wyświetlanie ostrzeżeń i alarmów,
 - odczyt i rejestrację temperatury czynnika grzewczego na zasilaniu i powrocie przed rozdzielaczem c.o., wyświetlanie ostrzeżeń i alarmów,
 - odczyt, rejestrację ciśnienia czynnika grzewczego w każdym obiegu przed i za pompą, wyświetlanie ostrzeżeń i alarmów,
 - odczyt, rejestrację ciśnienia czynnika grzewczego przed rozdzielaczem, wyświetlanie ostrzeżeń i alarmów,
 - odczyt, rejestrację i zmianę parametrów pracy pomp obiegowych każdego obiegu grzewczego (wydajność / przepływ, procentowe obciążenie, wysokość podnoszenia itp.), wyświetlanie ostrzeżeń i alarmów,

- odczyt, rejestrację i zmianę parametrów pracy zaworów trójdrogowych (procentowy stopień otwarcia każdej drogi), wyświetlanie ostrzeżeń i alarmów,
- 4) Odczyt, rejestrację i możliwość nastawy temperatury oraz odczyt wilgotności indywidualnie we wszystkich pomieszczeniach budynku, wyświetlanie ostrzeżeń i alarmów (tj. zaprojektowanie czujników temperatury i wilgotności oraz siłowników na zaworach grzejnikowych),
- 5) Odczyt i rejestrację stężenia CO₂ w wybranych pomieszczeniach – lista pomieszczeń zostanie uzgodniona z Zamawiającym na etapie opracowania dokumentacji projektowej, w oparciu o funkcję obiektu i potrzeby Użytkownika (tj. zaprojektowanie czujników stężenia CO₂ z wyświetlaczem wskazującym aktualne stężenie CO₂ w ppm, możliwe zaprojektowanie jednego czujnika z funkcjami opisanymi powyżej w pkt. 5),
- 6) Automatyczne uchylanie wybranych skrzydeł okiennych tj. zastosowanie siłowników okiennych (2 skrzydła skrajne w każdej sali z zamontowanym czujnikiem stężenia CO₂), w ramach branży architektoniczno – budowlanej zaprojektować wzmocnienie ramy i profilu okiennego w miejscu montażu siłownika/ów okien (jeśli jest wymagane), zaprojektować wysokość okna tak aby zapewnić możliwości montażu siłownika okiennego. Automatyczne uchylanie skrzydeł okiennych należy traktować jako funkcję dodatkową, która nie jest tożsama z zapewnieniem wymaganej wentylacji w poszczególnych pomieszczeniach.
- 7) monitorowanie stanu otwarcia wybranych skrzydeł okiennych dla okien bez funkcji automatycznego otwierania (tj. zaprojektowanie kontaktronów okiennych – preferowane w technologii bezprzewodowej LoRaWAN),
- 8) integrację z systemami teletechnicznymi zaprojektowanymi w budynku (zakres integracji do uzgodnienia na etapie opracowania dokumentacji projektowej) tj. m.in. centralą SSWiN, centralą KD, rejestratorem CCTV itp.
- 9) integrację z urządzeniami elektrycznymi zaprojektowanymi w budynku (zakres integracji do uzgodnienia na etapie opracowania dokumentacji projektowej) tj. falownika instalacji fotowoltaicznej, magazynu energii, centrali oświetlenia awaryjnego, analizatora sieci zasilającej w rozdzielnicy głównej RG, centrali systemu sterującego DALI oświetlenia podstawowego, UPS dla systemu BMS, wentylatorów wentylacji HVAC,
- 10) integrację serwisu pogodowego chmurowego i stacji pogodowych do systemu BeMS (odczyt danych pogodowych aktualnych/prognozowanych w ramach możliwości dla danej lokalizacji),
- 11) sporządzanie raportów pracy poszczególnych urządzeń i instalacji w postaci wykresów i danych tabelarycznych,
- 12) trzystopniowy poziom dostępu do systemu w zależności od przyznanych uprawnień (tj. pierwszy stopień: odczyt parametrów i komunikatów urządzeń i czujników, drugi stopień: zmiana podstawowych parametrów systemu, trzeci stopień: rozszerzony zakres nastaw i funkcji).

System musi być w pełni zgodny i umożliwić pełną współpracę z oprogramowaniem już istniejącym na serwerze Zamawiającego.

Oprogramowanie aplikacyjne BEMS spełnia następujące wymagania:

- 1) dostęp poprzez powszechnie stosowaną przeglądarkę stron internetowych z uwzględnieniem jej bieżących aktualizacji (np.: Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge);
- 2) wizualizacja pracy poszczególnych instalacji i układów w formie w formie graficznej tj. rzutów budynku z wizualizacją wszystkich zintegrowanych urządzeń i systemów, pulpitów, dostosowanych do potrzeb poszczególnych użytkowników - wizualizacje mają zostać

- utworzone przez Wykonawcę robót budowlanych w trakcie wdrażania i uruchamiania Systemu (na etapie robót budowlanych), z możliwością późniejszej ich modyfikacji przez przeszkolonego Administratora;
- 3) zarządzanie alarmami, poprzez sygnalizowanie, obsługiwanie (sygnalizację kolorami, filtrowanie, grupowanie, przypisywanie do konkretnych użytkowników) oraz archiwizację komunikatów alarmowych;
 - 4) raportowanie o zdarzeniach w Systemie BeMS, stanach alarmowych, danych o zużyciu poszczególnych mediów itp., raporty mają być powiązane z alarmami w systemie BeMS w podziale na osobne budynki oraz informacje globalne dla operatorów wszystkich budynków;
 - 5) możliwość indywidualnego określania zakresu dostępu (uprawnień) do Systemu BeMS dla użytkowników na różnych poziomach, indywidualnie lub grupowo (3 poziomy dostępu);
 - 6) możliwość dynamicznego programowania przez uprawnionego Użytkownika Systemu inteligentnych scenariuszy w zakresie włączania i wyłączania urządzeń lub instalacji jak również ustawiania ich wartości (nastaw) parametrów pracy oraz uzależniania ich działania od wybranych zdarzeń lub wartości parametrów;
 - 7) możliwość programowania algorytmów pracy systemu, bez konieczności wprowadzania zmian w oprogramowaniu sterowników automatyki;
 - 8) możliwość rozbudowywania systemu BeMS o nowe urządzenia, zakresy i funkcjonalności w trakcie późniejszej eksploatacji systemu;
 - 9) zapewnienie interfejsu API pozwalającego na pobieranie danych o stanie systemu BeMS i stanie urządzeń automatyki, oraz zapisanych danych historycznych w bazie danych, przez aplikacje współpracujące z Systemem;
 - 10) możliwość integracji instalacji i urządzeń wykorzystujących standardowe protokoły w obszarze automatyki, systemów informatycznych i baz danych, urządzeń i systemów IoT (Internetu Rzeczy) oraz zewnętrznych systemów komunikacji i przetwarzania danych z urządzeń IoT w chmurach obliczeniowych;
 - 11) możliwość instalacji Systemu BeMS na serwerach fizycznych lub chmurowych;
 - 12) możliwość integracji poprzez API (lub przez inne pliki danych np. xls) z systemami zewnętrznymi umożliwiającymi tworzenie dynamicznych harmonogramów w oparciu o informacje z kalendarzy zewnętrznych jak np. Outlook, dziennik elektroniczny szkoły;
 - 13) gromadzenie i retencja danych pozwalających na obliczenie wskaźników emisji dla obiektu objętego systemem (okres przechowywania danych do ustalenia na etapie projektowania).

Ponadto oprogramowanie aplikacyjne systemu BEMS umożliwia:

- 1) Dostęp po zalogowaniu się użytkownika poprzez konto utworzone w systemie BEMS z użyciem przeglądarki stron www na komputerowych stacjach roboczych lub urządzeniach mobilnych, w dowolnym miejscu i czasie, również poza siecią wewnętrzną AWFIS z zachowaniem standardów zabezpieczeń środowisk informatycznych.
- 2) Dostosowanie przez każdego z użytkowników widoku interfejsu do własnych potrzeb, w tym zmianę rozmieszczenia elementów wizualizacji.
- 3) Zdalną wizualizację i zarządzanie grafikami, alarmami, harmonogramami, trendami, logami, raportami i kontami użytkowników.
- 4) Zapis wielu wersji własnych indywidualnych ustawień graficznych i ich późniejszego wyboru według potrzeb oraz dla innych użytkowników systemu BEMS.
- 5) Zarządzanie alarmami poprzez możliwość oznaczenia ich kolorami, grupowania, filtrowania.

- 6) Przypisywanie alarmów do konkretnego użytkownika lub grupy użytkowników i decydowanie o ich przyjęciu lub odrzuceniu. Dla alarmów wymagających potwierdzenia użytkownik może wybrać opis czynności z listy lub wprowadzić własne uwagi.
- 7) Rejestrowanie zdarzeń, alarmów i każdego działania ze znacznikiem czasu, użytkownikiem (jeżeli dotyczy) i wartościami, które uległy zmianie.
- 8) Tworzenie i edycję opisu urządzeń/instalacji za pomocą importów w formacie tekstowym CSV.
- 9) Aktualizację algorytmów pracy systemu BEMS bez potrzeby przerywania jego działania, w tym innych realizowanych zadań.

Uwaga:

Dobór konkretnych rozwiązań sterowania poszczególnymi urządzeniami/instalacjami do uzgodnienia na etapie projektowym (w zakresie branży sanitarnej i elektrycznej)

Wytyczne dotyczące projektów instalacji elektrycznej i teletechnicznej

Opomiarowanie energii elektrycznej:

1. Projekt rozdzielni głównej niskiego napięcia powinien uwzględniać instalację analizatora parametrów sieciowych na zasilaniu rozdzielnicy, co pozwoli na opomiarowanie całościowego zużycia energii elektrycznej na obiekcie.
2. Projekty rozdzielnic elektrycznych zasilających urządzenia lub grupy obwodów powinien uwzględniać instalację liczników energii elektrycznej na następujących odpływach (jeśli istnieją):
 - a) Obwody zasilania central wentylacyjnych – niezależny licznik energii dla każdego urządzenia.
 - b) Obwody zasilania pomp ciepła – niezależny licznik energii dla każdego urządzenia.
 - c) Obwody zasilania układów klimatyzacji – niezależny licznik energii dla każdego układu klimatyzacji rozumianego jako agregat zewnętrzny.
 - d) Obwód zasilania rozdzielni zasilająco-sterującej węzła ciepła (jeśli w obiekcie jest więcej niż jeden węzeł, niezależny licznik na każdy obwód).
 - e) Obwody zasilania rozdzielnicy dla innego charakteru pomieszczeń w danym obiekcie np. szkoła, przedszkole, sala gimnastyczna, kuchnia, mieszkanie itd.

Urządzenia powinny zapewniać możliwość integracji do systemów klasy BEMS po protokole Modbus RTU z możliwością dowolnego ustawienia parametrów transmisji w zakresie standardów dla tego protokołu.

Zasilanie elektryczne infrastruktury systemu BEMS:

1. Projekt instalacji elektrycznej powinien uwzględniać potrzebę doprowadzenia zasilania do następujących odbiorów związanych z infrastrukturą systemu BEMS:
 - a) Rozdzielnica główna systemu BEMS(dalej: RG_BEMS) – Zasilanie 1-fazowe. Lokalizacja do wskazania w projekcie systemu BEMS. Moc zainstalowana do zależna od zakresu wdrożenia systemu BEMS.
 - b) Rozdzielnica zasilająco-sterująca węzła ciepła (dalej: RZS_WC) – Zasilanie 3-fazowe. Lokalizacja w pom. węzła ciepła – moc zainstalowana wg bilansu elektrycznego węzła cieplnego. Wyłącznik główny rozdzielnicy przystosowany do współpracy z wyłącznikiem bezpieczeństwa węzła cieplnego.
2. Projekt instalacji elektrycznej powinien uwzględniać instalację baterii UPS w torze zasilania rozdzielni. Parametry baterii UPS zależne od mocy zainstalowanej w rozdzielni RG_BEMS i zakresu wdrożenia systemu BEMS (m.in. zapewnienie zamknięcia okien

wyposażonych w siłowniki okienne w przypadku zaniku zasilania). Bateria UPS powinna być wyposażona w złącze EPO do podłączenia PWP.

Oświetlenie wewnętrzne:

1. Oświetlenie wewnętrzne obiektu należy projektować w technologii LED.
2. W wybranych pomieszczeniach należy zaprojektować czujniki obecności i natężenia światła wpięte w magistrale systemu DALI.
3. Pracą oświetlenia (zaprojektowanego w oparciu o system DALI) powinien zarządzać dedykowany sterownik systemu DALI umożliwiający komunikację z systemami klasy BEMS po protokole Modbus TCP.

Oświetlenie zewnętrzne:

1. Oświetlenie wewnętrzne obiektu należy projektować w technologii LED.
2. Układ zasilająco-sterujący obwodów oświetlenia terenu zewnętrznego i/lub elewacji budynku powinien umożliwiać pracę w 3 trybach wybieranych na przełączniku ON-OFF-AUTO zainstalowanym w rozdzielnicy elektrycznej, z której zasilany jest dany obwód (zaprojektować min. 2 obwody dla oświetlenia zewnętrznego, dodatkowo 1 obwód rezerwowy).
3. W trybie AUTO załączenie danego obwodu powinno być zależne od podania napięcia sterowniczego 24VDC na zaciski cewki stycznika zainstalowanego w torze zasilania obwodu oświetleniowego.

Urządzenia teletechniczne:

1. Centrale systemów teletechnicznych budynku powinny zapewniać możliwość monitoringu poprzez styki bezpotencjałowe:
 - a) centrala SSWiN - sygnał „awaria” oraz „alarm”,
 - b) centrala KD (kontrolery) - sygnał „awaria”, oraz „alarm” (np. otwarcie awaryjne, nieautoryzowana próba otwarcia, zbyt długie otwarcie),
 - c) centrala dzwonka szkolnego - sygnał „awaria”,
 - d) rejestrator CCTV - sygnał „awaria”,
 - e) baterie UPS – sygnał „praca z sieci/UPS” oraz „awaria”,
2. Projekt instalacji teletechnicznych powinien zawierać informacje co do sposobu oznakowania poszczególnych elementów systemu.

Urządzenia elektryczne:

1. Urządzenia elektryczne budynku powinny zapewniać możliwość integracji do systemu tj.:
 - a) falownik instalacji PV,
 - b) magazyn energii elektrycznej (jeśli występuje),
 - c) ogranicznik mocy (jeśli występuje),
 - d) turbina wiatrowa (jeśli występuje).

Okablowanie:

1. Projekt instalacji teletechnicznych powinien uwzględniać okablowanie F/UTP cat.6 od urządzeń infrastruktury systemu BEMS (RG_BEMS i RZS_WC), sterownika systemu DALI, bramki protokołu radiowego LoRaWAN do głównego switch'a obiektu stanowiącego punkt przyłączenia obiektu do sieci strukturalnej Miasta Bydgoszcz.
2. Nie wolno prowadzić w tym samym korycie kabli energetycznych i kabli sygnałowych. Jeżeli jest to konieczne, należy zastosować przegrody metalowe oddzielające rodzaje kabli.

Wytyczne dot. projektów instalacji sanitarnej (grzewczej, chłodniczej, wentylacyjnej)

Węzeł ciepła:

1. Za przyłączem ciepła z m.s.c. należy zaprojektować licznik ciepła z możliwością integracji poprzez protokół Modbus RTU lub z wolnym slotem pod instalację dodatkowego modułu komunikacyjnego LoRaWAN. Alternatywnie dopuszczalne jest rozwiązanie, w którym, za zgodą dystrybutora ciepła (spółka KPEC), do systemu zostanie przyłączony licznik ciepła dystrybutora.
2. Projekt rozdzielacza ciepła w węźle cieplnym powinien uwzględniać:
 - a) Zawór trójdrogowy z siłownikiem automatycznym zasilanym napięciem 24VDC i sterowanym sygnałem 0-10VDC na obiegach zaprojektowanych zgodnie z ww. dokumentacją.
 - b) Pompa obiegowa ze stykami polecenia pracy i awarii oraz z modułem komunikacyjnym Modbus RTU na każdym obiegu grzewczym CO i CT.
 - c) Czujnik temperatury zanurzeniowy z elementem pomiarowym Pt1000 na rurze zasilającej i rurze powrotnej na każdym obiegu grzewczym CO i CT.
 - d) Czujnik ciśnienia cieczy z przetwornikiem 0-10VDC na rurze zasilającej i rurze powrotnej na każdym obiegu grzewczym CO i CT.
 - e) Licznik ciepła z możliwością integracji poprzez protokół Modbus RTU lub z wolnym slotem pod instalację dodatkowego modułu komunikacyjnego LoRaWAN na każdym obiegu grzewczym CO i CT.

Instalacja grzewcza – odbiorcza:

1. Instalacja centralnego ogrzewania w budynku powinna być projektowana z uwzględnieniem podziału architektonicznego lub funkcjonalnego obiektu (minimalny podział obiegów grzewczych np. na sekcję dla budynku głównego, sali gimnastycznej i ciepła technologicznego. W uzasadnionych ekonomicznie przypadkach zaprojektować dodatkowo rozdział sekcji na piwnicę i każdą kondygnację nadziemną.)
2. Przy każdym grzejniku w budynku lub na rurze zasilającej dane pomieszczenie (przy założeniu, że istnieje możliwość wydzielenia fragmentu instalacji c.o. dla danego pomieszczenia) powinien być zaprojektowany zawór regulacyjny z gwintem M30x1,5 przeznaczony pod montaż głowicy automatycznej systemu BeMS.

Układy wentylacji i klimatyzacji:

1. Wszelkie układy wentylacji centralnej, układy klimatyzacji i pompy ciepła powinny spełniać wymóg możliwości integracji z systemami klasy BeMS poprzez protokół Modbus RTU lub Modbus TCP. Centrale wentylacyjne, układy klimatyzacji i pompy ciepła powinny być dostarczane z indywidualnymi regulatorami/sterownikami procesowymi zapewniającymi prawidłowe działanie urządzeń niezależnie od stanu podłączenia do systemu nadrzędnego.
2. Regulatory/sterowniki central wentylacyjnych i układów klimatyzacji powinny umożliwiać zewnętrzną kontrolę nastaw temperatury, wilgotności i stężenia CO₂ (w zależności od funkcji urządzeń) oraz wydajności pracy (on/off, ilość powietrza nawiewanego/wyciąganego).
3. Centrale wentylacyjne pracujące na rzecz pomieszczeń użytkowych (np. sal lekcyjnych, pomieszczeń biurowych i administracyjnych) powinny być wyposażone w czujnik stężenia CO₂ wpięty w autonomiczny układ regulacji centralą. Sterowanie ww. urządzeniami musi być zgodne z aktualnymi normami i przepisami tj. zapewnić Zamawiającemu zachowanie minimalnych progowych parametrów obliczeniowych określonych w projekcie branżowym oraz zachowanie standardów pracy i użytkowania obiektu. Należy przewidzieć blokadę

ustawień progowych integrowanych urządzeń i instalacji, które nie mogą być przekroczone z uwagi na ww. przepisy.

4. Układy wentylacji i klimatyzacji powinny być projektowane z uwzględnieniem efektywności energetycznej budynku, tzn. należy w miarę możliwości projektować układy klimatyzacji VRF (zamiast wielu układów single-split) lub centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła.

Wytyczne dot. doboru urządzeń dla innych branż

Dobory urządzeń, które mają być integrowane przez system BEMS, muszą uwzględniać wymagania systemu odnośnie wyposażenia w interfejsy komunikacyjne lub styki do monitoringu i sterowania.

Projektowane urządzenia powinny być opisane parametrami w dokumentacji projektowej. Zalecane typy urządzeń spełniające te parametry winny być przedłożone do zaopiniowania w celu spełnienia wymagań podłączenia do BeMS.

Szczegółowe zalecenia dot. doboru urządzeń zestawiono poniżej:

Branża	Grupa funkcjonalna	Typ urządzenia	Wymagania dot. urządzeń
SANIT	Węzeł ciepła	Pompa obiegowa	Wymagane wejścia/wyjścia i interfejsy komunikacyjne: Wejścia cyfrowe: <ul style="list-style-type: none"> • start/stop Wyjścia cyfrowe: <ul style="list-style-type: none"> • sygnalizacja pracy, sygnalizacja alarmu Interfejsy komunikacyjne: <ul style="list-style-type: none"> • Modbus RTU z możliwością ustawienia dowolnych parametrów transmisji.
SANIT	Węzeł ciepła	Liczniki ciepła	Wymagane 1 wolne gniazdo w liczniku do montażu modułu komunikacyjnego LoRaWAN lub Modbus RTU.
SANIT	Węzeł ciepła	Siłowniki zaworów trójdrogowych	Napięcie zasilania: 24 V AC/DC Rodzaj sygnału sterującego: proporcjonalny 0-10V DC.
SANIT	Węzeł ciepła	Czujniki temperatury	Rodzaj przetwornika: Pt 1000.
SANIT	Węzeł ciepła	Czujniki ciśnienia	Napięcie zasilania: 24 V AC/DC. Rodzaj sygnału: 0-10V DC.
-	-	-	-
ELE	Pomiar EE	Liczniki energii elektrycznej	Wymagany wbudowany interfejs komunikacyjny Modbus RTU z możliwością ustawienia dowolnych parametrów transmisji.
ELE	Pomiar EE	Analizator parametrów sieci	Wymagany wbudowany interfejs komunikacyjny Modbus RTU z możliwością ustawienia dowolnych parametrów transmisji.
ELE	Oświetlenie DALI	Sterownik systemu DALI	Wymagany wbudowany interfejs komunikacyjny Modbus TCP z możliwością ustawienia dowolnych parametrów transmisji.

ELE	Oświetlenie	Centrala oświetlenia awaryjnego	b/d
ELE	Instalacja PV	Falownik PV	Wymagany wbudowany interfejs komunikacyjny Modbus RTU lub Modbus TCP z możliwością ustawienia dowolnych parametrów transmisji lub dostęp do danych poprzez chmurę producenta i API.
TELE	UPS	UPS serwer BMS	Wymagany wbudowany interfejs komunikacyjny Modbus RTU lub Modbus TCP z możliwością ustawienia dowolnych parametrów transmisji.
TELE	Teletechnika	Centrala SSWIN	Wymagane wejścia/wyjścia: Wyjścia cyfrowe: <ul style="list-style-type: none"> • sygnalizacja awarii, sygnalizacja alarmu.
TELE	Teletechnika	Centrala SKD	Wymagane wejścia/wyjścia: Wyjścia cyfrowe: <ul style="list-style-type: none"> • sygnalizacja pracy, sygnalizacja alarmu.
TELE	Teletechnika	Centrala CCTV	Wymagane wejścia/wyjścia: Wyjścia cyfrowe: <ul style="list-style-type: none"> • sygnalizacja pracy, sygnalizacja alarmu.
TELE	Teletechnika	Centrala dzwonka szkolnego	Wymagane wejścia/wyjścia: Wyjścia cyfrowe: <ul style="list-style-type: none"> • sygnalizacja awarii.
TELE	Oświetlenie	Centrala oświetlenia awaryjnego	b/d
TELE	Okablowanie	RS-485	Przewód 2-żyłowy ekranowany przeznaczony do transmisji RS-485.
TELE	Okablowanie	IT	Przewód 4-parowy ekranowany przeznaczony do transmisji TCP/IP.
TELE	Okablowanie	Sygnałowe	Przewód wielożyłowy.
-	-	-	-
WENT/ KLIM	Wentylacja	Centrale wentylacyjne	Wymagany wbudowany interfejs komunikacyjny Modbus RTU lub Modbus TCP z możliwością ustawienia dowolnych parametrów transmisji.
WENT/ KLIM	Wentylacja	Pompa ciepła / agregat	Wymagany wbudowany interfejs komunikacyjny Modbus RTU lub Modbus TCP z możliwością ustawienia dowolnych parametrów transmisji.
WENT/ KLIM	Klimatyzacja	Układ klimatyzacji VRF/split/multi split	Wymagany wbudowany interfejs komunikacyjny Modbus RTU lub Modbus TCP z możliwością ustawienia dowolnych parametrów transmisji.

Wymagania stawiane elementom architektury systemu BEMS i urządzeniom końcowym systemu BEMS

Sterowniki nadrzędne (programowalne) systemu BEMS

Modułowe sterowniki nadrzędne systemu (swobodnie programowalne), zainstalowane będą w istniejących szafach elektrycznych lub w odrębnych szafach BeMS (w zależności od dostępnego miejsca), w pomieszczeniach technicznych obiektu lub w bliskim sąsiedztwie sterowanych układów. Sterowniki muszą charakteryzować się podwójną funkcjonalnością. Mogą pracować jako nadrzędne sterowniki sieciowe systemu, będące warstwą pośredniczącą w komunikacji między sterownikami obiektowymi, regulatorami i urządzeniami, a systemem BEMS, lub jako samodzielne sterowniki, monitorujące i sterujące instalacjami HVAC, elektrycznymi i oświetleniem, które obsługują wszystkie rodzaje sygnałów cyfrowych i analogowych z całego obiektu.

Podstawowe cechy wymagane dla sterowników nadrzędnych:

1. modułowa budowa sterowników montowanych na szynę DIN,
2. dla każdego sterownika dostępne języki programowania IL, FBD, LD, SFC, ST zgodne z normą IEC 61131-3 lub równoważną oraz CFC,
3. jedno oprogramowanie dla całego typoszeregu sterowników,
4. gotowe biblioteki do urządzeń HVAC i automatyki budynkowej,
5. algorytmy programów HVAC zgodne z EN 15232 lub równoważną,
6. możliwość wgrania kodów źródłowych aplikacji do pamięci sterownika,
7. możliwość zdalnego połączenia się ze sterownikiem PLC - zdalna diagnostyka systemu oraz możliwość wgrania oprogramowania oraz aktualizacji firmware,
8. możliwość obsługi protokołów komunikacyjnych stosowanych w instalacjach: ProfiBUS, Modbus, INTERBus, DeviceNET, LightBUS, EtherCAT, CANOpen, ControlNET, CC-Link, Filio, SERCROS, ETHERNET TCP/IP, ProfiNET, , ASi, I/O-LINK, EIB, LON, DALI, MP-Bus, M-BUS, EnOCEAN, BacNET, RS232/485,
9. możliwość obsługi wielu protokołów komunikacyjnych w ramach 1 sterownika jednocześnie,
10. możliwość podłączenia minimum 255 modułów I/O w ramach jednego sterownika nadrzędnego,
11. samozaciskowe przyłącze kablowe w modułach dla kabli o przekroju od 0,08 do 2,5 mm², brak połączeń śrubowych podatnych na samoczynne „odkręcanie”,
12. możliwość odłączenia od modułu części przyłączeniowej kabli,
13. dostępność modułów wejść/wyjść cyfrowych 1, 2, 4, 8 lub 16 kanałowych,
14. dostępność modułów wejść/wyjść analogowych 1, 2, 4 lub 8 kanałowych,
15. dostępne moduły do pomiarów parametrów sieci elektrycznej nn (do 3 x 690 V AC),
16. dostępne moduły do sterowania roletami,
17. dostępne moduły do sterowania silników AC/DC,
18. dostępne moduły do sterowania pompami,
19. rozdzielczość sygnałów analogowych minimum 12 bit z opcją 16 bit lub 24 bit,
20. temperatura pracy od 0 do 55°C, lub (dla wybranych lokalizacji) -25 do +60 °C,
21. odporność na wibracje zgodna z EN 60068-2-6/EN 60068-2-27/29 lub równoważną,
22. wykonanie standardowe sterowników IP20, lub wyższe,
23. wykonanie standardowe paneli operatorskich oraz komputerów panelowych IP65/IP20 (front / tył), lub IP65 z obu stron
24. możliwość wykonania wizualizacji w ramach standardowego oprogramowania, możliwość jego implementacji bezpośrednio na sterowniku (dostęp do wizualizacji ze sterownika także przez przeglądarkę internetową),

25. dostępność sterowników PLC z systemem operacyjnym Windows CE lub eXP,
26. możliwość rozbudowy sterowników o zewnętrzne karty pamięci typu Compact Flash lub uSD (do minimum 8 GB),
27. możliwość podłączenia do sterownika standardowego monitora DVI lub HDMI,
28. możliwość podłączenia do sterownika po USB standardowych urządzeń tj. klawiatura, myszka, pamięć przenośna itp.,
29. wykonanie sterownika na procesorach INTEL®, XScale®, Pentium MMX®, Celeron M® czy Pentium M®, Atom ® , Core i7® lub równoważnych;
30. zapewnienie realizacji funkcji sterownika sieciowego systemu BEMS z możliwością utworzenia na nim lokalnej bazy danych, w tym buforowania danych na okres nie krótszy niż 7 dni.

Urządzenia końcowe

Czujniki pomieszczeniowe (strefowe)

W pomieszczeniach biurowych, salach dydaktycznych oraz w pomieszczeniach socjalnych należy zastosować, włączone do systemu BEMS, czujniki ściennie służące do monitorowania warunków środowiskowych takich jak temperatura wewnętrzna, wilgotność, opcjonalnie stężenie CO₂, TVOC, poziom oświetlenia i innych, a na podstawie tych odczytów sterowania zdefiniowanym komfortem cieplnym w pomieszczeniach, poprzez sterowanie siłownikami grzejnikowymi, pracą wentylatorów i zaworów regulacyjnych klimakonwektorów (o ile występują).

Czujniki mają być montowane na wysokości montażu włączników oświetlenia (ok. 1,5 m nad posadzką), w pobliżu drzwi wejściowych lub innych lokalizacjach uzgodnionych przez Zamawiającego i Wykonawcę na etapie wykonania.

System BEMS musi umożliwiać w przyszłości na podstawie odrębnego zamówienia Zamawiającego, dodawanie kolejnych czujników tego samego typu, w pomieszczeniach (nie objętych niniejszym wdrożeniem) bez konieczności zmian w topologii sieci.

Parametry minimalne czujników pomieszczeniowych:

- a) Urządzenie musi posiadać moduł zasilający umożliwiające pracę do 10 lat (minimum dwie montowane wewnątrz obudowy niezależne baterie o pojemności 4000 mAh).
- b) Urządzenie musi mieć możliwość pracy w zakresie temperatur od -30° C do +40° C.
- c) Urządzenie musi mieć możliwość zakres mierzonej temperatury od -30° C do +70°C.
- d) Urządzenie musi mieć dokładność pomiaru temperatury $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ (w zakresie 0 - 70°C) z rozdzielczością 0,1° C.
- e) Urządzenie musi mieć możliwość pracy w zakresie 0% do 100% wilgotności względnej.
- f) Urządzenie musi mieć dokładność pomiaru wilgotności 10% do 90% RH ($\pm 3\%$), poniżej 10% i powyżej 90% RH ($\pm 5\%$) z rozdzielczością 0,5% wilgotności względnej.
- g) Wymiary zewnętrzne 89 × 88 × 26 mm z tolerancją +/- 1mm.
- h) Urządzenie musi posiadać obudowę o stopniu ochrony min IP67 i możliwość montażu naściennego za pomocą dedykowanych otworów w obudowie.
- i) Transmisja danych ma odbywać się w paśmie ISM 868 MHz w standardzie LoRaWAN (dla czujników bezprzewodowych).
- j) Moc nadajnika 16dBm i wrażliwość -137dBm @300bps (dla czujników bezprzewodowych).

Siłowniki grzejnikowe

Na zaworach grzejnikowych zamiast tradycyjnych zaworów termostatycznych, należy zaprojektować siłowniki grzejnikowe sterowane i zarządzane bezpośrednio z systemu BEMS.

W przypadku zaprojektowania siłowników bezprzewodowych należy zastosować siłowniki grzejnikowe bezbateryjne (np. rozwiązanie oparte o wbudowane akumulatory ładowane z wykorzystaniem ciepła przetworzonego na energię elektryczną) aby zminimalizować środki na ich utrzymanie oraz zmniejszyć wpływ na środowisko typowych rozwiązań bateryjnych. Zamawiający sugeruje rozwiązania bezprzewodowe z uwagi możliwe uszkodzenia mechaniczne połączeń przy zaworach w obiektach.

Lokalizacja siłowników grzejników ma być ustalona na etapie projektu wykonawczego.

Wymagania minimalne dla siłowników grzejnikowych:

- a) Urządzenia muszą posiadać pomiar temperatury czynnika grzewczego oraz temperatury zewnętrznej otoczenia siłownika.
- b) Sterowanie otwarciem zaworu grzejnika w zakresie od 0 do 100% (min co 10%).
- c) Urządzenia muszą być przystosowane do montażu z różnymi typami zaworów (np. M30 x 1,5).
- d) Urządzenia muszą posiadać detekcję „Otwartego Okna”.
- e) Urządzenia muszą posiadać funkcję przeciw zamarzaniu.
- f) Dwukierunkową komunikację z BEMS z wykorzystaniem bezprzewodowego protokołu komunikacyjnego LoRaWAN (dla rozwiązania bezprzewodowego),
- g) Urządzenia muszą raportować do systemu BEMS informacje o stanie modułu baterijnego w taki sposób, żeby użytkownik mógł w odpowiednim czasie zadbać i wymianę modułu zasilającego w celu bezprzerwowej pracy i pełnej funkcjonalności BEMS (dla rozwiązania bezprzewodowego).

Siłowniki okienne

W salach dydaktycznych lub w innych obszarach narażonych na dynamiczne pogorszenie parametrów jakości powietrza, w tym stężenia CO₂ (lista pomieszczeń zostanie uzgodniona z Zamawiającym na etapie opracowania dokumentacji projektowej, w oparciu o funkcję obiektu i potrzeby Użytkownika), na 2 skrajnych skrzydłach okiennych (uchylnych lub uchylno - rozwiernych) należy zaprojektować siłowniki okienne łańcuchowe sterowane i zarządzane bezpośrednio z systemu BEMS.

Należy zastosować siłowniki okienne przewodowe zasilane napięciem 230V AC sterowane trójstawnie. Należy zapewnić możliwość zamknięcia wszystkich okien wyposażonych w siłowniki okienne w przypadku zaniku napięcia sieciowego poprzez UPS w rozdzielniczy BeMS.

Automatyczne uchylanie skrzydeł okiennych należy traktować jako funkcję dodatkową, która nie jest tożsama z zapewnieniem wymaganej wentylacji w poszczególnych pomieszczeniach.

Wymagania minimalne dla siłowników okiennych:

- a) Możliwość ustawienia wysuwu łańcucha za pomocą przełącznika DIP-SWITCH (w dopasowaniu do charakterystyki stolarki okiennej).
- b) Możliwość rozpięcia w celu ręcznego otwarcia okna,
- c) Dostępność funkcji soft stop / soft start.
- d) Napięcie zasilania 230V AC.
- e) Klasa ochrony: minimum IP44.

- f) Siła nacisku: minimum 350 N.
- g) Siła ciągu: minimum 350 N.

Urządzenia obiektowe AKPiA

Urządzenia peryferyjne, których monitoring i/lub sterowanie będzie się odbywać za pomocą sygnałów analogowych lub rezystancyjnych, tj. czujniki i przetworniki wielkości fizycznych, siłowniki i inne urządzenia wykonawcze mają być skomunikowane bezprzewodowo zgodnie z niniejszą dokumentacją lub przewodowo, przy czym okablowane mają być przewodem ekranowanym (spełniającym normy CPR dla danego charakteru obiektu). Opcjonalne urządzenia sterowane i monitorowane sygnałem binarnym, np. kontaktrony, styki przekaźników i ochronników w rozdzielniach mogą być okablowane przewodem nieekranowanym. Projekt wykonawczy należy przedstawić Zamawiającemu do akceptacji, przed rozpoczęciem wykonywania prac. Wszystkie urządzenia obiektowe integrowane do systemu BEMS przewodowo, mają być włączane bezpośrednio do odpowiednich wejść i wyjść w sterownikach i modułach I/O lub portów bez konieczności stosowania konwerterów.