**Załącznik nr 1 do OPZ**

**SYSTEM DO MONITOROWANIA ZUŻYCIA ENERGII W BUDYNKU**

**– ZAŁOŻENIA DO PROJEKTOWANIA**

Spis treści

[1. Podstawowe założenia 2](#_Toc211874582)

[2. Struktura systemu 2](#_Toc211874583)

[2.1 Urządzenia pomiarowe i moduły komunikacyjne 2](#_Toc211874584)

[2.2 Optymalizacja zużycia mediów 3](#_Toc211874585)

[2.3 Komunikacja z urządzeniami obiektowymi 5](#_Toc211874586)

[2.4 Aplikacja użytkownika 5](#_Toc211874587)

[2.5 Zdalny dostęp 7](#_Toc211874588)

Przez System należy rozumieć kompletne rozwiązanie sprzętowo aplikacyjne, które łącznie realizuje opisane cele i posiada wyspecyfikowane funkcjonalności.

# Podstawowe założenia

System zarzadzania zużyciem mediów powinien zapewnić następujące funkcjonalności:

1. integrację danych z urządzeń pomiarowych;
2. implementację rozwiązań umożliwiających optymalizację zużycia mediów;
3. centralną wizualizację i analizę danych;
4. bezpieczny zdalny dostęp w trybie serwisowym;

System:

1. system do monitorowania zużycia energii w budynku – 1 lic
2. System stanowił będzie źródło danych do monitorowania zużycia mediów i kosztów z tym związanych. System zapewni mechanizmy automatycznego podziału faktur przez dostawców mediów na poszczególne punkty poboru.
3. System udostępni rozbudowane mechanizmy analiz i raportowania zużycia mediów i kosztów z nimi związanych w podziale na typ obiektu (np. ulica, basen, szkoła, urząd), liczbę użytkowników obiektu, zmiany zużycia związane z modernizacją obiektu, wykorzystanie energii ze źródeł ekologicznych w całkowitym zużyciu energii przez obiekt itp. System będzie źródłem danych do monitorowania realizacji planów gospodarki niskoemisyjnej.
4. System powinien zapewnić raporty pozwalające na bieżące analizy wartości poboru mocy w poszczególnych obszarach bilansowych gminy, które automatycznie odświeżają się co określony interwał czasowy.
5. System umożliwi sygnalizowanie użytkownikowi (np. poprzez wiadomość e-mail/sms) przerw w odczycie danych pomiarowych.
6. System powinien posiadać funkcjonalność „strażnika mierzonej wielkości'' (dla danego urządzenia, pomiarowego jak i dla danej grupy odczytowej) odpowiedzialnego za bieżącą kontrolę wartości mierzonej wielkości (np. zużycie, przepływ, pobór) oraz wyznaczanie prognozy z uwzględnieniem zdefiniowanych progów.
7. System powinien umożliwiać tworzenie profili poboru wykorzystywanych do generowania prognoz i grafików zużycia dla wybranych punktów poboru.
8. System umożliwi:
   * 1. odczyt danych z liczników zużycia energii elektrycznej (lub być może również w przyszłości wody, energii elektrycznej, ciepła, gazu)
     2. agregowanie danych dotyczących kosztów i wielkości zużycia mediów przez jednostki budżetowe,
     3. obliczanie, szacowanie, zapamiętywanie, prognozowanie, modelowanie wartości mających na celu przedstawienie oraz oszacowanie kosztów i wielkości zużycia mediów przez w/w jednostki, a także prognozowanie wartości zużycia mediów dla nowych lub modernizowanych obiektów,
     4. definiowanie oraz wdrażanie polityk zużycia mediów (sterowanie oświetleniem, zużyciem ciepła)
9. System będzie miał budowę modułową:
   * 1. Moduł komunikacji z czujnikami / licznikami
     2. Moduł analityczny - zapewni możliwość przygotowania i prezentacji raportów w dowolnym układzie oraz dowolnej formie (kołowy, słupkowy, tabelaryczny, itd.) bazujących na zebranych danych.
     3. Moduł rozliczeniowy - umożliwi tworzenie dowolnych formuł rozliczeniowych z możliwością symulacji dowolnej taryfy rozliczeniowej oraz rozliczeń korporacyjnych lub umów skonsolidowanych.
     4. Moduł predykcji - umożliwi dokonywanie rozbudowanych analiz porównawczych i wnioskowanie na ich podstawie
     5. Moduł sterowania ogrzewaniem - zapewni możliwość kontroli oraz sterowania systemami grzewczymi i klimatyzacyjnymi w budynkach użyteczności publicznej.
10. powinny być w pełni zintegrowane i nie może być realizowane w formie subskrypcji,
11. musi pracować w oparciu o otwarte protokoły komunikacyjne, niezależne od jednego producenta;
12. powinny zapewnić możliwość integracji z systemami zewnętrznymi;

# Struktura systemu

System składał się będzie co najmniej z następujących elementów:

1. urządzenia pomiarowe – zapewniające odczyt zużywanych mediów;
2. moduły komunikacyjne – zapewniające wymianę danych między urządzeniami pomiarowymi a aplikacją systemową;
3. urządzenia obiektowe – wspierające funkcje umożliwiające optymalizację zużycia mediów;
4. serwer aplikacyjny – z aplikacją użytkownika i bazą danych w postaci systemu działającego na maszynie wirtualnej;
5. router dostępowy – zapewniający funkcję zdalnego serwisu zapewniony przez Zamawiającego, producent Fortinet;

## 2.1 Urządzenia pomiarowe i moduły komunikacyjne

System musi umożliwiać odczyt danych z urządzeń pomiarowych: liczników energii elektrycznej, ciepła, wody.

Do odczytu liczników energii elektrycznej wymagana jest obsługa protokołu IEC62056-21 oraz Modbus RTU. Odczyt danych z licznika ciepła realizowany będzie poprzez protokół M-Bus. Ze względu na brak możliwości kablowego połączenia odczyt danych z licznika wody powinien być realizowany w formie bezprzewodowej w otwartym standardzie LoRaWAN.

## 2.2 Optymalizacja zużycia mediów

System powinien zapewniać funkcje wspomagające optymalizację zużycia mediów oraz detekcji stanów awaryjnych (np. wycieków wody). W tym celu należy zaprojektować i uruchomić następujące rozwiązania sprzętowo – programowych wspierających te procesy:

1. głowice termostatyczne z obsługą bezprzewodowej komunikacji w otwartym standardzie LoRaWAN w ilości 97 szt., za pośrednictwem których możliwe jest dynamiczne sterowanie ogrzewaniem w pomieszczeniach budynku. Głowice powinny być zasilane bateryjnie, z czasem pracy bez konieczności wymiany baterii przez min. 5 lat (deklaracja producenta). Głowice znajdujące się w obrębie części wspólnych (17szt.) muszą być wyposażone w dedykowane nakładki uniemożliwiające ich uszkodzenie lub kradzież. Urządzenie powinno mieć: zintegrowany wyświetlacz umożliwiający wyświetlenie aktualnej wartości zadanej temperatury, możliwość ręcznego zadawania wartości temperatury (z opcją blokady modyfikacji), wbudowany wewnętrzny czujnik temperatury i funkcję detekcji otwarcia okna.
2. czujniki temperatury i wilgotności z obsługą bezprzewodowej komunikacji w otwartym standardzie LoRaWAN w ilości 63 szt. Czujniki muszą być w pełni autonomiczne energetycznie – zasilane bateryjnie, bez konieczności doprowadzania zasilania przewodowego – a także umożliwiać zdalną konfigurację oraz aktualizację oprogramowania sprzętowego z poziomu infrastruktury LoRaWAN (OTAA). Wymagana jest dokładność pomiaru temperatury na poziomie co najmniej ±0,2°C, oraz pomiaru wilgotności minimum ±2%. Interwał wysyłania danych do systemu powinien być konfigurowalny i mieścić się w przedziale od min. co 10 minut do 1 godziny.
3. czujniki jakości powietrza z wyświetlaczem - montowane w kluczowych pomieszczeniach (10szt.), obsługujące pomiar temperatury, wilgotności i CO2 oraz pomiar natężenia oświetlenia, z obsługą bezprzewodowej komunikacji w otwartym standardzie LoRaWAN, pracujące na zasilaniu bateryjnym (brak konieczności doprowadzania zasilania przewodowego) - zarówno w formie zewnętrznie instalowanych baterii jak i wbudowanych baterii słonecznych. Czujniki powinny mieć wbudowany wyświetlacz min. 2.5” oraz czujnik ruchu. Wymagane dokładności pomiarowe: temperatura: ±0.2-0.7%, wilgotność: ±3%, CO2 ±3%, natężenie światła: ±10%. Wbudowany wyświetlacz powinien w sposób jednoznaczny przedstawiać poziom CO₂, temperaturę i wilgotność.
4. czujniki otwarcia okien i drzwi (80szt.) – w formie bezprzewodowych czujników kontaktronowych opartych na technologii LoRaWAN. Urządzenia te powinny działać w paśmie 868 MHz i obsługiwać aktywację przez OTAA, umożliwiając bezpieczną i energooszczędną komunikację z infrastrukturą sieciową. Czujniki muszą być zasilane bateryjnie, bez konieczności prowadzenia instalacji przewodowej, a ich minimalna żywotność baterii nie powinna być krótsza niż 7 lat przy standardowym cyklu zgłoszeń zdarzeń (deklaracja producenta). Urządzenia powinny wykrywać zmianę stanu otwarcia z użyciem wbudowanego czujnika magnetycznego i natychmiast przesyłać dane o zdarzeniu (otwarte / zamknięte) za pośrednictwem sieci LoRaWAN. Czujnik musi także umożliwiać okresowe przesyłanie tzw. heartbeat, czyli sygnału kontrolnego informującego o poprawnym działaniu, niezależnie od wykrycia zdarzenia. Wymaga się obecności lokalnego przycisku do aktywacji lub testu oraz diody LED informującej o stanie urządzenia (np. aktywacji, błędzie, rozłączeniu).
5. czujniki detekcji zalania (10 szt.) - w celu detekcji zalania wodą w pomieszczeniach technicznych oraz w strefach podwyższonego ryzyka zaleca się zastosowanie bezprzewodowych czujników zalania działających w oparciu o technologię LoRaWAN. Czujniki muszą być w pełni autonomiczne pod względem zasilania – zasilane bateryjnie, z minimalnym okresem działania wynoszącym co najmniej 7 lat bez konieczności wymiany baterii, przy założeniu typowego cyklu pracy z wysyłką danych co 30 minut i natychmiastową transmisją w przypadku wykrycia zalania. Urządzenie powinno wykrywać obecność cieczy (np. wody) w oparciu o sondy detekcyjne umieszczone bezpośrednio na obudowie lub na przewodach sondowych, przy czym dopuszcza się obie wersje. W przypadku wykrycia cieczy czujnik musi natychmiast przesłać komunikat alarmowy poprzez sieć LoRaWAN. Dodatkowo, urządzenie powinno okresowo wysyłać sygnały kontrolne (heartbeat) niezależnie od stanu alarmowego, potwierdzające jego gotowość do pracy. Czujnik musi być wyposażony w lokalny przycisk do testowania działania oraz diodę LED sygnalizującą stan urządzenia i komunikacji.
6. moduły sterowania oświetleniem - w ramach obsługi funkcji zarządzania i monitoringu zużycia energii elektrycznej należy zastosować urządzenia umożliwiające zdalne sterowanie zasilaniem wybranych odbiorników elektrycznych oraz pomiar parametrów energetycznych (10szt.), komunikujące się w technologii LoRaWAN. Urządzenie musi umożliwiać zdalne włączanie i wyłączanie zasilania obwodów jednofazowych o napięciu znamionowym 230 V AC i prądzie do 16 A, a także rejestrować podstawowe parametry zużycia energii elektrycznej (napięcie, prąd, zużycie energii). Urządzenie powinno posiadać możliwość lokalnego testowania działania (np. przyciskiem) oraz wskaźnik LED informujący o stanie pracy. Urządzenie powinno mieć możliwość elastycznego montażu, także w puszce podtynkowej.

Wszystkie ww. urządzenia obiektowe powinny być produkcji europejskiej.

## 2.3 Komunikacja z urządzeniami obiektowymi

W celu komunikacji z urządzeniami obiektowymi LoRaWAN należy zaprojektować i wykonać układ bram komunikacyjnych zapewniających następujące funkcjonalności:

* obsługa minimum ośmiu kanałów równoległych;
* możliwość dekodowania ramek z wielu urządzeń jednocześnie (multi-SF);
* port Ethernet z funkcją PoE (Power over Ethernet), Wi-Fi (do konfiguracji i transmisji);
* wsparcie dla protokołów transmisji danych w kierunku serwera, takich jak MQTT, HTTP(S), UDP oraz TLS oraz protokołów technologii OT (Modbus, BACnet IP);
* możliwa lokalnej oraz zdalnej konfiguracji, przez interfejs graficzny (GUI) z poziomu przeglądarki;
* możliwość podłączenia zewnętrznych anten (przez złącza typu N lub SMA);
* obsługa co najmniej 2000 urządzeń obiektowych;
* jednoczesna obsługa wielu aplikacji (multi-tenant);
* wbudowane funkcje diagnostyczne;
* logowania zdarzeń;
* możliwość zdalnych aktualizacji firmware (OTA).

## 2.4 Aplikacja użytkownika

Projektowany system powinien zapewniać integrację wszystkich urządzeń pomiarowych i elementów obiektowych dostarczonych w ramach zamówienia, zapewniając podgląd danych bieżących, historycznych i opracowywanie analiz. W tym celu wymagana jest możliwość obsługi szeregu standardów komunikacyjnych (m.in. Modbus TCP, MQTT). Dane historyczne powinny być logowane w wewnętrznej bazie danych (w standardzie SQL). Projektowany system umożliwia dostęp do aplikacji za pośrednictwem różnych kanałów:

1. dostęp lokalny – z poziomu komputera operatorskiego;
2. dostęp zdalny – funkcja klienta webowego;
3. dostęp poprzez klienta mobilnego – za pośrednictwem dedykowanej aplikacji, instalowanej bezpośrednio na urządzeniu mobilnym z systemem Android lub iOS;

System musi być swobodnie rozbudowywalny o dodatkowe funkcje oraz protokoły komunikacyjne (w tym w szczególności spotykane w systemach OT oraz IT tj.: OPC UA, S-Bus, SNMP).

Kluczowe funkcjonalności wymagane dla aplikacji użytkownika:

* definiowanie oraz wdrażanie polityk zużycia mediów (związanych m.in. z obsługą funkcji sterowania oświetleniem, zużyciem ciepła);
* zapewnienie ekranów z funkcjonalnościami dziennika zdarzeń, alarmów i powiadomień;
* implementacja algorytmów uczenia maszynowego i ai wspierających procesy optymalizacji zużycia mediów – z możliwością ich tworzenia i konfiguracji poprzez graficzny interfejs użytkownika;
* system powinien posiadać funkcjonalność „strażnika mierzonej wielkości'' (dla danego urządzenia, pomiarowego jak i dla danej grupy odczytowej) odpowiedzialnego za bieżącą kontrolę wartości mierzonej wielkości (np. zużycie, przepływ, pobór) oraz wyznaczanie prognozy z uwzględnieniem zdefiniowanych progów w oparciu o mechanizmy uczenia maszynowego i ai;
* generowanie raportów np. dot. danych z liczników mediów;
* eksport danych historycznych do formatu excel;
* obsługa historycznych trendów i analiz;
* obsługa alarmów e-mail i sms (np. przerwy w odczycie danych pomiarowych.;
* funkcja zaawansowanego zarządzania alarmami (np. priorytetyzacja);
* możliwość obsługi rest api w celu odczytu danych z systemów obsługujących architekturę rest api;
* rejestracja poczynań użytkowników;
* możliwość obsługi redundancji systemu (wizualizacja, komunikacja, dane historyczne);
* możliwość integracja z mapami google i gis;
* możliwość elastycznej rozbudowy systemu, w tym w szczególności o obsługę dodatkowych urządzeń pomiarowych (liczniki wody, energii, gazu, ciepła), systemów optymalizacyjnych (np. funkcje zarzadzania pracą węzła cieplnego) oraz o integrację danych i podsystemów z innych budynków starostwa - zachowując pierwotny standard technologiczny;

W ramach rozwoju systemu – w momencie obsługi większej ilości budynków Starostwa, System:

* stanowił będzie źródło danych do monitorowania zużycia mediów i kosztów z tym związanych. System zapewni mechanizmy automatycznego podziału faktur przez dostawców mediów na poszczególne punkty poboru;
* udostępni rozbudowane mechanizmy analiz i raportowania zużycia mediów i kosztów z nimi związanych w podziale na typ obiektu (np. ulica, basen, szkoła, urząd), liczbę użytkowników obiektu, zmiany zużycia związane z modernizacją obiektu, wykorzystanie energii ze źródeł ekologicznych w całkowitym zużyciu energii przez obiekt itp. System będzie źródłem danych do monitorowania realizacji planów gospodarki niskoemisyjnej;
* zapewni raporty pozwalające na bieżące analizy wartości poboru mocy w poszczególnych obszarach bilansowych gminy, które automatycznie odświeżają się co określony interwał czasowy.
* agregowanie danych dotyczących kosztów i wielkości zużycia mediów przez jednostki budżetowe, a także: obliczanie, szacowanie, zapamiętywanie, prognozowanie, modelowanie wartości mających na celu przedstawienie oraz oszacowanie kosztów i wielkości zużycia mediów przez w/w jednostki, a także prognozowanie wartości zużycia mediów dla nowych lub modernizowanych obiektów;

## Wymagania w zakresie Serwisu Utrzymaniowego

Wykonawca zobowiązuje się do świadczenia bezpłatnego Serwisu Utrzymaniowego dla Systemu w okresie 12 miesięcy.