

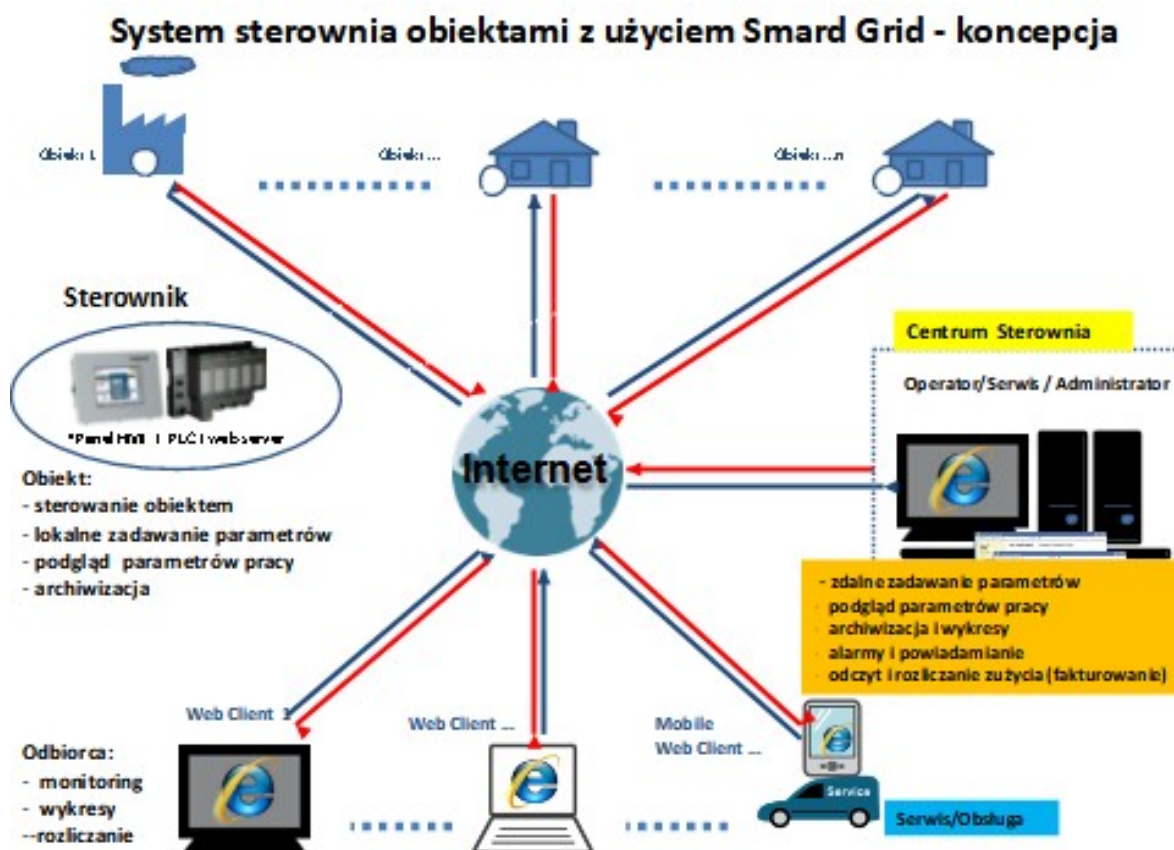
Opis System zarządzania energią SZE dla Katedry w Opolu.

Podstawowe funkcje i wytyczne działania SZE oraz SCADA dla sterowania

System Sterowania i Nadzoru lokalnymi źródłami i odbiorami energii to usługa, która otwiera nowe, bardzo skuteczne możliwości uzyskiwania oszczędności w zużyciu energii i obniżania jej kosztów poprzez wprowadzenie aktywnego systemu sterowania i nadzoru nad pracą źródeł energii (elektrycznej, ciepła lub chłodu) i odbiorów energii podłączonych do tych źródeł.

Dzięki wprowadzeniu systemu możliwe jest osiągnięcie znacznego obniżenia kosztów związanych z energią i to bez znaczących nakładów inwestycyjnych.

Przedmiotowy system w sposób aktywny prowadzi nadzór i steruje pracą zarówno źródeł jak i odbiorników energii. Ideę pracy systemu przedstawiono na poniższym schemacie.



Opis pracy systemu.

Dane z obiektów (źródła energii i odbiory) przekazywane są do sterownika lokalnego. Zebrane dane i informacje są następnie odczytywane przez sterownik i służą do aktywnego sterowania pracą wszystkich urządzeń obiektowych, poprzez zmianę parametrów pracy tych urządzeń.

Następnie sterownik komunikuje się z Centrum Sterowania i przekazuje wszelkie informacje i dane o pracy obiektu. Dane te wykorzystywane są do aktywnego sterowania pracą obiektu, z wykorzystaniem ustalonych algorytmów pracy konkretnych urządzeń. Dodatkowo system na bieżąco zbiera wszelkie informacje o obiekcie (temperatury, przepływy, wskazania liczników ciepła lub energii elektrycznej) i je archiwizuje. W sposób automatyczny (np. informacja wysyłana na telefon komórkowy obsługi) system powiadamia operatora lub obsługę o awariach lub błędnej pracy urządzeń obiektu. Umożliwia on także bieżące podawanie stanu liczników (wodomierze, liczniki ciepła. Licznik energii elektrycznej, gazomierz itp.).

Cała komunikacja między sterownikiem a Centrum Sterowania, oraz między Centrum Sterowania a użytkownikami systemu (operatorzy, serwis, odbiorca i dostawca energii, dowolny użytkownik) odbywa się z wykorzystaniem internetu. System archiwizacji danych umożliwia prezentację wyników pracy obiektu w wybranej formie (wykresy, dane tabelaryczne) oraz przekazuje dane do działu rozliczeń (wystawianie faktur za dostarczone media). Każdy z uczestników systemu może mieć dostęp do odpowiednich danych w zależności od ustalonego „progu dostępności”. Przykładowo, odbiorca energii będzie miał dostęp do danych historycznych lub bieżących dotyczących parametrów pracy obiektu i zużycia energii, serwis może wprowadzać ręczne korekty pracy obiektu w stanach awaryjnych, a operator systemu może zmieniać algorytmy pracy sterownika (także na życzenie odbiorcy) i w ten sposób zmieniać parametry pracy sterownego obiektu.

Wymagane funkcjonalności Systemu.

L.P.	OPIS WYMAGANIA
A	OGÓLNE WYMAGANIA FUNKCJONALNE
A01	Pozyskiwanie, archiwizacja i prezentacja danych pomiarowych z czujników i urządzeń pomiarowych, a także aktualnych parametrów pracy (stanu) sterowanych elementów wykonawczych.
A02	Sterowanie elementami wykonawczymi.
A03	Alarmowanie w przypadku zaistnienia dowolnie zdefiniowanych stanów granicznych systemu.
A04	Autoryzacja dostępu do systemu dowolnie zdefiniowanej listy użytkowników.
B	WYMAGANIA NIEFUNKCJONALNE
B01	Dostęp do systemu SCADA za pomocą przeglądarki internetowej (np. Firefox, Chrome, Internet Explorer) bez konieczności instalowania dodatkowych wtyczek (np. Flash, Silverlight, JAVA).
B02	Możliwość uruchomienia serwerowej części systemu SCADA pod kontrolą systemu operacyjnego Windows i Linux (do wyboru przez inwestora)
B03	Możliwość komunikacji między serwerową częścią systemu SCADA, a częścią pomiarowo-wykonawczą za pomocą łącza kablowego (ETHERNET) oraz za pomocą łącza bezprzewodowego (sieć komórkowa).
B04	Poprawna praca elementów wykonawczych zgodnie z zadanym algorytmem działania w przypadku braku komunikacji z częścią serwerową systemu SCADA (autonomiczne działanie systemów regulacji).
B05	Możliwość późniejszej rozbudowy systemu o kolejne elementy pomiarowe lub wykonawcze, a także o kolejne raporty i narzędzia analityczne.
B06	Archiwizacja danych w relacyjnej bazie danych typu SQL, do której możliwy jest dostęp z zewnętrznych systemów informatycznych.
C	WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DOT. A01
C01	Współpraca z czujnikami temperatury typu: PT100, NI100, NI120, PT1000, NI1000, termopary B, E, J, K, N, R, S, T.
C02	Współpraca z dowolnymi czujnikami i urządzeniami pomiarowymi wystawiającymi informację w postaci napięciowej (np. 0-10V) i/lub prądowej (np. 4-20mA) i/lub

	impulsowo.
C03	Możliwość komunikacji z dowolnymi urządzeniami pomiarowymi obsługującymi protokoły MODBUS, CANBUS, PROFIBUS, ETHERNET, RS485 i/lub RS232, w tym także z licznikami ciepła (częstotliwość przesyłu danych z liczników ciepła 5-30 sekund)
C04	Archiwizacja aktualnych danych z dowolnie wskazaną częstotliwością próbkowania w zakresie od 1 do 300 sekund.
C05	Prezentacja aktualnych danych w Systemie SCADA w postaci uproszczonych schematów technologicznych z naniesionymi odczytami z czujników i urządzeń.
C06	Prezentacja historycznych danych pomiarowych z czujników i urządzeń w postaci wykresów.
C07	Prezentacja danych pomiarowych z wielu czujników i urządzeń na jednym wykresie wraz z możliwością skalowania poszczególnych linii celem łatwiejszej analizy przebiegów.
C08	Prezentacja aktualnych i historycznych danych pomiarowych w postaci zdefiniowanych reportów w formacie PDF, CSV i EXCEL.
C09	Prezentacja danych ze zliczających urządzeń pomiarowych (np. wodomierzy) w postaci wykresów przepływów wyliczonych na podstawie czasu pomiędzy kolejnymi zliczonymi impulsami (z dokładnością do 0.1 m3/h).
C10	Prezentacja danych ze zliczających urządzeń pomiarowych (np. wodomierzy) w postaci wykresów przyrostów ilości mierzonego medium w zadanych okresach czasu.
C11	Dostęp do aktualnych oraz historycznych danych za pomocą systemu komputerowego (przeglądarki internetowej) oraz za pomocą ekranów (np. LCD, LED) umieszczonych przy części pomiarowo-wykonawczej systemu.
D	WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DOT. A02
D01	Sterowanie dowolnymi urządzeniami wykonawczymi (np. pompy stałobrotowe, pompy zmiennobrotowe, zawory 2-drogowe, zawory 3-drogowe, elektrozawory, przepustnice i inne) za pomocą sygnałów napięciowych (np. 0-10V), prądowych (4-20mA) i/lub binarnych (WŁĄCZ / WYŁĄCZ).
	Sterowanie dowolnymi urządzeniami wykonawczymi obsługującymi protokoły MODBUS, CANBUS, PROFIBUS, ETHERNET, RS485 i/lub RS232.
D03	Praca wszystkich elementów wykonawczych zgodnie ze zdefiniowanym wcześniej algorytmem pracy z uwzględnieniem informacji z aktualnych i wcześniejszych danych pomiarowych.
D04	Możliwość regulowania pracą elementów wykonawczych za pomocą regulacji typu PID z dowolnie zdefiniowanymi nastawami członów P, I oraz D.
D05	Możliwość zmiany nastaw pracy elementów wykonawczych za pomocą systemu

	komputerowego (przeglądarki internetowej) oraz za pomocą ekranów dotykowych umieszczonych przy części pomiarowo-wykonawczej systemu.
E	WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DOT. A03
E01	Dowolne definiowanie warunków, w których wystąpi sytuacja wymagająca zaalarmowania (np. przekroczenie progu wartości mierzonej przez zdefiniowany okres czasu).
E02	Alarmowanie za pomocą wiadomości SMS wysyłanych do zdefiniowanej z osobna dla każdej sytuacji alarmowej listy numerów telefonów komórkowych.
E03	Alarmowanie za pomocą wiadomości e-mail wysyłanych do zdefiniowanej z osobna dla każdej sytuacji alarmowej listy skrzynek pocztowych.
E04	Minimalizacja liczby wysyłanych komunikatów alarmowych (SMS i/lub e-mail) poprzez ich grupowanie i wysyłanie z określonym interwałem czasowym.
E05	Archiwizacja informacji o wszystkich wystąpieniach sytuacji alarmowych i ich zakończeniach.
F	WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DOT. A04
F01	Tworzenie dowolnej liczby kont użytkowników wraz z definiowaniem im haseł dostępowych.
F02	Przypisywanie użytkowników do dowolnej liczby grup uprawnień.
F03	Przypisywanie grupom uprawnień dowolnej liczby uprawnień.
F04	Dostęp do poszczególnych elementów systemu tylko w przypadku posiadania odpowiednich uprawnień przez użytkownika.
F05	Archiwizacja dostępu poszczególnych użytkowników do poszczególnych elementów systemu.

Wytyczne dla budynku Katedry w zakresie sterowania

Za zasilanie urządzeń wykonawczych, pomiarowych i pomocniczych, sterowanie oraz zdalną komunikację odpowiadać będzie szafa automatyki (szafa zasilająco-sterownicza RWS) pełniąca funkcję nadrzędnego systemu sterowania.

Nadrzędny system sterowania projektuje się zrealizować w oparciu o swobodnie programowalny sterownik (PLC) firmy Unitronics posiadający szereg funkcji niezbędnych w trakcie programowania, uruchamiania jak i późniejszej eksploatacji tj:

- możliwości rozbudowania sterownika o kolejne wejścia/wyjścia binarne i/lub analogowe;
- wbudowane porty komunikacyjne RS232 i RS485: protokoły Modbus RTU, MODBUS TCP/IP, M-bus i inne.
- wbudowane bloki PID z możliwością jednoczesnej pracy kilku pętli regulacji;
- operacje zmiennoprzecinkowe;
- zegar czasu rzeczywistego;

Sterownik ten (jako sterownik nadrzędny) zarządzać będzie pracą źródeł ciepła – pomp ciepła i kotła grzewczego oraz pracą urządzeń pomocniczych węzła cieplnego takich jak pompy obiegowe, siłowniki zaworów, elektrozawory itp. Szafa automatyki będzie współpracować z aparaturą kontrolno-pomiarową zainstalowaną na obiekcie – zgodnie ze schematami technologicznymi. Do tej aparatury należą: czujniki temperatury, przetworniki ciśnienia, termostaty itp.

W celu zintegrowania urządzeń posiadających własne dedykowane regulatory/sterowniki ze sterowaniem nadrzędnym interfejs komunikacyjny tych urządzeń zostanie podłączony poprzez protokół ModBus do sterownika PLC w celu przesyłania danych do nadrzędnego układu sterowania i monitoringu systemu. Protokół pozwalał będzie na monitorowanie wybranych parametrów urządzenia, odczytywanie statusów pracy urządzeń, alarmów i powiadomień, a także zmianę wartości zadanej (sterującej) ustawionej w danym regulatorze urządzenia.

Energia ciepła produkowana przez pompy ciepła oraz pobrana przez instalację odbiorczą mierzona będzie za pomocą ciepłomierzy. Przelicznik ciepłomierzy wyposażony będzie w interfejs komunikacyjny Modbus RS485 pozwalający na wymianę danych ze sterownikiem PLC i SZE.

Algorytm systemu sterowania

Sterowanie węzłem cieplnym odbywać się będzie wg programu zdefiniowanego przez wykonawcę szafy automatyki w porozumieniu i z uwzględnieniem oczekiwań użytkownika obiektu. Uzgodniony algorytm sterowania powinien umożliwiać elastyczność i konfigurowalność kluczowych dla użytkownika nastaw i ustawień. Podstawową funkcjonalność sterowania zapewni algorytm realizujący:

1. Zmiennie-wartościową regulację temperatury zasilającej obiegi instalacji ogrzewania budynku poprzez zawory regulacyjne (ZMop, ZMzak).

- a) Zadana temperatura zasilania będzie funkcją temperatury zewnętrznej oraz wybranej krzywej grzewczej. Pogodową krzywą grzewczą należy zdefiniować min. w trzech charakterystycznych punktach temperatury zewnętrznej: -20°C ; 0°C ; $+15^{\circ}\text{C}$.
 - b) Ponadto definiuje się 1) przesunięcia góra (np. $+2^{\circ}\text{C}$), dół (np. -2°C) krzywej grzewczej, 2) temperatury minimalne i maksymalne w układzie c.o.
 - c) Powyższe wartości (1-2) definiuje się oddzielnie dla min. czterech dowolnie określonych przedziałów czasowych: 1) poranek; 2) dzień 3) wieczór; 4) noc.
 - d) w przypadku zastosowania dodatkowego czujnika temp. wewnętrznej zastosować należy automatyczną korektę krzywej grzewczej w zakresie $-5\div+5\text{K}$ zależną proporcjonalnie od odchyłki temp. mierzonej od temperatury zadanej wewnątrz pomieszczenia. Zakres proporcjonalności odchyłki 2K.
2. Narzucanie wartości zadanej temperatury na zasilaniu pomp ciepła i kotła grzewczego wg wymagań „najwyższej” krzywej grzewczej i aktualnie mierzonych temperatury w buforze ciepła. Wymagana wartość temperatury na zasilaniu pomp ciepła zadawana będzie poprzez protokół komunikacji ModBus przez sterownik PLC.
3. Zarządzenie kaskadą pomp ciepła i źródła szczytowego (kotła gazowego) wg algorytmu całkującego (całka dołączenia/odłączenia danego źródła) minimalizującego liczbę uruchomień pomp ciepła i czas pracy kotła grzewczego
4. Regulację wydajności pomp obiegowych poprzez wewnętrzny regulator ciśnienia różnicowego na pompach.
- a) Wartość zadana ciśnienia różnicowego dla pomp (PObu, POpc1 i POpc2) zadawana będzie poprzez moduł komunikacyjny ModBus ze sterownika PLC.
 - b) Pompy obiegowy załączane i wyłączane będą automatycznie przy zdefiniowanej temperaturze zewnętrznej z odpowiednią histerezą.
 - c) Powyższe wartości (a-b) definiuje się oddzielnie dla każdej z pomp oraz dla min. czterech dowolnie określonych przedziałów czasowych: 1) poranek; 2) dzień 3) wieczór; 4) noc.
5. Kontrolę ciśnienia statycznego instalacji c.o. poprzez automatyczne uzupełnianie zładu w przypadku gdy czujnik ciśnienia wskaże wartość poniżej ciśnienia minimalnego. Ilość wody uzupełniającej jest mierzona poprzez wodomierze z impulsowaniem do sterownika PLC, który przelicza i wyświetla

aktualny strumień przepływu wody uzupełniającej. W przypadku zbyt dużej ilości wody zużytej na uzupełnianie zładu c.o. system wysyła powiadomienie do obsługi węzła o możliwej nieszczelności instalacji c.o.

Nastawy ciśnienia automatycznego uzupełniania:

pON – ciśnienie poniżej którego następuje otwarcie elektrozaworu np. 2,0 bar

pOFF – ciśnienie powyżej którego następuje zamknięcie elektrozaworu np. 2,2bar

6. Kontrolę pracy urządzeń poprzez rozpoznawanie i rejestrowanie nieprawidłowych stanów lub wskazań wybranych parametrów węzła. Rejestracji podlegają wszystkie długotrwałe odchyłki wartości mierzonych od wartości zadanych. Do systemu spływają także komunikaty o awarii lub stanach ostrzegawczych urządzeń autonomicznych (np. pomp ciepła, kotła grzewczego i pomp obiegowych wyposażonych w moduły komunikacji). Obsługa węzła informowana jest niezwłocznie o zarejestrowanej nieprawidłowości lub awarii poprzez wiadomość SMS.

Wizualizacja instalacji (SCADA)

Dla stworzenia wizualizacji SZE przewiduje się zastosowanie aplikacji opartej na oprogramowaniu typu SCADA, która oprócz bieżącego podglądu kluczowych parametrów procesowych spełniać będzie wiele użytecznych funkcji dla użytkownika, obsługi i serwisu technicznego takich jak: narzędzia do pobierania i archiwizacji danych, tworzenia i wyświetlania skalowalnych ekranów synoptycznych, zaawansowane mechanizmy ochrony aplikacji poprzez system użytkowników z różnymi prawami dostępu chronionymi hasłem.

W układzie wizualizacji projektuje się:

- możliwość obserwacji na ekranie monitora wartości rzeczywistych parametrów instalacji węzła cieplnego zasilającego instalację odbiorczą.
- sygnalizację optyczną oraz możliwość obserwacji na ekranie monitora stanu wszystkich urządzeń wchodzących w skład instalacji. Będzie rozróżniony stan pracy, postoiu i zakłócenia dla urządzeń takich jak pompa ciepła, kocioł grzewczy, pompa obiegowa, elektrozawór itp.
- zmianę wartości zadanej (set-pointów) w układach sterowania,
- ustawianie harmonogramów pracy poszczególnych źródeł i odbiorników ciepła.
- sterowanie instalacji i poszczególnych napędów przez operatora w trybie manualnym

- rejestrację, archiwizację i wydruk wszystkich zadeklarowanych „zdarzeń” (stanów) w systemie a w szczególności wszystkich sygnałów awarii, zakłóceń i alarmowanie operatora.

Ważnymi cechami, które spełnia program wizualizacji dla obsługi poza już wymienionymi będą:

- programowanie przeglądów poszczególnych urządzeń, rejestracja czasu pracy tych urządzeń i alarmowanie operatora o konieczności przeprowadzenia kolejnego przeglądu lub konserwacji,
- możliwość wymuszania pracy poszczególnych urządzeń w celu sprawdzania poprawności ich działania,
- natychmiastowe informowanie operatora o zaistniałej usterce lub awarii poszczególnych urządzeń lub całego systemu.