
Automatyka budynków

Aktywni odbiorcy i standardy automatyki budynkowej jako element Smart Meteringu w budynkach

Dr inż. Andrzej Ożadowicz
Mgr Inż. Jakub Grela
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Wstęp

Współczesne systemy energetyczne wymagają modernizacji i przystosowania do nowych warunków ich funkcjonowania w gospodarce, wynikających z wciąż rosnącej liczby dołączanych odbiorców, ograniczonych rezerw systemowych i coraz popularniejszej generacji rozproszonej, opartej o źródła odnawialne. Wspomniane czynniki powodują zmiany w rozptywach mocy w systemie energetycznym i jego obciążeniu, dlatego też powstaje konieczność wprowadzenia w nim elementów dynamicznego zarządzania zasobami mocy, optymalizacji jej użytkowania oraz monitorowania i poprawy jakości zasilania odbiorców.

Kwestie te leżą u podstaw idei inteligentnych systemów elektroenergetycznych – Smart Grid, która jest w ostatnich latach tematem licznych debat branżowych, zarówno w aspekcie narzędzi technologii energetycznych i elektrycznych, jak i niezbędnych w jej realizacji systemów teleinformatycznych oraz standardów komunikacyjnych.

Prosumenci i aktywni odbiorcy

Pierwszym etapem realizacji sieci inteligentnych są systemy zdalnego opomiarowania odbiorców – tzw. Smart Metering, składające się z takich elementów jak: elektroniczne, inteligentne liczniki energii elektrycznej i ewentualnie innych mediów, infrastruktura komunikacji i transmisji danych, bazy danych i systemy zarządzania nimi, z komunikacją dwukierunkową. Dzięki nim możliwe jest przesyłanie danych od głównego i lokalnego dostawcy energii do odbiorców (parametry zasilania, parametry jakościowe dostarczanej energii itp.) oraz od odbiorców do dostawców (poziom zapotrzebowania na energię, zużycie energii, błędy, problemy itp.). W ten sposób tradycyjni klienci/odbiorcy stają się tzw. odbiorcami aktywnymi, a w przypadku zainstalowania źródeł odnawialnych – prosumentami, pełniącymi w systemie energetycznym rolę odbiorcy i dostawcy. Są oni zainteresowani możliwościami aktywnego zarządzania poziomem i okresami poboru mocy z systemu energetycznego (wyłączanie odbiorników w tzw. szczycie poboru; ustalenie maksymalnych poziomów poboru mocy; różnicowanie taryf itp.) oraz warunkami produkcji i wprowadzenia energii do systemu. Trzeba też pamiętać, że odbiorcy zlokalizowani są zwykle w różnego typu budynkach (domy prywatne, bloki mieszkalne, biura, obiekty przemysłowe, centra handlowe i rozrywki itp.), które najczęściej wyposażone są już w określony rodzaj infrastruktury sieciowej i komunikacyjnej, a coraz częściej też systemy automatyki budynkowej lub/i przemysłowej, systemy zarządzania budynkiem – BMS. Dotyczy to w szczególności budynków biurowych, komercyjnych i użyteczności publicznej. Infrastruktura ta jak się okazuje, może być wykorzystana jako element inteligentnych systemów monitoringu i opomiarowania. Dlatego też coraz częściej pojawiają się rozwiązania komunikacyjne i urządzenia pomiarowe wykorzystujące standardy automatyki budynkowej, pozwalające na integrację pomiarów z systemami zarządzania, sterowania i monitoringu – BMS. Na poziomie bezpośredniej obsługi klientów proponuje się również tworzenie lokalnych sieci wymiany informacji – HAN (Home Area Network). W artykule przedstawiono między innymi jedną z koncepcji tego typu rozwiązań, bazujących na standardach automatyki budynkowej LonWorks®, zrealizowaną przez zespół naukowy AGH w Krakowie, Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej.

Aktywni odbiorcy

Sposób organizacji systemów Smart Metering i inteligentnych sieci energetycznych w Europie i Polsce, w znaczącej mierze determinują wytyczne zawarte w Dyrektywach Unii Europejskiej oraz rozporządzeniach Prezesa URE. Ich zapisy są ostatnio szeroko dyskutowane w środowisku branżowym. W niemal wszystkich dokumentach znaczącą rolę odgrywa idea aktywizacji odbiorców oraz umożliwienia realizacji elementów generacji rozproszonej. Wspomniana aktywizacja wymaga oczywiście wdrożenia odpowiednich inteligentnych rozwiązań technologicznych, ale również przeprowadzenia szerokiej akcji informacyjnej, przedstawiającej możliwości funkcjonalne i korzyści związane z inteligentnym, zdalnym opomiarowaniem. Akcja taka powinna być też poparta choćby minimalnymi, niewielkimi bodźcami finansowymi, które odczują odbiorcy po zrealizowaniu pewnych działań związanych choćby z przełączaniem taryf czy ograniczeniem poborów mocy w godzinach szczytu itp.

W ostatnich latach w systemach energetycznych położono szczególny nacisk na poprawę poziomu niezawodności i jakości dostaw energii. Elementem znacznie trudniejszym do osiągnięcia jest jednak

zrównoważenie systemu energetycznego i wyrównanie poziomu poboru mocy w różnych okresach doby, tygodnia, miesiąca itd., wymaga to bowiem zmiany podejścia i zachowań odbiorców, którzy powinni aktywnie zarządzać poborem mocy, dołączanymi odbiornikami itp. Wdrożenie systemów zdalnego, inteligentnego opomiarowania może przynieść odbiorcom i dostawcom konkretne korzyści, takie jak:

- uproszczenie umów z odbiorcami,
- rachunki za energię bazujące na danych o bieżącym zużyciu (miesięczne),
- możliwość dostosowania i przełączania taryf – dopasowanie do profilu odbiorcy,
- poprawa efektywności systemu zasilania i sieci energetycznej,
- uproszczenie procedur zmiany dostawcy energii,
- zwiększenie bezpieczeństwa dostaw dla tzw. odbiorców wrażliwych (monitoring jakości i poziomu zasilania oraz rozpyłów mocy),
- podniesienie świadomości odbiorców w zakresie poziomów zużycia energii i możliwych sposobów jego ograniczenia.

Instalacja inteligentnych liczników to nie wszystko

Jednak instalacja inteligentnych liczników to nie wszystko, to tylko niezbędne narzędzie. Ważnym elementem jest tu również wprowadzenie odpowiednich mechanizmów rynkowych w sektorze energetycznym, nie tylko w odniesieniu do dużych odbiorców przemysłowych i instytucjonalnych, ale również małych odbiorców indywidualnych. Tylko takie działania, w powiązaniu ze wspomnianą już akcją informacyjną wśród odbiorców, powinny przyczynić się do wzrostu ich aktywności, zachęcić do racjonalnego użytkowania odbiorników energii elektrycznej i ewentualnych inwestycji w źródła odnawialne.

Kolejna kwestia to możliwość dostępu odbiorców do danych o zużyciu energii, profili zużycia, obserwacji bieżącego poboru mocy itp. Tu rozważane są koncepcje organizacji mikro sieci wymiany danych w domach i gospodarstwach – HAN (ang. Home Area Network), wykorzystujących lokalne sieci teleinformatyczne lub media transmisyjne systemów automatyki budynkowej czy przemysłowej. Informacje będą dostarczane użytkownikom za pośrednictwem urządzeń mobilnych czy telewizora, podłączonego do sieci komunikacyjnej. Takie sieci lokalne współpracować będą z ogólną siecią komunikacji danych z liczników, z wykorzystaniem łącz internetowych i serwerów danych, obsługiwanych przez niezależny podmiot OIP (Operatora Informacji Pomiarowej).

Aktywne wsparcie inteligentnych systemów energetycznych

Wspomniani aktywni odbiorcy energii są tylko jednym z elementów planowanego przedsięwzięcia pod nazwą inteligentnych sieci elektroenergetycznych – Smart Grid. Jego realizacja wymaga również wprowadzenia innych elementów: komunikacji danych pomiędzy wszystkimi elementami systemu, modernizacji sieci energetycznej, linii przesyłowych, podstacji, implementacji modułów sterujących i monitorujących rozpył mocy w systemie, w zależności od zmieniającego się zapotrzebowania w różnych rejonach energetycznych. Warto zwrócić uwagę, że większość odbiorców energii korzysta z różnego typu budynków i obiektów budowlanych, wyposażonych najczęściej w różne instalacje i elementy infrastruktury. W ostatnich latach coraz częściej zwraca się uwagę na możliwość ich wykorzystania jako elementów realizacji idei zdalnego opomiarowania, monitoringu i sterowania poborem mocy w tego typu obiektach, na najniższym poziomie obiektowym systemu. Dzięki temu możliwa jest implementacja elementów zarządzania energią elektryczną, racjonalizacja jej zużycia i oszczędzanie. Koncepcje te prezentowane są pod hasłem Buildung-to-Grid (B2G) – budynków włączonych w sieć Smart Grid.

Systemy automatyki i zarządzania energią

Jednym z wprowadzanych już w instalacjach pilotażowych standardów implementacyjnych takiej idei jest OpenADR (ang. Open Automated Demand Response) – automatycznego reagowania systemu na zapotrzebowanie ze strony odbiorcy i na odwrót. Jest to zatem element z wykorzystaniem komunikacji dwukierunkowej pomiędzy odbiorcą i dostawcą. Warto tu nadmienić, że coraz więcej budynków – zwłaszcza komercyjnych i użyteczności publicznej, wyposażona jest w systemy automatyki i zarządzania energią – EMS

(Energy Management System), będące elementami większych systemów zarządzania budynkiem – BMS. Infrastruktura tego typu instalacji stanowi idealną platformę do integracji ze standardami OpenADR. Dzięki możliwości zaprogramowania w nich algorytmów obsługi różnego typu zdarzeń i sygnałów zewnętrznych, budynki mogą samoczynnie wprowadzić ograniczenia poboru mocy przez znajdujące się w nich urządzenia (klimatyzacja, wentylacja, piece, oświetlenie itp.), zależnie do sygnałów z własnych systemów sterowania lub informacji z zewnątrz, z systemu energetycznego, wraz z powiadomieniem operatorów systemu o wprowadzonych mianach. Współpraca systemów EMS ze standardami OpenADR wymaga instalacji dodatkowych modułów i/lub oprogramowania, które pozwoli na pełną interakcję. Dzięki temu system w budynku będzie mógł reagować na wspomniane sygnały i wiadomości z zewnątrz, zawierające informacje np. o awariach w systemie energetycznym, zmianie parametrów zasilania, zmianie rozpyływów mocy, wprowadzeniu taryfikacji itp. Na przykład, po otrzymaniu informacji o wzroście stawki opłaty za energię w danym okresie taryfowym, system automatyki może automatycznie przyciemnić światło, jednocześnie otwierając rolety i zwiększając dopływ światła dziennego oraz zmienić nastawy temperatur, tak by zredukować pobór energii przez urządzenia takie jak klimatyzacja, wentylacja czy system ogrzewania elektrycznego. Otwarte, zintegrowane systemy automatyki budynkowej, mogą zatem stać się ważnym elementem realizacji idei systemów inteligentnego opomiarowania i sterowania zużyciem energii w budynkach, wspierając czynnie działania samych odbiorców.

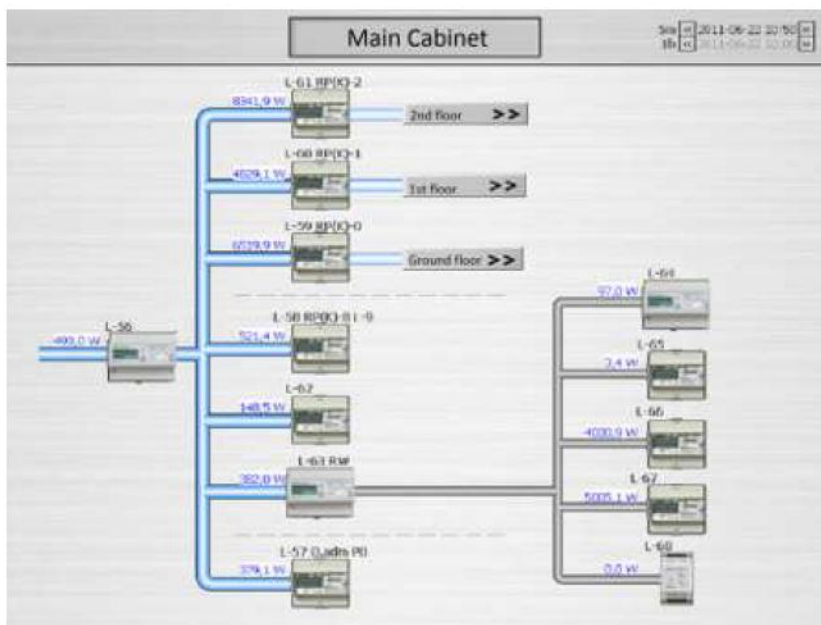
Systemy automatyki budynkowej – wsparcie idei Smart Metering na poziomie obiektowym

Klasycznymi elementami realizowanymi przez systemy automatyki budynkowej są komfort i bezpieczeństwo użytkowników budynków: sterowanie oświetleniem, ogrzewaniem, żaluzjami i roletami okiennymi, urządzeniami HVAC, kontrola dostępu, monitoring zdarzeń i stanu urządzeń, współpraca z systemami włamania i napadu, przeciwpożarowymi itp. W większych budynkach funkcje te są integrowane w ramach tzw. systemów BMS. Jednak wraz z rozwojem technik mikroprocesorowych i transmisji danych, systemy te osiągają współcześnie bardzo wysokie parametry w zakresie pewności i szybkości transmisji oraz niezawodności. Dlatego też w ofercie wielu firm zaczęły pojawiać się również moduły monitoringu zużycia energii elektrycznej i innych mediów, liczniki energii elektrycznej i analizatory jakości zasilania. Jak wynika z prac badawczych i rozwojowych prowadzonych przez naukowców krakowskiej Akademii Górniczo-Hutniczej, systemy i standardy automatyki budynkowej mogą być z powodzeniem wykorzystane na poziomie obiektowym, jako element zdalnego opomiarowania i monitoringu zużycia energii elektrycznej i jakości zasilania, a przy integracji z modułami sterującymi pracą urządzeń infrastruktury budynkowej – do ograniczenia i racjonalizacji zużycia energii i mediów w tych obiektach.

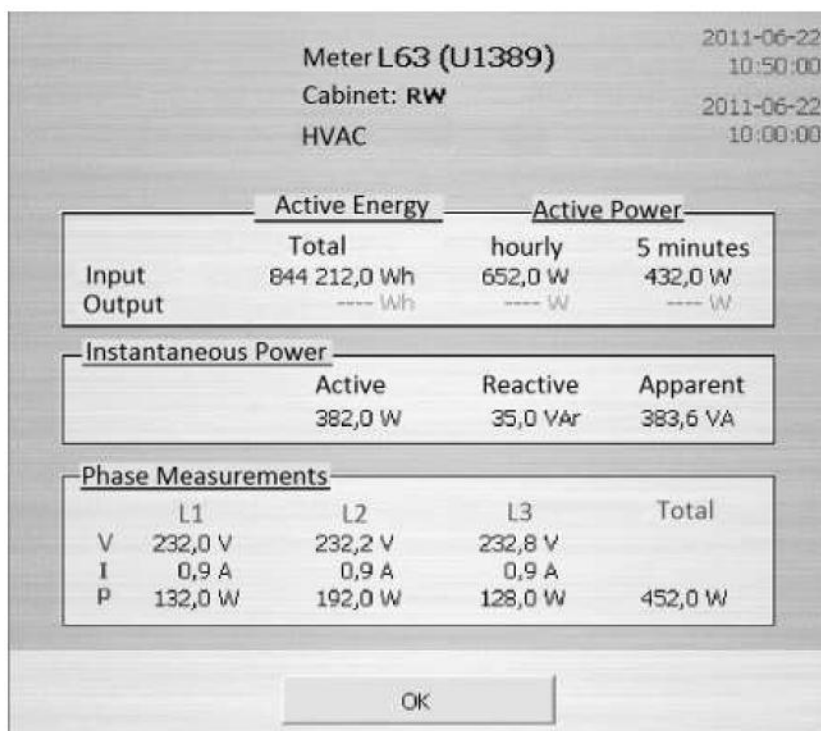
Przykład z życia wzięty

W ramach jednego z projektów badawczych realizowanych na AGH „Optymalizacja zużycia energii w budynkach”, finansowanego przez NCBiR, zainstalowano zdalne, inteligentne liczniki energii elektrycznej w kilku wybranych budynkach – jednym akademickim na terenie AGH oraz dwóch komercyjnych, na terenie katowickiego Parku Naukowo-Technologicznego Euro-Centrum. Jeden z nich zbudowany jest z wykorzystaniem najnowszych technologii budowlanych i posiada status budynku energooszczędnego. Budynki wybrane do realizacji instalacji badawczych mają zatem różny charakter użytkowania i wykonane są w różnych technologiach, co pozwala na przeprowadzenie analiz zużycia energii dla różnych odbiorców, a w dalszej perspektywie stanowi bazę dla doboru odpowiednich profili energetycznych i algorytmów sterowania. Jednak w niniejszym artykule skupiono się na opisie implementacji najbardziej rozbudowanej struktury instalacji pomiarowej w budynku energooszczędnym nr 7 w Euro-Centrum, gdzie na poziomie obiektowym, a więc bezpośredniej obsługi liczników, wykorzystano istniejącą infrastrukturę sieci automatyki budynkowej międzynarodowego, otwartego standardu LonWorks® – ISO / IEC 14908. Budynek ten ma charakter biurowo-komercyjny i przeznaczony jest pod wynajem dla różnego typu firm i podmiotów zewnętrznych. Wyposażono go w instalację zasilania z wydzieleniem obwodów oświetleniowych, gniazd zasilania i komputerowych dla wszystkich najemców oraz podziałem na obwody administracyjne i zasilania dla różnych elementów infrastruktury budynkowej (centrala wentylacji, agregat wody lodowej, pompa ciepła itp.). Dzięki temu możliwe było zastosowanie różnego typu liczników, obsługujących obwody jedno i trójfazowe, co pozwala na dokładne opomiarowanie i monitoring zużycia energii elektrycznej w budynku przez poszczególne rodzaje odbiorników.

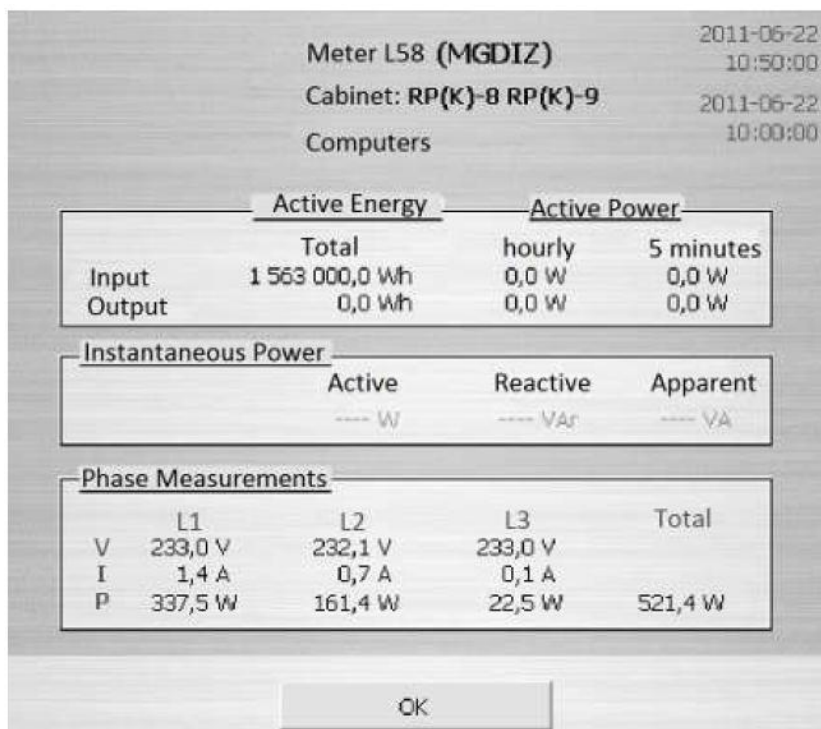
System monitorowania ma topologię drzewa z licznikami głównymi i podlicznikami oraz indywidualnymi licznikami dla poszczególnych, wydzielonych obwodów. Dane z liczników zbierane są w okresach pięciominutowych i poprzez sieć Internet przekazywane do bazy danych zlokalizowanej w laboratoriach automatyki budynkowej AutBudNet, zlokalizowanych na AGH w Krakowie. Na potrzeby wizualizacji i prezentacji danych z liczników, opracowano interfejs graficzny bazujący na platformie systemów SCADA, umożliwiający obserwację danych bieżących, jak również podgląd danych historycznych. Ekrany wizualizacyjne odwzorowują strukturę połączeń i hierarchię kolejnych ogniw systemu monitoringu, co umożliwia dokładne zlokalizowanie i przypisanie poszczególnych liczników. Odwzorowano topologię systemu zasilania w budynku, w oparciu o znajdujące się w nim rozdzielnie główne (parter) i mniejsze rozdzielnie na piętrach. Przykładowy ekran wizualizacji pokazano na rysunku 1.



Rysunek 1. Ekran wizualizacji - monitoring liczników energii w rozdzielni głównej budynku nr 7 Euro-Centrum.



Rysunek 2. Przykładowe okno wizualizacji szczegółowych danych z liczników z interfejsem sieci LonWorks® (ISO / IEC 14908).



Rysunek 3. Przykładowe okna wizualizacji szczegółowych danych z liczników z interfejsem sieci LonWorks® (ISO / IEC 14908).

W instalacji monitorującej zastosowano liczniki różnego typu i różnych producentów. Na obwodach jednofazowych zamontowano zwykle proste liczniki 1 modułowe, z wyjściami impulsowymi, które współpracują z koncentratorami danych, które przekazują informacje pomiarowe do systemu już za pośrednictwem zmiennych sieciowych standardu LonWorks®. Z kolei jako liczniki główne dla poszczególnych najemców i urządzeń infrastruktury budynkowej, zastosowano liczniki z zaimplementowanym bezpośrednim interfejsem tegoż standardu, które umożliwiają nie tylko pomiar zużycia energii czynnej, ale również biernej czy pozornej, napięć i prądów, aktualnego obciążenia linii itp. Dla nich w środowisku wizualizacyjnym opracowano również dodatkowe okna wizualizacji tych szczegółowych danych, których przykłady pokazano na rysunkach 2 i 3.

Opisana instalacja funkcjonuje z powodzeniem już od dwóch lat. Doświadczenia z przeprowadzonych prac implementacyjnych i badawczych wskazują, że standardy automatyki budynkowej mogą być z powodzeniem wykorzystane do organizacji systemów inteligentnego, zdalnego opomiarowania na poziomie obiektowym, szczególnie w perspektywie możliwości ich bezpośredniej integracji z systemami BMS i EMS. Dlatego też w budynkach wyposażonych w systemy automatyki budynkowej i monitoringu, z istniejącą już w nich infrastrukturą sieciową tego typu systemów, zawsze warto rozważyć skorzystanie z niej przy implementacji i integracji na poziomie obiektowym systemów monitoringu zużycia energii elektrycznej i innych mediów. W ten sposób, przy dobrze przeprowadzonej integracji funkcjonalnej, sygnały z liczników mogą być bezpośrednio włączone do algorytmów sterowania infrastrukturą budynkową w celu redukcji zużycia energii i mediów, przy zachowaniu odpowiedniego poziomu komfortu użytkowania obiektów.