

Systemy automatyki budynkowej jako element inteligentnych sieci elektroenergetycznych – Smart Metering i aktywny odbiorca

Andrzej Ożadowicz

Wstęp

Współczesne systemy elektroenergetyczne wymagają modernizacji i przystosowania do nowych warunków funkcjonowania, powstających na skutek wciąż rosnącej liczby dołączanych odbiorców, ograniczonych rezerw systemowych i coraz popularniejszej generacji rozproszonej, opartej o źródła odnawialne. Czynniki te zwiększają dynamikę zmian rozpyłu mocy w systemie energetycznym oraz poziomie jego obciążenia, co wpływa na skuteczność i jakość zasilania odbiorców energii oraz wymaga zmian zasad funkcjonowania producentów energii. Dlatego też w branży energetyki pojawiła się idea wdrożenia tzw. inteligentnych systemów elektroenergetycznych – Smart Grid. W systemach tego typu istnieje możliwość wykorzystania różnych technologii branży automatyki i teleinformatyki, jako bazy dla implementacji systemów zdalnego, inteligentnego opomiarowania odbiorców i prosumentów, organizacji kanałów transmisji i zbierania danych oraz komunikacji zwrotnej z odbiorcami [1, 2, 3].

Pierwszym etapem realizacji sieci inteligentnych są systemy zdalnego opomiarowania odbiorców – Smart Metering. Dzięki nim możliwe jest przesyłanie danych od głównego i lokalnego dostawcy energii do odbiorców (parametry zasilania, parametry jakościowe dostarczanej energii, taryfy itp.) oraz od odbiorców do dostawców (poziom zapotrzebowania na energię, zużycie energii, błędy, problemy). Przy takiej wymianie informacji między różnymi podmiotami w systemie elektroenergetycznym klienci/odbiorcy mogą stać się odbiorcami aktywnymi, a po zainstalowaniu u siebie źródeł odnawialnych – prosumentami, pełniącymi w systemie energetycznym rolę odbiorcy i dostawcy energii. Prosumenci są zainteresowani możliwościami aktywnego zarządzania poziomem i okresami poboru mocy z systemu energetycznego

(wyłączanie odbiorników w tzw. szczytce poboru; ustalenie maksymalnych poziomów poboru mocy; różnicowanie taryf itp.) oraz warunkami produkcji i wprowadzenia energii do systemu. Istotną rolę w realizacji tych systemów odgrywają również budynki i obiekty budowlane (domy, bloki mieszkalne, biura, obiekty przemysłowe, centra biurowe i handlowe) wraz ze znajdującą się w nich różnego rodzaju infrastrukturą sieciową i komunikacyjną, a coraz częściej również w systemy automatyki budynkowej czy przemysłowej, systemy zarządzania budynkiem – BMS. Dotyczy to w szczególności budynków biurowych, komercyjnych i użyteczności publicznej. Infrastruktura ta może być wykorzystana jako element inteligentnych systemów monitoringu i opomiarowania i w tym obszarze prowadzone są badania między innymi w zespole automatyki budynkowej Katedry Energoelektroniki i Automatyki Systemów Przetwarzania Energii krakowskiej AGH. Urządzenia pomiarowe wykorzystujące standardy automatyki budynkowej, umożliwiające integrację pomiarów z systemami zarządzania, sterowania i monitoringu – BMS, pojawiają się również coraz częściej w ofercie wielu firm branżowych na rynku komercyjnym. W ramach implementacji systemów zdalnego i inteligentnego opomiarowania odbiorców proponuje się również tworzenie lokalnych sieci wymiany informacji – HAN (*Home Area Network*) [1, 8, 9].

Systemy automatyki budynkowej – funkcjonalności dla sieci inteligentnych (B2G)

Podstawowym zadaniem urządzeń i systemów automatyki budynkowej jest zapewnienie komfortu i bezpieczeństwa użytkownika budynków. Funkcjonalności niezbędne do realizacji tych zadań są już znane i z powodzeniem wykorzysty-

wane od wielu lat. Jednak wraz z wprowadzeniem w dyrektywach i normach europejskich i krajowych nowych wymogów dotyczących energochłonności budynków powstały nowe obszary możliwych zastosowań urządzeń automatyki, w szczególności tych zainstalowanych w dużych budynkach komercyjnych i użyteczności publicznej, zintegrowanych w ramach systemów BMS. Przy zachowaniu odpowiedniego komfortu i poziomu bezpieczeństwa pojawiają się koncepcje takiej organizacji funkcjonalności i algorytmów sterowania, które sprzyjałyby ograniczeniu zużycia energii cieplnej, elektrycznej i innych mediów wykorzystywanych w budynkach [1, 4].

Jeszcze jednym obszarem zastosowań systemów automatyki budynkowej, istotnym z punktu widzenia implementacji systemów Smart Metering i Smart Grid, jest obsługa na poziomie obiektowym liczników energii i mediów, urządzeń AGD wyposażonych w moduły inteligentne i łącza sieciowe oraz interfejsów komunikacji z użytkownikiem. Ideę tę schematycznie zobrazowano na rysunku 1, przy czym pokazano tu koncepcję z wydzieloną jednostką centralną. W aplikacjach tego typu można również stosować architekturę sieci rozproszonych, zależnie od potrzeb i preferencji użytkownika. Działania te współgrają również z podnoszoną coraz częściej koncepcją wdrożenia tzw. „Internetu Rzeczy” (*Internet of Things*).

W ten sposób u odbiorcy energii powstaje tzw. sieć domowa HAN, w której urządzenia infrastruktury budynku są zintegrowane na najniższym poziomie obiektowym i mogą wymieniać między sobą informacje, reagować na ewentualne sygnały od użytkownika bądź zadawane z systemów nadrzędnych (infrastruktura AMI). Wielu producentów sprzętu audio i wideo oraz urządzeń AGH wprowadza już coraz częściej w swoich produktach



różne interfejsy, umożliwiające ich integrację z systemami teleinformatycznymi i automatyki budynkowej w budynkach użyteczności publicznej i domach prywatnych. Dzięki temu możliwe będzie już w najbliższej przyszłości tworzenie wspomnianego Internetu Rzeczy. Wykorzystywane są tu między innymi takie technologie, jak WiFi, NFC, standardy automatyki budynkowej. Przykłady tego typu urządzeń pokazano na rysunku 2 [10].

Do tak zorganizowanej sieci domowej możliwy i niezwykle przydatny jest rów-

niez zdalny dostęp, na przykład w celu zmiany harmonogramów pracy poszczególnych urządzeń lub podsystemów, odczytu danych z liczników, analizy trendów i profili użytkowania, monitoringu zdarzeń w obiekcie czy zmiany nastaw. Niezbędne są w tym celu moduły routerów (TP – PL – TCP/IP) i serwerów automatyki (wej/wyj binarne, RS485, MBus), oferowanych na rynku przez wiele firm, związanych z branżą automatyki budynkowej i przemysłowej [7, 8, 9, 10]. Wybrane moduły pokazano na rysunku 3.

Użytkownik budynku, wyposażony w tego typu urządzenia i narzędzia systemowe, może stać się aktywnym odbiorcą energii. Kolejnym elementem i etapem rozwoju koncepcji współczesnego odbiorcy energii jest instalacja i wykorzystanie przez niego w obiekcie odnawialnych źródeł energii, dzięki którym może on zaistnieć docelowo w inteligentnym systemie energetycznym jako tzw. prosument.

Odbiorca aktywny i prosument

Wprowadzenie systemów zdalnego opomiarowania zużycia energii i mediów, bazujących na tzw. inteligentnych licznikach, w założeniu ich twórców powinno sprzyjać aktywizacji odbiorców energii i mediów. Oznacza to, że uświadomiony odpowiednio odbiorca ma dążyć do zmiany swojego profilu użytkowania energii tak, by przede wszystkim uzyskać oszczędności związane z eksploatacją budynku (odpowiednie stymulowanie z zewnątrz poprzez taryfy lub dodatkowe bonusy cenowe) oraz przyczyniać się w dłuższej perspektywie do maksymalnego zrównoważenia całego systemu energetycznego, czyli zmniejszenia tzw. szczytów poboru energii w ciągu doby. Bardziej świadome powinno być również samo użytkowanie urządzeń elektrycznych czy systemów ogrzewania i HVAC – wprowadzenie harmonogramów czasowych, uzależnienie od obecności i innych czynników (poziom intensywności światła dziennego, temperatura zewnętrzna i wewnętrzna itp.) i wykorzystanie w tym celu modułów automatyki budynkowej. Aby realizować tego typu zadania, użytkownicy budynków muszą mieć możliwość sprawnego, zdalnego i mobilnego komunikowania się z systemem sterowania i monitoringu poprzez interfejsy graficzne paneli operatorskich sieci HAN czy strony WWW, jak to pokazano na rysunku 4 [2, 3, 4].

Sieci automatyki budynkowej na poziomie obiektowym mogą również być wykorzystane do zdalnego monitorowania i obsługi odnawialnych źródeł energii, takich jak panele fotowoltaiczne, kolektory słoneczne czy pompy ciepła. Źródła te, wyposażone w odpowiednie sterowniki z interfejsem do sieci automatyki budynkowej (LonWorks, KNX, BACnet) czy inne popularne standardy (ModBus, MBus), mogą być zintegrowane z układami monitoringu mediów, dwukierunkowymi licznikami energii, stwarzając

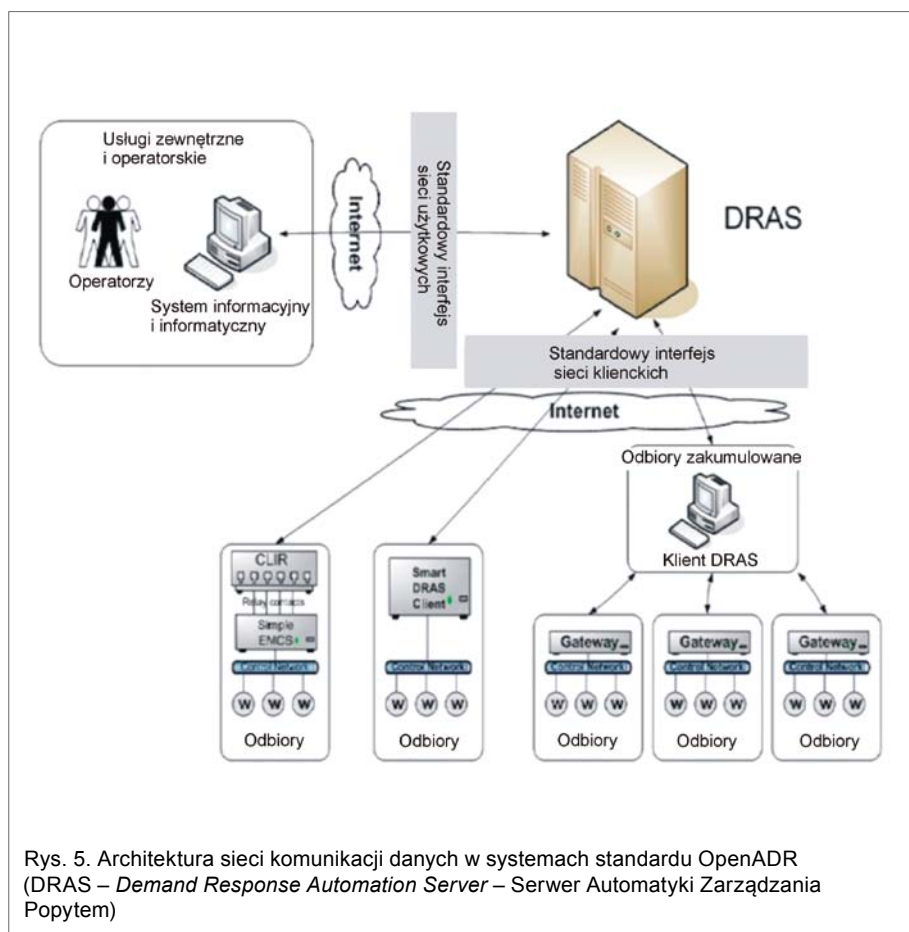
użytkownikowi możliwość regulowania przepływu mocy, monitorowania poziomu generowanej energii elektrycznej lub ciepłej itp. Urządzenia automatyki, dedykowane do tego typu zastosowań, pojawiają się coraz częściej w ofercie firm branży automatyki i już dziś jest możliwe budowanie tego typu systemów sterowania i monitoringu. Sprzyja to praktycznej realizacji wspomnianej już wcześniej idei prosumenta. Wiele do życzenia pozostawiają jednak wciąż kwestie sformułowania i wejścia w życie odpowiednich narzędzi prawnych i rynkowych (tzw. mały i duży trójpak energetyczny) oraz ustaw i rozporządzeń w zakresie ochrony danych osobowych, bezpieczeństwa danych pomiarowych w systemach sieciowych itp.

Popyt na energię – element automatyki

Wprowadzenie elementów monitoringu i sterowania w systemach automatyki budynkowej umożliwia zarządzanie energią i mediami w budynku – EMS (*Energy Management System*). Pierwszym poziomem realizacji tego typu systemów są wspomniane już harmonogramy czasowe załączania urządzeń i podsystemów infrastruktury budynkowej czy urządzeń AGD oraz ich powiązanie z czujnikami obecności, temperatury, intensywności światła, kontroli dostępu itp., w ramach ustalonych algorytmów sterowania. Warto tu wspomnieć o wskazaniach normy PN-EN 15232, dotyczącej wpływu systemów automatyki na efektywność energetyczną budynków, której zapisy traktować należy jako podstawowe wytyczne przy opracowywaniu takich algorytmów sterowania. Niejednokrotnie przy ich ustalaniu pojawiają się również niebaldalne problemy praktyczne. Przykładem może być powiązanie funkcjonalne sterowania żaluzjami/roletami okiennymi, oświetleniem i agregatem klimatyzacji. Czy i w jakim momencie słonecznego dnia bardziej opłaca się zasłonić okna (ograniczyć dostęp światła naturalnego), załączyć oświetlenie sztuczne i ograniczyć intensywność chłodzenia pomieszczeń, w stosunku do scenariusza z odsłoniętymi oknami, wyłączonym światłem sztucznym i działającą na nominalnych parametrach klimatyzacją? Jest to kwestia indywidualna dla różnego typu budynków i wymaga każdorazowego przetestowania oraz doboru indywidualnych nastaw. Badania tego typu scenariuszy i wynikających z nich korzyści ener-



Rys. 4. Graficzne interfejsy modułów automatyki dla sieci HAN



Rys. 5. Architektura sieci komunikacji danych w systemach standardu OpenADR (DRAS – Demand Response Automation Server – Serwer Automatyki Zarządzania Popytem)

tycznych prowadzone są między innymi w Laboratoriach Oceny Efektywności Energetycznej i Automatyki Budynków AutBudNet na krakowskiej AGH oraz w Laboratoriach Automatyki Budynkowej standardu KNX na Politechnice Poznańskiej [5, 6].

Poziom drugi możliwych do realizacji systemów zarządzania energią to integracja elementów automatyki z zewnętrznymi sieciami wymiany informacji, obsługiwanymi na przykład przez dostawcę energii i mediów. Stwarza ona

możliwość komunikacji na poziomie odbiorca – dostawca energii, gdzie ze strony odbiorcy automatycznie pobierane są dane dotyczące bieżącego poziomu poboru mocy i zużycia energii, profili użytkowych dla różnych okresów czasowych itp. Ze strony dostawcy zaś do odbiorcy przesyłane mogą być sygnały dotyczące automatycznej zmiany taryfy ze względu na korzystną cenę energii, dane i informacje o uszkodzeniach w sieci, dane o dynamice zmian cen energii, przewidywanym obciążeniu sieci w danym okre-

sie i związanych z tym możliwych trudnościach w zapewnieniu odpowiedniej jakości energii na łączach zasilających. W oparciu o te sygnały odbiorca może sterować załączaniem swoich urządzeń lub też, po wybraniu trybu automatycznego, urządzenia samoczynnie mogą reagować na wspomniane sygnały. W celu ujednoczenia danych i informacji przekazywanych w tego typu komunikacji odbiorców i dostawców zrodziła się idea standardu OpenADR (*Automated Demand Response*), w którym proponuje się sformułowanie modeli komunikatów i informacji wraz ze zdefiniowaniem usług sieciowych niezbędnych w tego typu komunikacji, przy obsłudze odbiorców w oparciu o wspólny harmonogram czasowy, na przykład w zakresie taryfikacji oraz możliwości włączenia lokalnych źródeł odnawialnych (tzw. *micro grids*). Wiele możliwości stwarza ponadto integracja systemów ADR z infrastrukturą BMS i EMS, stosowaną coraz częściej w dużych obiektach budowlanych [2, 7, 10]. Dzięki możliwości zaprogramowania w nich algorytmów obsługi różnego typu zdarzeń i sygnałów zewnętrznych, budynki mogą niejako 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 zmianach. Współpraca systemów EMS ze standardami OpenADR wymaga instalacji dodatkowych modułów i/lub oprogramowania, które pozwolą na pełną interakcję. Ideę połączeń i komunikacji systemów ADR pokazano na rysunku 5 [2, 4, 9, 10].

Dzięki temu system w budynku będzie miał możliwość reagowania na sygnały i wiadomości z zewnątrz, zawierające informacje np. o awariach w systemie energetycznym, zmianie parametrów zasilania, zmianie rozpiętości napięcia, 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 [10].

Podsumowanie

Kwestia oszczędności energii elektrycznej i mediów we współczesnych budynkach odgrywa zasadniczą rolę, w kontekście ich długotrwałej eksploatacji, zwrotu inwestycji oraz konieczności spełnienia coraz bardziej rygorystycznych wymogów norm dotyczących energochłonności obiektów budowlanych. Dlatego też coraz częściej w budynkach, zwłaszcza komercyjnych i użyteczności publicznej, instalowane są systemy umożliwiające monitoring i zarządzanie energią oraz różnymi podsystemami infrastruktury budynkowej – EMS, BMS. Zwykle bazują one na wybranych standardach automatyki budynkowej w warstwie obiektowej oraz innych elementach systemów teleinformatycznych. Zastosowanie otwartych, międzynarodowych standardów dedykowanych dla systemów automatyki budynkowej ułatwia integrację urządzeń monitoringu i sterowania na poziomie obiektowym. Mogą one zatem stać się ważnym elementem realizacji idei systemów inteligentnego opomiarowania i sterowania zużyciem energii w budynkach, wspierając czynnie działania samych odbiorców i użytkowników obiektów budowlanych.

Literatura

- [1] NOGA M., OZADOWICZ A., GRELA J.: *Modern, certified building automation laboratories AutBudNet – put „learning by doing” idea into practice – Nowoczesne laboratoria automatyki budynkowej AutBudNet – realizacja idei „Nauczanie przez praktykę”*. „Przegląd Elektrotechniczny, Electrical Review” 11a/2012.
- [2] NOGA M., OZADOWICZ A., GRELA J.: *Active Consumers in Smart Grid Systems – Applications of the Building Automation Technologies – Aktywni odbiorcy w systemach Smart Grid – aplikacje technologii automatyki budynkowej*. „Przegląd Elektrotechniczny, Electrical Review” 6/2013.

- [3] OZADOWICZ A., GRELA J.: *Aktywni odbiorcy i standardy automatyki budynkowej jako element Smart Meteringu w budynkach, 13.06.2013, portal Centrum Informacji o Rynku Energii. www.cire.pl; portal Energetyka i Przemysł Online www.eip-online.pl.*
- [4] BILLEWICZ K.: *Smart Metering. Inteligentny system pomiarowy*; Wydawnictwo PWN, Warszawa 2012.
- [5] KAMIŃSKA A., RADAJEWSKI R.: *Instalacja do badania algorytmów sterowania oświetleniem*. „Przegląd Elektrotechniczny” 10/2010.
- [6] KAMIŃSKA A., RADAJEWSKI R.: *Obiekty i układy do badania wpływu sterowania instalacją grzewczą na zużycie energii*. „Przegląd Elektrotechniczny” 11a/2010
- [7] KNX: *Tariff Management – KNX City*, KNX Journal, No. 1/2013
- [8] AJCHEL M.: *Schneider Electric – Smart Grid Solution by Schneider Electric – dzielimy się naszym doświadczeniem*. III Smart Communications & Technology Forum, 5 czerwca 2013, Warszawa.
- [9] KOZBIAŁ J.: *Mikrotronika – Smart Communication – Pierwszy krok do wdrożenia systemów Smart Grid I Smart Metering*, III Smart Communications & Technology Forum, 5 czerwca 2013, Warszawa.
- [10] OZADOWICZ A.: *Zarządzać energią z głową: OpenADR – dwukierunkowa komunikacja dostawcy energii – odbiorcy*. „Energetyka Ciepła i Zawodowa” 6/2013, s. 109–112.

dr inż. Andrzej Ozadowicz –
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza,
Wydział Elektrotechniki, Automatyki,
Informatyki i Inżynierii Biomedycznej,
Katedra Energoelektroniki i Automatyki
Systemów Przetwarzania Energii
e-mail: ozadow@agh.edu.pl

artykuł recenzowany

reklama