


Efektywność energetyczna i Smart Metering – nowe wyzwania dla systemów automatyki budynkowej

Marian Noga, Andrzej Ożadowicz, Jakub Grela

Wstęp

Integratorzy współczesnych systemów automatyki budynkowej, organizując ich funkcjonowanie, skupiają się przede wszystkim na zapewnieniu użytkownikom odpowiedniego do ich wymagań komfortu i bezpieczeństwa w budynkach. Stąd powszechnie pojawiające się w budynkach funkcjonalności to: sterowanie oświetleniem, aranżacja tzw. scen świetlnych, obsługa rolet i żaluzji okiennych, sterowanie klimatyzacją i grzejnikami – komfort cieplny, kontrola dostępu o różnym stopniu zaawansowania, monitoring parametrów pracy urządzeń, monitoring i rejestracja zdarzeń, współpraca z systemami sygnalizacji włamania i napadu, systemami pożarowymi itp. W większych obiektach wspomniane działania integrowane są i realizowane coraz częściej w ramach jednolitego systemu zarządzania budynkiem – BMS. Zwykle uprawnione osoby mają do takiego systemu również dostęp zdalny, poprzez globalną sieć Internet. W aplikacjach tego typu systemy automatyki budynkowej są już stosowane od wielu lat, przy czym wciąż udoskonala się ich funkcjonalności w tym zakresie, dzięki czemu stają się one bardziej niezawodne, a użytkownicy korzystają z nich z coraz większym zaufaniem. Celem instalatorów i integratorów systemów automatyki i monitoringu jest osiągnięcie takiego stanu, by użytkownicy, korzystając z nich, nie byli nawet świadomi tego faktu, a urządzenia realizowały swe zadania niezawodnie i szybko. W obszarze współczesnej automatyki budynkowej pojawiają się jednak nowe wyzwania. Dotyczą one możliwości wykorzystania ich jako narzędzia monitoringu i optymalizacji zużycia energii elektrycznej oraz innych mediów (ciepło, gaz, woda), dzięki wprowadzeniu systemów zdalnego opomiarowania i zintegrowanych procedur sterowania oraz wzajemnej interakcji pomiędzy różnymi podsystemami zainstalowanymi w nowoczesnych budynkach. Stąd obserwowany w ostatnim okresie wzrost zainteresowania nie tylko kwestiami wspomnianego już komfortu użytkownika i bezpieczeństwa, ale również szeroko rozumianej efektywności energetycznej, optymalizacji kosztów eksploatacji budynków, możliwości wykorzystania w nich i integracji alternatywnych źródeł energii elektrycznej i ciepłej itp. Do działań w tym kierunku obligują wprowadzane w życie dyrektywy i zarządzenia instytucji ustawodawczych i normalizacyjnych, zarówno europejskich, jak i krajowych i lokalnych. Jednym z zawartych w nich wyznaczników jest tzw. 3×20, a więc: redukcja emisji gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej o 20% w stosunku do poziomu emisji z roku 1990; osiągnięcie średniego poziomu 20% wykorzystania energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych (dla Polski planuje się 15%) oraz redukcja całkowitego zapotrzebowania na energię o 20%

Streszczenie: Efektywność energetyczna i optymalizacja zużycia energii to zagadnienia podnoszone coraz częściej praktycznie we wszystkich dziedzinach życia. W sposób szczególny dotyczy to budynków i ich infrastruktury, które są jednym z najbardziej energochłonnych obszarów funkcjonowania współczesnego człowieka. Użytkownicy budynków, zwłaszcza tych użyteczności publicznej czy biurowców, łatwo przyzwyczajają się do oferowanego w nich wysokiego komfortu, a ponadto korzystają powszechnie ze zdobyczy współczesnej techniki multimedialnej, grzewczej, wentylacyjnej itp. Sytuacja ta wymaga nowego podejścia do fazy projektowania tego typu obiektów, ich modernizacji i dostosowania do współczesnych wymogów, nie tylko w zakresie komfortu, ale też bezpieczeństwa i efektywności energetycznej. Dlatego konieczne są badania dostępnych już i nowych funkcjonalności systemów automatyki budynkowej, umożliwiających optymalizację użytkownika energii elektrycznej, ciepłej i innych mediów w budynkach, bez utraty odpowiedniego poziomu komfortu ich użytkownika.

 **Abstract:** Energy efficiency and energy consumption optimization are two more and more important issues in economy, technology and industry. They concern especially the buildings and their infrastructure devices – the most energy-intensive objects. For buildings and their users three questions are important: comfort, safety and optimal cost (investment and operation). To satisfy them, new ways of design and infrastructure subsystems integration are needed. Since it is important to research and development on buildings automation systems and their functionalities as a tool for energy consumption optimization and intelligent measurement systems implementation – Smart Metering. For this kind of research at AGH-UST in Krakow specialized Laboratory of Energy Efficiency and Building Automation – AutBudNet has been established.

poprzez zastosowanie procedur poprawiających efektywność energetyczną odbiorów. Nie bez znaczenia jest również kwestia konieczności badań energochłonności nowo powstających oraz remontowanych budynków (charakterystyka energetyczna), które zgodnie z nowymi przepisami muszą mieć wystawione świadectwa energetyczne. Stosowne zapisy dotyczące tych wymogów zawarte są w tzw. dyrektywie EPBD – 2002/91/EC. Ponadto od sierpnia ubiegłego roku (2011) obowiązuje również



Rys. 1. Lokalizacja laboratoriów i logo Sieci AutBudNet

reklama

w Polsce Ustawa o Efektywności Energetycznej, gdzie również porusza się kwestie tzw. białych certyfikatów dla urządzeń i obiektów. Okazuje się bowiem, że to właśnie budynki są jednym z największych konsumentów energii elektrycznej i ciepłej; stąd tak usilne działania prawne i technologiczne w celu poprawy ich ogólnej efektywności energetycznej.

Certyfikowane laboratoria AutBudNet

Oprócz wspomnianych działań w obszarach legislacyjnym i technologicznym, aplikacja nowych rozwiązań, zwłaszcza w zakresie ich integracji i optymalizacji, wymaga szeroko zakrojonych prac badawczych. Te powinny być jednak prowadzone nie tylko metodami tradycyjnymi – w zamkniętych laboratoriach, ale również na „żywym organizmie”, a więc najlepiej na wydzielonych obszarach rzeczywistych instalacji systemowych, na rzeczywistych obiektach. Dlatego też wiele uczelni technicznych w Polsce podjęło trud stworzenia własnej bazy naukowej i dydaktycznej, aby przede wszystkim móc kształcić niezbędne w branży kadry inżynierskie na odpowiednim poziomie. Z pomocą niejednokrotnie przychodzą tu fundusze europejskie oraz dotacje Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Jedną z takich inicjatyw, mających na celu budowę i modernizację nowoczesnej bazy laboratoryjnej, było powstanie w 2007 roku Ogólnopolskiego Konsorcjum Naukowo-Przemysłowego Energooszczędnych Technologii Budynkowych Instalacji Elektrycznych (NPETBIE). Jego członkami są następujące ośrodki akademickie i firmy:

- Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie (lider konsorcjum);
- Politechnika Gdańska;
- Politechnika Łódzka;
- Politechnika Poznańska;
- Schneider Electric Polska (dawniej MERTEN Polska);
- ZDANIA Sp. z o.o.

W ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, w latach 2009–2011, uczestnicy Konsorcjum NPETBIE zrealizowali projekt naukowo-badawczy „Sieć certyfikowanych laboratoriów oceny efektywności energetycznej i automatyki budynków”. Uczestniczyły w nim trzy uczelnie techniczne: Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Poznańska i Politechnika Gdańska. Główną ideą projektu była budowa trzech laboratoriów badawczych przystosowanych do oceny efektywności energetycznej urządzeń, podzespołów i systemów automatyki budynkowej, bazujących na trzech międzynarodowych

standardach: LonWorks, Knx i BACnet. W latach 2010 i 2011 laboratoria te uzyskały stosowne certyfikaty, potwierdzające ich zdolności badawcze oraz egzaminacyjne i standaryzujące. W tym w szczególności laboratorium standardu LonWorks zlokalizowane na krakowskiej AGH posiada uprawnienia w zakresie: certyfikacji produktów/urządzeń automatyki LonMark Product Certification oraz certyfikacji kwalifikacji zawodowych – dyplom LonMark Certified Professional. Dla poszczególnych laboratoriów opracowano programy badań oraz planowanych profesjonalnych szkoleń i studiów podyplomowych w zakresie wdrażania energooszczędnych technologii budynkowych instalacji elektrycznych. W zamyśle wszystkich członków konsorcjum NPETBIE zbudowane trzy laboratoria badawcze tworzą sieć laboratoriów pod wspólną nazwą AutBudNet. Rozmieszczenie poszczególnych ośrodków w kraju i logo sieci laboratoriów pokazano na rysunku 1.

Politechnika Poznańska – Laboratorium standardu KNX – krótki przegląd

Laboratorium Systemu KNX i Oceny Efektywności Energetycznej Instalacji powstało w wolno stojącym zmodernizowanym budynku Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Poznańskiej, posiadającym niezależne zasilanie w energię elektryczną i ciepłą. Wyposażenie w nowoczesne instalacje w technologii KNX, bogate opomiarowanie oraz możliwość monitorowania i zewnętrznego sterowania pozwala wykorzystać budynek laboratorium jako obiekt badań w zakresie możliwości ograniczania zużycia energii elektrycznej i ciepłej. Instalacja elektryczna została podzielona na kilka odrębnie opomiarowanych obwodów, co pozwala na badanie zużycia energii przez poszczególne grupy odbiorów. W budynku istnieje możliwość monitorowania i sterowania ogrzewania, żaluzji okiennych, systemu kontroli dostępu oraz oświetlenia.

Stanowiska laboratoryjne znajdujące się w pomieszczeniach pozwalają na prowadzenie badań urządzeń zgodnych ze standardem KNX. Umożliwiają projektowanie i testowanie systemów sterowania instalacją ogrzewania, badanie wpływu poszczególnych rozwiązań pod kątem efektywności energetycznej budynku. Prowadzone są także prace w zakresie rozwoju i poprawy bezpieczeństwa działania technologii KNX. Należą do nich badania i ocena najczęściej występujących zagrożeń urządzeń w instalacjach tego standardu, wraz z opracowaniem skutecznych zabezpieczeń przed nimi, oraz testy układów i zasad integracji instalacji budynku z urządzeniami i systemami bezpieczeństwa, w tym również korzystającymi ze standardu KNX.

Wygląd laboratoriów oraz wybranych elementów infrastruktury budynku Instytutu Elektroenergetyki pokazano na rys. 2.

Politechnika Gdańska – Laboratorium Integracji Systemów Automatyki Budynków – krótki przegląd

Laboratorium Zarządzania i Integracji Systemów Automatyki Budynków powstało na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej. Wyposażone jest w cztery stanowiska badawcze:

1. Technologii KNX z zestawem podstawowych elementów wykonawczych, czujników i urządzeń systemowych.
2. Technologii LonWorks z zestawem podstawowych elementów.
3. Technologii BACnet ze sterownikiem systemowym, sterownikiem aplikacyjnym i czujnikiem-nastawnikiem sieciowym wraz z podstawowym osprzętem peryferyjnym.



Rys. 2. Politechnika Poznańska: a) laboratorium KNX; b) rozdzielnica elektryczna budynku



Rys. 3. Politechnika Gdańska – stanowiska w laboratorium

4. Stanowisko zarządzania i integracji systemów, wyposażone w elementy umożliwiające komunikację pomiędzy systemami KNX, LonWorks, BACnet oraz innymi urządzeniami peryferyjno-pomiarowymi, wykorzystującymi inne popularne protokoły Modbus i M-Bus.

W pomieszczeniu laboratoryjnym opracowywane są metody i narzędzia do zarządzania systemami automatyki budynków oraz nowe urządzenia umożliwiające integrację urządzeń wykorzystujących różne standardy systemów automatyki budynkowej. Ponadto istnieje możliwość testowania współpracy z wybranymi urządzeniami i systemami automatyki budynków oprogramowania typu SCADA i BMS. Prowadzone są też badania nad niezawodnością stosowanych rozwiązań, jak i bezpieczeństwa funkcjonalnego. Rysunek 3 przedstawia stanowiska badawcze w laboratorium Politechniki Gdańskiej.

Akademia Górniczo-Hutnicza – Laboratorium standardu LonWorks – krótki przegląd

W ramach projektu AutBudNet w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie powstały trzy laboratoria badawcze. Pomieszczenia te zostały wyposażone w instalacje pozwalające na sterowanie i monitorowanie systemu klimatyzacji i ogrzewania, oświetlenia, zamykania/otwierania okien i rolet okiennych, systemu kontroli dostępu, monitoringu wizyjnego oraz monitorowanie zużycia energii elektrycznej i ciepłej, instalacji solarnej do podgrzewania wody użytkowej, ogniw fotowoltaicznych, instalacji przeciwpożarowej i instalacji gaśniczej.

W laboratoriach zostało wykonane sterowanie instalacjami za pomocą technologii LonWorks. Dlatego możliwe jest wykorzystanie infrastruktury pomieszczeń laboratoriów jako rzeczywistego obiektu badań możliwości i wpływu technologii LonWorks na własności użytkowe i eksploatacyjne budynku.

W trzech pomieszczeniach zostały zorganizowane następujące laboratoria:

- Laboratorium badania zgodności urządzeń i systemów ze standardem LonMark (w skrócie Laboratorium Zgodności);



- Laboratorium badania urządzeń wykonawczych automatyki budynków (w skrócie Laboratorium Urządzeń);
- Laboratorium badania wpływu urządzeń i systemów zgodnych ze standardem LonMark na efektywność energetyczną budynków (w skrócie Laboratorium Wpływu).

Laboratorium Zgodności umożliwia badanie urządzeń i systemów pod kątem zgodności ze standardem stowarzyszenia LonMark. Laboratorium to posiada akredytację stowarzyszenia LonMark International w zakresie certyfikacji produktów i urządzeń pod kątem zgodności z standardem ISO/IEC 14908-1 (technologia LonWorks) oraz prawo do nadawania certyfikatów testowanym urządzeniom.

Laboratorium Urządzeń zostało wyposażone pod kątem testowania i badania funkcjonalności wszelkich urządzeń związanych z automatyką budynków: sterowników, zadajników i urządzeń wykonawczych. Możliwe jest także badanie możliwości wzajemnej współpracy urządzeń (np. sterownika z urządzeniem wykonawczym) zarówno pod kątem zgodności interfejsu wejść/wyjść, jak i oprogramowania sterującego.

Laboratorium Wpływu jest przeznaczone do prowadzenia badań nad wpływem poszczególnych urządzeń oraz całych instalacji automatyki budynków na efektywność energetyczną budynku, oszczędność energii elektrycznej i ciepłej, możliwości poprawy komfortu użytkownika itp.

Wygląd laboratoriów oraz wybranych elementów infrastruktury pokazano na rysunku 4.

Celem powstania laboratoriów jest rozwiązanie kilku istotnych problemów badawczych, związanych z rozwojem technologii automatyki budynkowej oraz jej zastosowań w nowoczesnych i modernizowanych obiektach budowlanych.

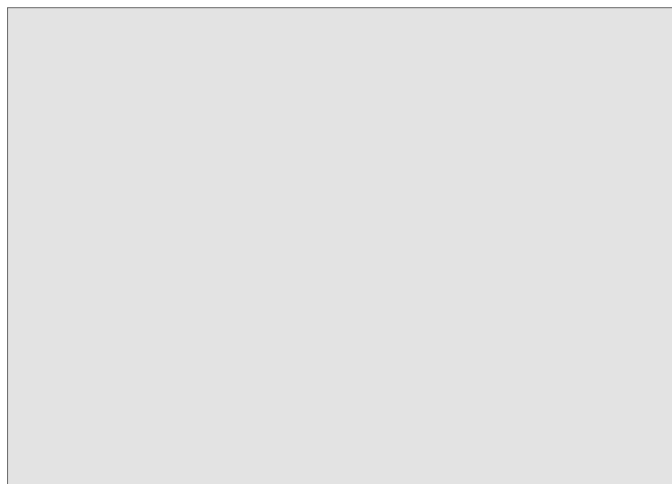
Jeden z problemów badawczych dotyczy opracowania metodyki badań wpływu systemów automatyki budynków na efektywność energetyczną, zgodnie z normą EN 15232, a kolejny związany jest z opracowaniem metodyki badań efektywności energetycznej wybranych urządzeń sterujących komfortem w obiektach użyteczności publicznej, zgodnie z normą EN 15500 (kryteria jakości oraz efektywności energetycznej). Laboratoria te umożliwiają również realizację projektów dotyczących rozwoju projektowania urządzeń automatyki budynków zgodnie z normą EN 15232 oraz sformułowanie wytycznych

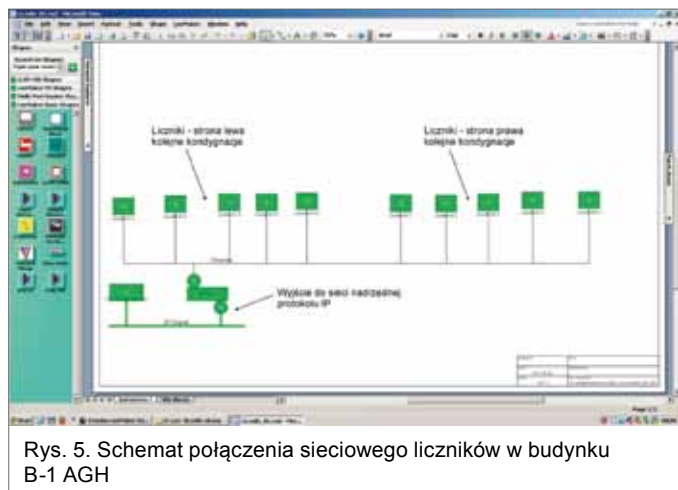
do projektowania urządzeń automatyki budynków zgodnie z normą PN/EN 14908.

Efektywność Energetyczna i Smart Metering

Poprawa efektywności energetycznej budynków możliwa jest m.in. dzięki zastosowaniu zintegrowanych systemów zarządzania zasobami w obrębie obiektu, realizowanymi z wykorzystaniem systemu BMS (System Zarządzania Budynkiem), jak również przez wprowadzenie alternatywnych, odnawialnych źródeł energii, z odpowiednim jej magazynowaniem. Niestety kwestia ta jest stosunkowo nowa i podnoszona dopiero od kilku lat, ponieważ wcześniej koncentrowano się głównie nad zmniejszeniem kosztów budowania obiektów. Okazało się jednak, że eksploatacja obiektu to około 70% kosztów związanych z jego cyklem życia, a nakłady ponoszone na powstanie budynku stanowią ich niewielką część. Dlatego sprawy związane z oszczędzaniem i racjonalnym wykorzystywaniem wszelkich rodzajów energii nabierają coraz większego znaczenia. Jednym z narzędzi realizujących wymienione cele jest pomiar zużycia różnych nośników energii, znajdujących się w obiektach. Dotychczasowe pomiary zużycia energii elektrycznej, ciepłej i innych mediów, prowadzone głównie w celach rozliczeniowych, kontrolowane są jedynie na bieżąco lub okresowo spisywane, a po upływie dość krótkich okresów rozliczeń – kasowane. Nie często spotyka się bazy danych dedykowane do ciągłej rejestracji tego typu parametrów, a ich analiza dotycząca zużycia energii, w odniesieniu do konkretnych typów obiektów i parametrów technicznych zainstalowanych urządzeń oraz możliwości integracyjnych pomiędzy wieloma różnymi podsystemami itp., to rzadkość. Dostępność współczesnych technologii pomiarowych i transmisji danych pozwala na działania zmierzające ku poprawie i optymalizacji współczynników efektywności energetycznej budynków. Prace te powinny być skierowane na rozwój zaawansowanych metodologii pomiarów i zasad organizacji wielokryterialnych systemów pomiarowych w budynkach, zwłaszcza użyteczności publicznej. Obecnie spotkać można na rynku liczniki zużycia energii elektrycznej i ciepłej oraz innych mediów, analizatory parametrów zasilania, wyposażone nie tylko w mikrokontrolery z własnymi aplikacjami i zaawansowanymi funkcjonalnościami, ale również z różnego typu interfejsami komunikacji cyfrowej – wśród nich standardów automatyki budynkowej. Zastosowanie takich urządzeń może

reklama





Rys. 5. Schemat połączenia sieciowego liczników w budynku B-1 AGH



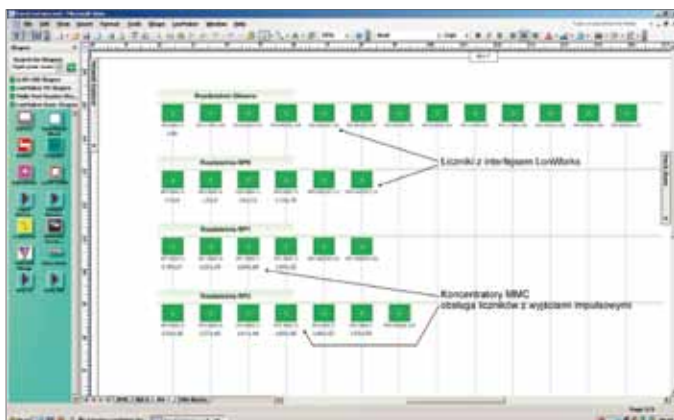
Rys. 6. Liczniki zainstalowane w budynku B-1 AGH – sekcja 1

doprowadzić do powstania sieci sterowania i monitoringu w budynkach, które mogą być integrowane z coraz popularniejszymi systemami BMS, jak również współpracować z bazami danych i serwerami wyposażonymi w narzędzia do analizowania, prognozowania, generacji trendów i alarmowania. Ponadto bardzo istotną kwestią jest możliwość obsługi, tj. monitorowania i sterowania całej tej sieci zdalnie. Zauważa się wzrost zaangażowania w badania i prace wdrożeniowe zmierzające do weryfikacji możliwości tych systemów jako narzędzi bezpośredniej obsługi zdalnych mierników energii i mediów oraz ich integracji z innymi funkcjonalnościami budynków przez firmy i zespoły naukowe. W strategię tę wpisuje się projekt zatytułowany „Zoptymalizowanie zużycia energii elektrycznej w budynkach”, finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR), a realizowany przez Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie, Politechnikę Śląską i Park Technologiczny Euro-Centrum z Katowic. Celem tego zadania badawczego jest opracowanie wytycznych dotyczących projektowania i eksploatacji budynków, zmierzających do zminimalizowania zużycia energii elektrycznej w instalacjach technicznych budynków oraz ciepła, bazujące na lokalizacji (identyfikacji) miejsc największego zużycia energii i wskazaniu metod ograniczenia jej zużycia. Kwestią badań w obszarze energii elektrycznej zajmuje się Zespół AGH. Wykonano już prace dotyczące realizacji kompleksowego opomiarowania trzech budynków użyteczności publicznej. Jednego z obiektów w kampusie krakowskiej AGH i dwóch na terenie kompleksu biurowo-komercyjnego (pomieszczenia pod wynajem) pozostających w dyspozycji Parku Naukowo-Technologicznego Euro-Centrum. Budynek nr 7 – Euro-Centrum wykonany jest jako tzw. budynek energooszczędny, z wykorzystaniem najnowszych technologii budowlanych oraz teletechnicznych. Wykorzystując infrastrukturę sieciową magistralowego systemu automatyki budynkowej standardu ISO/IEC 14908 (standard LonWorks), wiosną ubiegłego roku (2011) został uruchomiony system opomiarowania i akwizycji danych. Dane/Wyniki pomiarowe są zbierane zdalnie w bazie danych na serwerach zlokalizowanych na krakowskiej AGH. Dodatkowo zastosowanie popularnego systemu automatyki budynkowej do realizacji zadań pomiarowych umożliwia również jego integrację z funkcjami sterowania np. oświetleniem, klimatyzacją, temperaturą w pomieszczeniach itp. oraz systemem zarządzania budynkami – BMS. Funkcjonalności tej pozbawione są dotychczas do-

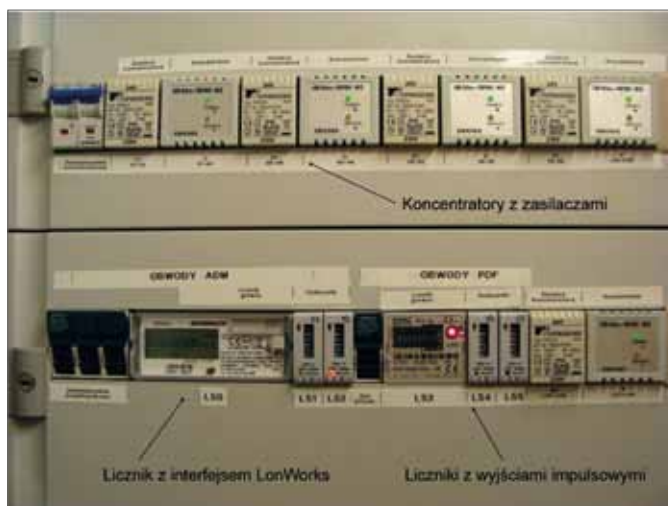
minujące rozwiązania klasyczne, w których odbiorniki energii są sterowane poprzez wyłączniki ręczne, styczniki oraz zawory umieszczone bezpośrednio w obwodach zasilania odbiorników, a tradycyjne instalacje elektrycznego zasilania, oświetlenia, klimatyzacji czy ogrzewania są wykonane jako osobne, bez wzajemnego oddziaływania na siebie. W tradycyjnych budynkach/instalacjach brak jest możliwości jakiegokolwiek sterowania algorytmicznego służącego ograniczeniu zużycia energii elektrycznej i cieplnej w przypadku niepotrzebnego załączenia odbiorników. Współczesne systemy sterowania rozproszonego umożliwiają realizację algorytmów sterowania związanych z oszczędzaniem energii, uzależniających zapotrzebowanie na załączenie/wyłączenie oraz pobór mocy odbiorników energii od szeregu czynników, takich jak obecność użytkownika, natężenie oświetlenia, temperatury wewnętrzna i zewnętrzna, pora doby, dostępność i aktualna wydajność alternatywnych źródeł energii itp. W celu zastosowania takich systemów konieczne jest opracowanie nowych zasad projektowania i realizacji instalacji elektrycznych zasilania, oświetlenia i ogrzewania, podatnych na lokalne sterowanie automatyczne, wypracowywane na podstawie wyżej wymienionych czynników.

W ramach prowadzonych prac związanych z projektem na terenie Akademii Górniczo-Hutniczej opomiarowano budynek Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki (pawilon B-1). Budynek ma pięć kondygnacji: tzw. niski parter, poziom 0, poziom 1, poziom 2 i poziom 3. Instalacja zasilająca jest podzielona na strony lewe i prawe na każdej z kondygnacji. Dlatego też w sumie zainstalowano 10 liczników, po jednym dla każdej kondygnacji, oddzielnie dla strony prawej i lewej budynku. Schematycznie pokazano to na rysunku 5, który przedstawia połączenie liczników w sieci standardu LonWorks, w oknie środowiska integratorskiego LonMaker.

Liczniki zainstalowane w tym budynku wyposażone są w interfejs komunikacji LON, a więc są węzłami sieciowymi i wysyłają dane pomiarowe bezpośrednio w postaci tzw. zmiennych sieciowych standardu LonWorks. Dodatkowo zmienne te, na potrzeby zdalnego systemu nadrzędnego, przetwarzane są na telegramy protokołu IP. Rozwiązanie to pozwala na odczyt zużycia energii i wybranych parametrów sieci zasilającej praktycznie z dowolnego miejsca, z dostępem do sieci Internet. Na rysunku 6 pokazano zdjęcia wybranych liczników zamontowanych w budynku AGH.



Rys. 7. Schemat połączenia sieciowego liczników w budynku nr 7 PNT Euro-Centrum



Rys. 8. Wybrane liczniki zainstalowane w budynku nr 7 PNT Euro-Centrum

We wspomnianym Parku Naukowo-Technologicznym Euro-Centrum w Katowicach zostały opomiarowane dwa budynki noszące numery 6 i 7. Budynek nr 7, wykonany zgodnie ze standardami budynków energooszczędnych, został dokładnie opomiarowany. Zainstalowano liczniki główne dla każdej z kondygnacji: poziom 0, poziom 1 i poziom 2. Wydzielono też i opomiarowano obwody: wind, infrastruktury systemów ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji (HVAC), obwody administracyjne (np. kurtyny powietrzne, oświetlenie zewnętrzne, rolety). Poza tym umieszczono osobne liczniki dla obwodów zasilania, oświetlenia i gniazd komputerowych u każdego z najmocniejszych pomieszczeń w tym budynku. Na pojedynczych obwodach (oświetlenia i gniazd komputerowych) zainstalowano liczniki z wyjściami impulsowymi, podłączone do koncentratorów z interfejsami LonWorks. Na rysunku 7 pokazano strukturę połączeń sieciowych LonWorks liczników i koncentratorów w budynku nr 7.

Kolejny rysunek nr 8 to zdjęcie wybranych liczników zamontowanych w budynku nr 7 PNT Euro-Centrum.

grup odbiorców zaangażowanych w inwestycje, projektowanie i realizację budynków inteligentnych.

Literatura

- [1] OŻADOWICZ A.: *Smart Metering – prace badawcze*, „Energetyka Ciepła i Zawodowa”, 7–8/2011, Racibórz 2011.
- [2] NOGA M., OŻADOWICZ A.: *Systemy automatyki budynkowej a efektywność energetyczna budynków*, „Napędy i Sterowanie”, 12/2010, Racibórz 2010.
- [3] Praca zbiorowa: *AutBudNet – sieć certyfikowanych laboratoriów oceny efektywności energetycznej i automatyki budynków*, podręcznik pod redakcją prof. Mariana Nogi, Kraków 2011.
- [4] SKÓRSKI J., SZAFLIK W.: *Propozycje systemów pomiaru zużycia energii cieplnej na ogrzewanie mieszkań dla spółdzielni mieszkaniowych*, „Przegląd Elektrotechniczny” 9/2008, Warszawa 2008.

prof. dr hab. inż. Marian Noga, dr inż. Andrzej Ożadowicz, mgr inż. Jakub Grela – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej

Podsumowanie

Celem przedstawionego projektu badawczego jest przeprowadzenie odpowiednich analiz możliwości minimalizacji zużycia energii elektrycznej, z wykorzystaniem nowych technologii w zakresie odbiorników energii elektrycznej oraz zastosowania funkcjonalności rozproszonych systemów sterowania bazujących na europejskich i światowych standardach. Odrębnym aspektem analiz będzie również identyfikacja miejsc największego zużycia energii cieplnej w budynkach, ze szczególnym uwzględnieniem lokalizacji generujących straty ciepła. Jako rezultat końcowy planowane jest udostępnienie projektantom budynków wytycznych projektowych, pozwalających na określenie sposobów minimalizacji zużycia energii elektrycznej i cieplnej w budynkach, przez projektowaną infrastrukturę techniczną oraz dobór odpowiednich materiałów budowlanych. Planowane jest również zaproponowanie podobnego zbioru wytycznych, zasad i instrukcji użytkowania budynków ich użytkownikom (administratorom), co również pozwoli na usprawnienie i efektywne eksploataowanie już powstałych i oddanych budynków. Wytyczne i wnioski z badań przeprowadzonych zebrane zostaną w formie poradnika, dedykowanego do różnych

artykuł recenzowany

reklama