

## INTELIAGENTNY BUDYNEK – OBECNE TECHNOLOGIE I KIERUNKI ROZWOJU

Michał PORZEZIŃSKI<sup>1</sup>

1. Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki, ul Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk  
tel: 58 3486311 fax: 58 3471270 e-mail: mporz@ely.pg.gda.pl

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono aktualne technologie stosowane podczas realizacji systemów automatyki budynku i nowoczesnych instalacji elektrycznych w nowoczesnych budynkach. Omówiono podstawowe funkcje tych systemów oraz korzyści wynikające z ich stosowania. Przedstawiono najpopularniejsze standardy oraz zaprezentowano przewidywane kierunki rozwoju.

**Słowa kluczowe:** inteligentny budynek, system automatyki budynków

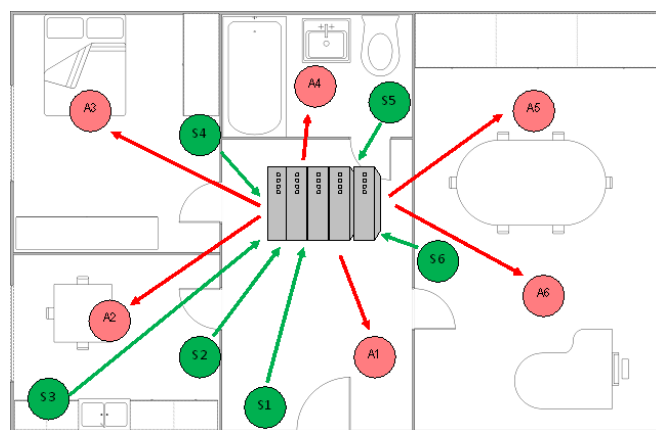
## 1. WPROWADZENIE

Inteligentny budynek stał się w ostatnich latach hasłem powtarzanym bardzo często zarówno w środkach masowego przekazu jak i różnego rodzaju publikacjach fachowych. Kojarzy się przede wszystkim z nowoczesnością, energooszczędnością, komfortem użytkowania i bezpieczeństwem. Samo określenie „Budynek inteligentny” jest mało precyzyjne i stanowi głównie chwyt reklamowy. Z punktu widzenia inżyniera pod tym pojęciem należy rozumieć budynek wyposażony w zintegrowany system sterowania pozwalający na automatyczne sterowanie różnymi zasobami budynku oraz centralne monitorowanie i zarządzanie nimi.

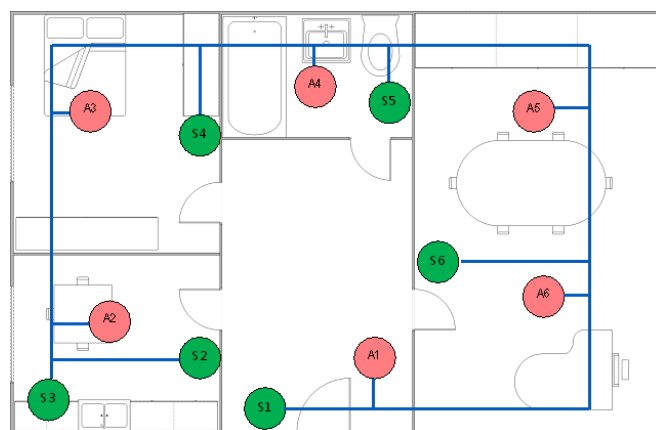
W pierwszych rozwiązaniach sterowanie budynkiem odbywało się za pomocą centralnego sterownika programowalnego (rys. 1), do którego doprowadzone były sygnały z wszystkich czujników (sensorów) i wyprowadzone sygnały do urządzeń wykonawczych (aktorów). Rozwiązanie to miało wiele wad, począwszy od niskiej niezawodności (awaria sterownika paraliżowała cały system), a kończąc na trudnościach technicznych wynikających z konieczności doprowadzenia bardzo dużej liczby przewodów do jednej rozdzielnicy, w której zainstalowany był sterownik PLC.

Obecne systemy są przeważnie systemami rozproszonymi, w których brak jest centralnego sterownika, a każdy z elementów systemu komunikuje się z pozostałymi za pomocą specjalnej magistrali komunikacyjnej (rys. 2). W niektórych rozwiązaniach sieć magistralowa może być zastąpiona transmisją radiową lub komunikacją wykorzystującą istniejącą instalację elektryczną 230V (transmisja typu Power Line). Powiązania pomiędzy elementami ustalane są podczas konfiguracji, najczęściej za pomocą specjalnego programu, służącego równocześnie do

projektowania funkcjonalności systemu. Awaria pojedynczego węzła nie wpływa na pracę pozostałych a instalacja jest dużo bardziej przejrzysta i łatwiejsza do wykonania.



Rys. 1. Idea centralnego systemu automatyki budynku



Rys. 2. Idea rozproszonego systemu automatyki budynku

Najważniejsze funkcje stosowane w obecnie spotykanych rozwiązaniach systemów automatyki budynków przedstawiono poniżej.

## 2. PODSTAWOWE FUNKCJE

## 2.1. Sterowanie ogrzewaniem i klimatyzacją

Jedną z podstawowych funkcji automatyki umożliwiającą osiągnięcie największych oszczędności

podczas eksploatacji budynku jest odpowiednie sterowanie temperaturą i klimatyzacją pomieszczeń.

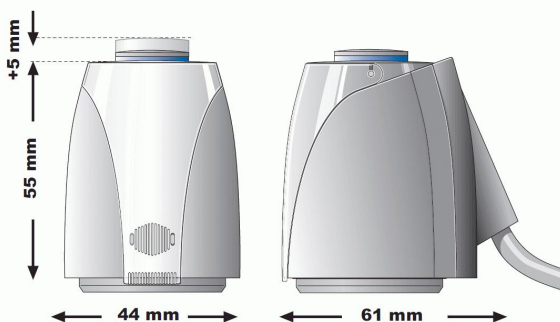
Największe budynki są wyposażane we własne stacje klimatyzacyjne dostarczające powietrze do pomieszczeń oraz odpowiednie układy sterowania, które mogą kontrolować nie tylko temperaturę, ale również wilgotność oraz stężenie dwutlenku węgla.

Najprostsze systemy składają się tzw. pomieszczeniowego regulatora temperatury oraz elementu wykonawczego bezpośrednio sterującego medium grzewczym. Moduł regulatora jest najczęściej przystosowany do montażu na ścianie pomieszczenia i zwykle jest wyposażony w czujnik temperatury aktualnej, wyświetlacz i pokrętło lub przyciski umożliwiające ustawienie temperatury zadanej oraz trybu pracy. Bardzo często taki moduł posiada dodatkowe przyciski umożliwiające sterowanie innymi urządzeniami znajdującymi się w pomieszczeniu takimi jak oświetlenie czy żaluzje tworząc uniwersalny panel sterujący (rys. 3).



Rys. 3. Przykłady modułów paneli przyciskowych z regulatorem temperatury (mat. firmy Gira [1] i Schneider Electric [2])

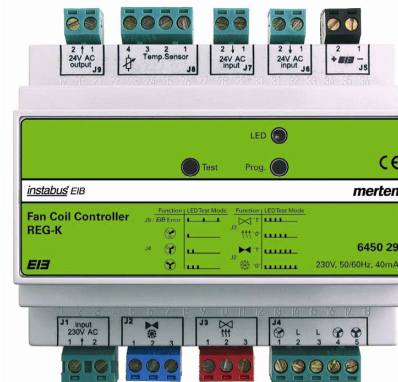
Wbudowany w moduł regulator temperatury może sterować zaworem zamontowanym na grzejniku pomieszczenia. Najczęściej stosowane są do tego celu elementy termoelektryczne (rys. 4), w których pod wpływem przepływającego prądu ulega podgrzaniu specjalny żel. Zmienia on pod wpływem temperatury swoją objętość i tym samym otwiera lub zamyka zawór. Największą zaletą tego rozwiązania jest bezgłośna praca, co jest szczególnie istotne w zastosowaniach domowych. Spotka się również serwowymechanizmy elektromechaniczne, których zaletą jest możliwość wielopozostawienia sterowania zaworu, co umożliwia zastosowanie algorytmów regulacji ciągłej.



Rys. 4. Przykład głowicy termoelektrycznej zaworu grzejnikowego (mat. firmy Schneider Electric [2])

Innym rozwiązaniem stosowanym najczęściej w biurach i budynkach użyteczności publicznej, jest

wykorzystanie klimatyzatorów i klimakonwektorów, nazywanych potocznie fan-coilami. Do regulacji stosuje się przeważnie dedykowane moduły, które sterują zarówno zaworami medium grzewczego i chłodzącego jak i obrotami wentylatora wpływającego na szybkość przepływu powietrza i tym samym intensywność wymiany ciepła. Przykład takiego modułu przeznaczonego do montażu w rozdzielniczy pokazano na rys. 5.



Rys. 5. Przykład sterownika klimakonwektora (mat. firmy Schneider Electric [2])

We wszystkich rozwiązaniach w procesie regulacji mogą być wykorzystywane dodatkowe informacje pochodzące od innych czujników i urządzeń znajdujących się w budynku jak i poza nim. Takimi informacjami mogą być: aktualna data i czas, temperatura zewnętrzna, stan otwarcia okien, informacja o obecności osób w pomieszczeniu. Bardzo często system sterujący klimatyzacją integruje się ze stacją pogodową i sterownikiem żaluzji, co umożliwia np. automatyczne opuszczanie rolet w lecie podczas bezpośredniego nasłonecznienia, zmniejszając w ten sposób zużycie energii traconej na klimatyzację pomieszczeń.

## 2.2. Sterowanie oświetleniem

Drugim bardzo ważnym obszarem zastosowań systemów automatyki budynków, mającym wpływ na realne oszczędności, jest sterowanie oświetleniem. Podstawowa funkcjonalność to automatyczne załączanie/wyłączanie połączone z regulacją natężenia oświetlenia i tzw. sceny świetlne.

Regulacja natężenia odbywa się najczęściej w otwartym układzie sterowania, na podstawie informacji jaśniej/ciemniej z modułu przyciskowego umieszczonego w danym pomieszczeniu. Możliwe jest również zaprogramowanie kilku różnych aranżacji oświetlenia w postaci tzw. scen świetlnych i wywoływanie ich za pomocą przyciśnięcia pojedynczego przycisku lub innego zaprogramowanego zdarzenia.

Bardzo często integruje się funkcję sterowania oświetleniem z czujnikami obecności i progowymi czujnikami natężenia oświetlenia. Pozwala to na automatyczne załączanie oświetlenia po wykryciu ruchu, jeżeli natężenie światła naturalnego jest zbyt małe oraz jego wyłączanie, gdy pomieszczenie nie jest przez dłuższy czas użytkowane.

Najbardziej zaawansowane układy pracują w układzie regulacji ze sprzężeniem zwrotnym zapewniając stałe natężenie światła w wybranym punkcie pomieszczenia [3]. Oprócz modułu regulatora z czujnikiem natężenia oświetlenia stosowane są do tego celu zarówno moduły

ściemniające, działające w sposób ciągły, jak i układy sekwencyjnie załączające odpowiednią liczbę opraw oświetleniowych.

### 2.3. Centralne zarządzanie

Pomimo dążenia do rozpraszania elementów systemów automatyki budynku i związanej z tym dekompozycji zadań sterowania zwykle istnieje potrzeba realizacji pewnych funkcji centralnych obejmujących swoim zasięgiem całość budynku. Funkcje te najczęściej polegają na monitorowaniu i akwizycji wybranych danych oraz graficznej prezentacji kontrolowanych zasobów na ekranie stacji operatorskiej wraz z możliwością centralnego sterowania nimi. Aplikacje służące do tego celu tworzą tzw. BMS (Building Management System) i są zbliżone funkcjonalnością do przemysłowych aplikacji SCADA. Pozwalają one tworzyć widoki obrazujące stan wybranych zasobów budynku i sterować wybranymi urządzeniami.

W dużych budynkach wykorzystuje się najczęściej do tego celu serwery OPC posiadające sterowniki do wybranego podsystemu automatyki i korzystającą z tych serwerów odpowiednią aplikację wizualizacyjną (rys. 6).



Rys. 6. Przykładowy widok okna aplikacji wizualizacyjnej [4]

W przypadku małych budynków i zastosowań domowych utrzymywanie nieprzerwanie działającego komputera PC pracującego jako stacja operatorska jest niewygodne lub nieopłacalne. W tego typu obiektach stosuje się nieco inne rozwiązania składające się na tzw. HMS (Home Management System). Często spotykanym rozwiązaniem HMS jest wykorzystanie specjalnych paneli wizualizacyjnych wyposażonych w ekran dotykowy oraz odpowiednie oprogramowanie (rys. 7).



Rys. 7. Przykład dotykowego panelu sterowania (mat. firmy Gira [1])

Panele tego typu często są montowane w korytarzach lub w sypialni i umożliwiają szybkie sprawdzenie wybranych zasobów lub parametrów oraz ich zmianę (np. przestawienie trybu pracy ogrzewania lub wyłączenie światła całym domu).

Jeszcze innym popularnym rozwiązaniem jest użycie specjalnego serwera podłączonego do Internetu, sieci GSM lub UMTS. Monitorowanie i sterowanie urządzeniami domowymi jest wówczas możliwe za pomocą przeglądarki internetowej lub telefonu komórkowego, iPhone'a, iPad'a, smartfona czy tabletu z każdego miejsca, w którym istnieje dostęp do sieci telekomunikacyjnej.

### 2.4. Funkcje bezpieczeństwa

Bardzo ważnym obszarem zastosowań automatyki budynków są również systemy bezpieczeństwa. Obejmują one między innymi: System Sygnalizacji Pożaru (SSP), System Sygnalizacji Włamania i Napadu (SSWiN), System Kontroli Dostępu (SKD). Należy przy tym zaznaczyć, że choć są to również systemy rozproszone, to są one przeważnie całkowicie niezależne od innych systemów automatyki stosowanych w budynku, zarówno na poziomie sprzętu jak i środków transmisji danych. Wynika to z obowiązujących przepisów, które nie dopuszczają rozwiązań, w których inne systemy mogły wpływać na pracę systemów bezpieczeństwa. W praktyce integracja systemów bezpieczeństwa z pozostałymi systemami automatyki sprowadza się więc jedynie do włączenia informacji z tych systemów do wspólnego systemu BMS.

## 3. NAJWAŻNIEJSZE STANDARDY

Wymiana danych pomiędzy elementami systemu jest możliwa tylko wówczas, gdy elementy te posiadają kompatybilny interfejs komunikacyjny i używają jednakowego protokołu wymiany danych, co wymaga stosowania elementów tego samego standardu komunikacji.

Standardy można podzielić na zamknięte i otwarte. Te pierwsze są rozwijane przez firmy, które je stworzyły i które są za razem jedynymi producentami elementów składowych tych systemów. Przykładem może być tu popularny system LCN rozwijany przez niemiecką firmę Issendorff.

W przypadku standardów otwartych dokumentacja jest powszechnie dostępna dla wszystkich zainteresowanych, co umożliwia projektowanie i produkowanie modułów danego systemu wielu producentom. Produkty te po uzyskaniu certyfikatu zgodności wydawanego przez organizację czuwającą nad rozwojem danego standardu mogą być bez ograniczeń wprowadzane na rynek.

Ostatnie kilka lat pokazało, że spośród wielu rozwiązań automatyki budynku najszybciej rozwijają się systemy oparte na standardach otwartych. Najważniejsze z nich to KNX, LonWorks i BACnet.

System KNX [5] jest rozproszonym systemem automatyki budynku rozwijanym przez organizację KNX (KNX Association) z siedzibą w Brukseli. Pierwotnie został on opracowany w firmie Siemens. Obecnie stanowi międzynarodowy standard ISO/IEC 14543-3 opublikowany również w normach europejskich PN-EN 50090 i PN-EN 13321. System ten oferuje szereg modułów realizujących typowe funkcje systemu automatyki budynku i komunikujących się ze sobą za pomocą jednego z dopuszczonych przez standard mediów komunikacyjnych

(TP10, PL110, RF, KNX/IP). System KNX jest bardzo dobrze dopasowany do potrzeb domów jednorodzinnych, mieszkań, biur oraz małych budynków i tam znajduje najszerze zastosowanie. Z uwagi na bardzo bogaty wybór sprzętu elektrotechnicznego może z powodzeniem zastąpić klasyczną instalację elektryczną.

System LonWorks [6] został opracowany w Stanach Zjednoczonych przez firmę Echelon. Jest on obecnie objęty międzynarodowym standardem ISO/IEC/14908 oraz standardem europejskim określonym normą PN-EN 14908. System LonWorks posiada bardzo duży wybór sterowników programowalnych oraz modułów umożliwiających monitoring zużycia mediów i tym samym świetnie nadaje się do obsługi większych, bardziej złożonych obiektów takich jak np. centra handlowe, duże budynki biurowe i inne budynki użyteczności publicznej.

System BACnet [7] jest chętnie wykorzystywany do budowy dużych systemów klimatyzacyjnych oferując jednocześnie zestandaryzowane metody zarządzania systemem z poziomu stacji operatorskiej. Jest on przedmiotem międzynarodowej normy ISO 16484-5 oraz normy europejskiej PN-EN 16484-5. Cechą tego systemu jest zastosowanie podejścia obiektowego do opisu parametrów i nadzorowanych wielkości fizycznych, co ułatwia zarządzanie dużymi systemami.

Wymienione standardy są przykładem najważniejszych rozwiązań stosowanych w automatyce budynku. Oprócz nich można spotkać wiele innych, między innymi takich jak: ZigBee, M-BUS, czy Modbus, które nie stanowią bezpośrednio standardów automatyki budynków, lecz często są wykorzystywane jako podsystemy pomiarowe zintegrowane z BMS.

#### 4. KIERUNKI ROZWOJU

Jednym z obecnie widocznych kierunków rozwoju systemów automatyki budynku jest dążenie do pełnej integracji różnych systemów i standardów. Potwierdzeniem tego są uniwersalne urządzenia, umożliwiające wymianę informacji pomiędzy sieciami automatyki budynku takimi jak: LON, KNX i BACnet, które stosunkowo niedawno zaczęły pojawiać się na rynku. Uniezależnią one inwestora od jednego standardu, a dzięki pełnej integracji i dostępie do większej ilości danych umożliwiają wdrażanie bardziej zaawansowanych algorytmów sterowania, np. optymalizujących zużycie energii.

Szybko rozwijającym się kierunkiem jest również zdalny odczyt zużycia energii elektrycznej i mediów nazywany systemem inteligentnego opomiarowania (smart metering). Dzięki włączeniu urządzeń rozliczeniowych do systemów BMS i HMS oraz przekazywaniu danych do centrów

rozliczeniowych możliwe będzie bardziej efektywne zarządzanie zużyciem energii

Jednocześnie trwają prace nad włączeniem do systemu automatyki urządzeń AGD. Ma to między innymi związek z pomysłem dynamicznego kształtowania cen energii elektrycznej wynikającym z koncepcji tzw. „smart gridów” czyli inteligentnych sieci elektroenergetycznych. W zamierzeniach odpowiednie oprogramowanie i dostęp do informacji umożliwi tym urządzeniom podejmowanie decyzji o chwili załączenia, tak aby koszty eksploatacyjne były jak najmniejsze.

#### 5. PODSUMOWANIE

Przedstawiony w artykule aktualny stan rozwoju systemów automatyki pokazuje, że są to systemy w pełni dojrzałe technicznie, produkowane i rozwijane przez wiele firm będących liderami branży elektrotechniki i automatyki.

Podstawowa funkcjonalność sprowadzająca się do sterowania klimatyzacją i oświetleniem, realizacją funkcji bezpieczeństwa i zdalnym zarządzaniem pozwala na znaczne podniesienie komfortu użytkownika budynków i obniżenie kosztów ich eksploatacji.

Śledząc aktualne trendy rozwoju systemów automatyki budynków należy się spodziewać dominacji standardów otwartych oraz pełniejszej integracji z urządzeniami pomiaru zużycia energii. Pozwoli to na, między innymi wydajniejsze zarządzanie jej zużyciem i wygodniejsze rozliczanie z dostawcami.

#### 6. BIBLIOGRAFIA

1. Dokumentacje produktów firmy Gira [www.gira.com](http://www.gira.com)
2. Dokumentacje produktów firmy Schneider Electric [www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com)
3. Radajewski R., Kamińska A., Młynarz Ł., Rzeczkowski I.: Oświetlenie miejsca pracy przy zastosowaniu integracyjnych rozwiązań inteligentnych instalacji KNX/EIB. *Elektro Info* 3/2008, s.70, ISSN: 1642-8722
4. Czekoński Sz.: Oprogramowanie i wizualizacja inteligentnej instalacji elektrycznej laboratorium Wydziału Elektrotechniki i Automatyki. Praca dyplomowa, PG Wydz. EiA, Gdańsk 2011.
5. Miller F. P., Vandome A. F., McBrewster J.: KNX (standard), Alphascript Publishing, Aurora, IL, USA 2010, ISBN 978-613-1-66034-4.
6. Loy D., Dietrich D., Schweinzer H.-J.: *Open Control Networks/EIA 709 Technology*, Kluwer Academic Publishers, 2001, ISBN 978-0-7923-7406-0.
7. Chipkin P., *Bacnet for Field Technicians*, Chipkin Automation Systems, 2010, ISBN 978-1449586492.

## INTELLIGENT BUILDING – CURRENT TECHNOLOGY AND ANTICIPATED TRENDS OF DEVELOPMENTS

**Key-words:** intelligent building, building automation system

The article presents the current technologies used in building automation systems and new electrical installations in modern buildings. The basic features of these systems and the benefits of their use are described. The most popular standards and anticipated trends of development are presented.