*dr inż. Anna Romańska-Zapała**

Zintegrowane systemy sterowania procesami w obiektach budowlanych

Integrated process control systems in facilities construction

Streszczenie. Tworzenie zintegrowanych systemów sterowania procesami w budynkach, to jeden z elementów projektowania zrównoważonego, mającego na celu maksymalizację efektywności energetycznej [1, 3, 4]. Systemy te są obecnie powszechnie stosowane. Istnieje jednak potrzeba zrozumienia, na czym polega integracja poszczególnych podsystemów automatyki, jakie problemy występują oraz jak sam proces integracji wpływa na bezpieczeństwo i niezawodność działania całego systemu. Nietrudno sobie wyobrazić, jak ważne jest łączenie zintegrowanych systemów sterowania różnych producentów za pomocą ogólnie dostępnych protokołów komunikacyjnych przy jednoczesnym bezpiecznym funkcjonowaniu budynku, wyposażonego w system automatyki (eliminacja niepożądanych ingerencji osób nieuprawnionych). W artykule podzielono zintegrowane systemy sterowania na otwarte i zamknięte oraz pokazano, jaka jest możliwość integracji podsystemów automatyki na poszczególnych poziomach w globalnym systemie zarządzania budynkiem.
Słowa kluczowe: systemy sterowania procesami, automatyka budynku, integracja systemów, BMS, BMCS.

Abstract. Creation of integrated process control systems for buildings is one of the elements of sustainable design. Integrated process control systems are created to maximize the energy efficiency of the buildings. These systems are now widely implemented. However there is a need to understand the philosophy of integration of the particular sub-systems, what kind of problems exist and how the integration process itself affects the safety and reliability of the whole system. Very important aspect of these systems is to design an „open" system which could combine the products coming for several producers. Such the „open" system shall allow implementation of widely used communication protocols and at the same time a safe operation of building equiped with a system of automation (including protection against unwanted tampering). This document describes the open and closed control systems and explains possiblities of integration of the automation subsystems at different levels in the overall building management system.
Keywords: process control systems, building automation, systems integration, BMS, BMCS

Obecnie cyfrowe systemy automatycznego sterowania stały się nieodłącznym elementem wszelkich dziedzin związanych z gospodarką oraz codziennym życiem. Nowoczesne technologie są coraz bardziej dostępne, co powoduje spadek cen sprzętu oraz oprogramowania. Z drugiej strony znacznie zwiększyły się wymagania dotyczące użyteczności, niezawodności, bezpieczeństwa oraz minimalizacji kosztów eksploatacji systemów automatycznego sterowania. Wszystkie te czynniki sprawiają, że w bardzo dużym tempie rośnie zainteresowanie inteligentnymi budynkami.

Technologia inteligentnego budynku wykorzystuje zasady optymalnego sterowania oraz zapewnia integrację i współpracę wielu podsystemów, takich jak m.in. oświetlenie, ogrzewanie, wentylacja, klimatyzacja, kontrola dostępu, monitorowanie stanu instalacji elektrycznej, ostrzeganie w przypadku pojawienia się dymu, gaszenie pożarów czy też kontrola z użyciem systemów telewizyjnych.

Wszystkie wymienione podsystemy wykorzystują różnorodne rodzaje urządzeń produkowane przez wielu producentów. Urządzenia te muszą mieć możliwość wymiany informacji między sobą zgodnie z ideą integracji systemów, która przyświeca inteligentnym budynkom. Z tego powodu powstały otwarte standardy komunikacji, które są stosowane w łączności między urządzeniami różnych podsystemów automatyki budynku oraz zostały zaimplementowane w nowoczesnych zintegrowanych systemach sterowania.

* Politechnika Krakowska, Instytut Elektrotechniki Przemysłowej i Informatyki Technicznej

Klasyfikacja systemów sterowania procesami

Automatyczne systemy sterowania w budynkach inteligentnych można podzielić na otwarte oraz zamknięte (decydująca jest jawność procesu komunikacji pomiędzy poszczególnymi elementami tego systemu). Analizując urządzenia, protokoły komunikacyjne, format i sposób przesyłania danych oraz wykorzystywane oprogramowanie (systemowe, narzędziowe i użytkowe) zastosowane w danym systemie sterowania, można uznać go za system otwarty lub zamknięty.

Cechą wyróżniającą budynki inteligentne od zwykłych budynków wyposażonych w systemy automatycznego sterowania jest zintegrowane zarządzanie wszystkimi systemami i podsystemami sterowania [2]. **Wyróżniamy trzy podstawowe systemy zarządzania systemami automatycznego sterowania w budynku inteligentnym:**

- **BMS** (ang. *Building Management System*) – **na poziomie zarządzania informacją** – system zarządzania wszystkimi technicznymi funkcjami budynku, takimi jak podsystem zasilania i sterowania energią elektryczną (np. zabezpieczenia i rozdzielnie elektryczne, instalacje oświetleniowe, zasilanie awaryjne, transport poziomy i pionowy) oraz podsystem sterowania komfortem (np. klimatyzacja, wentylacja, ogrzewanie, oświetlenie, nagłośnienie);
- **SMS** (ang. *Security Management System*) – **na poziomie zarządzania informacją** – system zarządzania wszystkimi autonomicznymi systemami bezpieczeństwa budynku (np. System Sygnalizacji Pożarowej – SSP, System Sygnalizacji Włamania Napadu – SSWN, System Kontroli Dostępu – SKD, System Telewizji Dozorowej – STVD);
- **BMCS** (ang. *Building Management and Control System*) – **na poziomie administracji** – globalny system zarządzania i sterowania budynkiem, zarządzający systemami BMS i SMS.

Funkcjonalna struktura BMCS

Zintegrowane systemy sterowania charakteryzują się strukturą hierarchiczną pod względem funkcjonalnym. Wyróżnia się cztery podstawowe poziomy w globalnym systemie zarządzania budynkiem BMCS (rysunek):

- **poziom administracji**, w skład którego wchodzą serwery z bazami danych, stacje zarządzające nadzorujące działanie systemu i odpowiedzialne za realizację jego funkcji i aktualizacje, a także serwer zapasowy. Poziom ten służy do zarządzania grupą budynków, planowania terminów przeglądów oraz sporządzania raportów dotyczących działania składowych systemu na podstawie informacji i alarmów przesyłanych z komputerów znajdujących się w niższych poziomach;
- **poziom zarządzania** – pełni on analogiczne funkcje jak poziom administracji. Poziomy

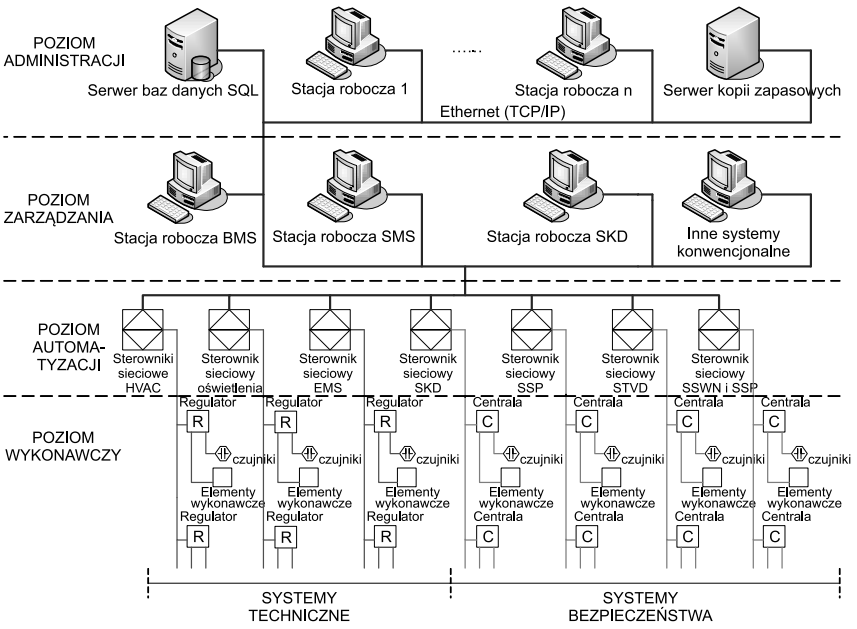
te rozdziela się w bardzo dużych systemach. Instaluje się stacje robocze systemów BMS i SMS oraz często stację SKD. Każdą z nich wyróżniają następujące funkcjonalności: zarządzanie, monitorowanie i wizualizacja podsystemów; przesyłanie danych; archiwizacja danych; programowanie sterowników sieciowych i urządzeń wykonawczych; generowanie raportów; programowanie i zarządzanie alarmami;

■ **poziom automatyzacji**, w skład którego wchodzą sterowniki sieciowe (kontrolery) typu PLC (ang. *Programable Logic Controller*), sterujące urządzeniami wykonawczymi systemu. Na tym poziomie mamy możliwość integracji systemowej i sprzętowej za pomocą powszechnie stosowanych standardów komunikacji, takich jak np. RS-485 (ang. *Recomended Standard 485*). W celu integracji systemów obsługujących różne standardy komunikacji stosuje się specjalne bramki do tłumaczenia protokołów;

■ **poziom wykonawczy** – w skład którego wchodzą różnego rodzaju regulatory DDC (ang. *Direct Digital Control*) oddziałujące bezpośrednio na sterowany obiekt oraz centrale systemów bezpieczeństwa. Regulatory, korzystając z informacji generowanych przez czujniki (sensory) mierzące wielkości regulowane, ustalają żądane wartości nastaw i bezpośrednio sterują urządzeniami wykonawczymi, takimi jak siłowniki, silniki, zamki, zawory i zasuwy. Regulatory DDC są swobodnie programowalnymi sterownikami jako cyfrowe, analogowe lub licznikowe. Na tym poziomie znajdują się też centrale autonomicznych systemów bezpieczeństwa. Komunikacja regulatorów i central ze sterownikami sieciowymi z poziomu automatyzacji jest realizowana przez otwarte (np. RS-485) lub zamknięte (np. Infinet) standardy komunikacji.

Różnice w ramach struktury hierarchicznej pomiędzy systemami otwartymi i zamkniętymi przejawiają się w możliwościach zastosowania urządzeń, protokołów komunikacyjnych, oprogramowania, formatu danych oraz sposobie ich przesyłania. Systemy otwarte na dwóch pierwszych poziomach (administracji i zarządzania) umożliwiają wykorzystanie aplikacji różnych producentów, a format danych jest powszechnie używany. W przypadku systemów zamkniętych konieczne jest używanie aplikacji konkretnej firmy i tajnego formatu danych. Zarówno systemy otwarte, jak i zamknięte wykorzystują te same protokoły komunikacyjne, czyli protokoły odpowiadające środowisku systemów operacyjnych, w których pracują poszczególne aplikacje.

Na poziomie automatyzacji i wykonawczym **system otwarty** charakteryzuje otwarty protokół komunikacyjny. Urządzenia w całej instalacji pochodzą od różnych producentów. Do zaprogramowania systemu wymagana jest znajomość działania systemów otwartych.



Zintegrowany system zarządzania i sterowania budynkiem (BMCS)

System zamknięty składa się z urządzeń jednego producenta, które komunikują się za pomocą firmowego, utajnionego protokołu. Programowania i napraw takiego systemu może dokonać jedynie specjalizowany serwis producenta oprogramowania.

System można zakwalifikować jako otwarty lub zamknięty tylko wtedy, gdy na każdym poziomie funkcjonalnym przejawia on cechy danego typu systemu. Z punktu widzenia wykonywanych zadań największy poziom bezpieczeństwa należy zapewnić na poziomach administracji i zarządzania. Znajduje się tu zazwyczaj kilka stacji roboczych, które nadzorują cały system. W czasie awarii praca systemu nie może być zakłócona, a dane utracone, dlatego też używa się nadmiarowych serwerów danych. Ponadto należy rozdzielić stację roboczą obsługującą funkcje techniczne obiektu (ogrzewanie, oświetlenie, energię elektryczną) od stacji roboczej obsługującej funkcje bezpieczeństwa zgodnie z zasadą, iż za bezpieczeństwo obiektu odpowiadają inne służby niż za obsługę techniczną. Ze względu na mała liczbę urządzeń na tych poziomach prawdopodobieństwo wystąpienia awarii jest znikome. Awarie na poziomie automatyzacji także zdarzają się bardzo rzadko, ale jednak taka awaria może unieruchomić jeden z podsystemów technicznych lub bezpieczeństwa. Żeby temu zapobiec, stosuje się nadmiarowe sterowniki sieciowe przejmujące funkcje sterowania podczas awarii.

Warstwa wykonawcza składa się z największej liczby elementów. W tym przypadku prawdopodobieństwo awarii jest zatem największe, przede wszystkim dlatego, że elementy tego poziomu są powszechnie dostępne, m.in. wyświetlacze LCD (ang. *Liquid Crystal Display*) i czujniki. Mimo to uszkodzenie pojedynczego elementu nie wpływa na pracę pozostałej części systemu, a wymiana elementu przebiega bezproblemowo ze względu na jego modułową budowę.

Podsumowanie

Rywalizacja pomiędzy różnymi systemami otwartymi jest korzystna z punktu widzenia użytkownika końcowego, który osiąga wymierne korzyści ekonomiczne. To, jaki system zastosować, zależy od specyficznych wymagań dotyczących projektowanej instalacji. Nie ulega wątpliwości, że współczesna instalacja bez zastosowania systemu otwartego jest kosztowna, nieefektywna i przestarzała na każdym etapie.

Automatyka w budynku jest dziedziną, która szybko się rozwija i tworzone są nowe regulacje prawne. Obecnie bardzo popularne jest otwieranie dotychczas zamkniętych systemów przez udostępnianie urządzeń pozwalających na współpracę z instalacjami innych producentów.

Literatura

[1] CEN TC 247 Energy performance of buildings – Impact of Building Automation, Controls and Building Management – European Standard EN 15232:2012. European Committee for Standardization. 2012.

[2] Jaworska E. Systemy BMS w Polsce, Inteligentny Budynek 1/2014 (14), ISSN: 2083-7593, 26-34.

[3] Zaostrzone normy energetyczne dla budynków, Inteligentny Budynek 1/2014 (14), ISSN: 2083-7593 46-47.

[4] www.mcbe.pl.