

## LABORATORIUM ZARZĄDZANIA I INTEGRACJI SYSTEMÓW AUTOMATYKI BUDYNKÓW - PRZEZNACZENIE I MOŻLIWOŚCI BADAWCZE

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:** Laboratorium Zarządzania i Integracji Systemów Automatyki Budynków powstało na Wydziale Elektrotechniki Automatyki Politechniki Gdańskiej w ramach części projektu „Sieć certyfikowanych laboratoriów oceny efektywności energetycznej i automatyki budynków”. Projekt realizowany przez konsorcjum AGH, Politechniki Poznańskiej i Politechniki Gdańskiej był współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. W artykule opisano przeznaczenie laboratorium oraz znajdujące się w nim stanowiska laboratoryjne i wyposażenie. Przedstawiono również możliwości badawcze i plany najbliższych prac badawczo-rozwojowych możliwych do zrealizowania w oparciu o wyposażenie laboratorium.

**Słowa kluczowe:** automatyka budynków, integracja, laboratorium.

### 1. WPROWADZENIE

Obecnie obserwuje się bardzo duże zainteresowanie systemami automatyki budynków. Dotyczy to zwłaszcza inwestorów i administratorów budynków, dla których systemy te niosą wymierne korzyści finansowe związane z optymalizacją kosztów eksploatacji budynków oraz zwiększają komfort i bezpieczeństwo ich użytkowania.

Zasadniczą cechą współczesnych systemów automatyki budynków jest rozproszenie ich elementów składowych oraz wykorzystywanie specjalizowanych magistral komunikacyjnych umożliwiających wymianę informacji pomiędzy różnego rodzaju czujnikami (obecności, temperatury, natężenia oświetlenia, kierunku nasłonecznienia, siły i kierunku wiatru itp.), a elementami wykonawczymi sterującymi temperaturą, oprawami oświetleniowymi, żaluzjami itp. [1]. Wymiana danych pomiędzy elementami systemu jest możliwa tylko wówczas, gdy elementy te posiadają kompatybilny interfejs komunikacyjny i używają tego samego protokołu wymiany danych, co wymaga stosowania elementów tego samego standardu komunikacji.

Ostatnie kilka lat pokazało, że spośród wielu rozwiązań automatyki budynku najszybciej rozwijają się systemy oparte na standardach otwartych, których dokumentacja jest dostępna dla wszystkich zainteresowanych. Do najważniejszych z nich należą: KNX [2] (ISO/IEC 14543-3, PN-EN 50090, PN-EN 13321), LonWorks [3] (ISO/IEC/14908, PN-EN 14908) oraz BACnet [4] (ISO 16484-5, PN-EN 16484-5).

Z punktu widzenia funkcjonalności systemy te są w duże mierze podobne, jednak występują między innymi pewne różnice, które predysponują je do różnych obszarów zastosowań (rys 1).

Przykładowo system KNX jest najlepiej dopasowany do potrzeb domów jednorodzinnych, mieszkań oraz hoteli i z uwagi na bardzo duży wybór osprzętu elektrotechnicznego może z powodzeniem zastąpić klasyczną instalację elektryczną.

Z kolei 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 natomiast jest najczęściej wykorzystywany do budowy dużych systemów klimatyzacyjnych oferując jednocześnie zestandaryzowane metody zarządzania systemem z poziomu stacji operatorskiej, pozwalające na zdalne monitorowanie i sterowanie.

#### KNX

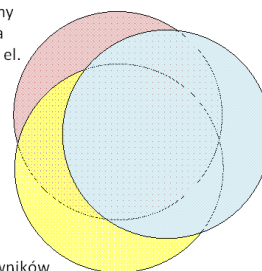
- małe i średnie systemy
- automatyka domowa
- duży wybór osprzętu el.

#### LonWorks

- duże obiekty
- szeroka oferta sterowników
- monitoring zużycia mediów
- zastosowania przemysłowe

#### BACnet

- system hierarchiczny
- wentylacja i klimatyzacja
- zintegrowane zarządzanie budynkiem (BMS)

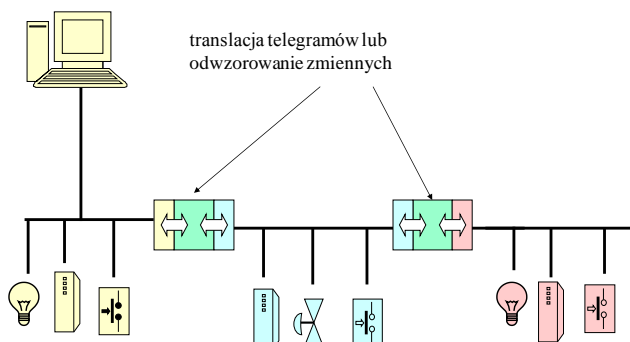


Rys. 1. Obszary zastosowań poszczególnych otwartych systemów automatyki

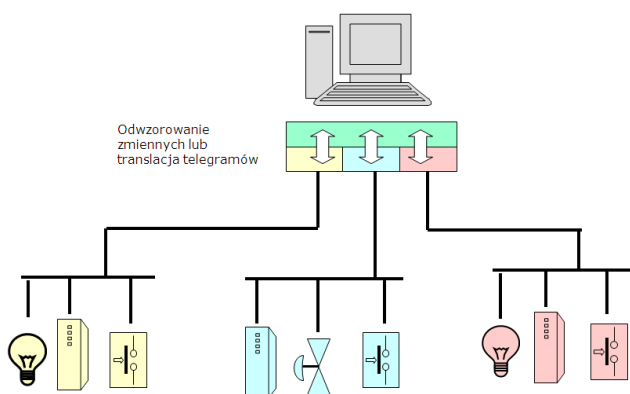
W związku z istniejącymi różnicami funkcjonalnymi może zaistnieć potrzeba zastosowania, zwłaszcza w dużym złożonym budynku, więcej niż jednego standardu systemu automatyki. Możliwa jest również taka sytuacja, że w budynku, w którym instalowany jest nowy system automatyki istnieje już system wykonany według innego standardu. Bardzo często zachodzi również potrzeba

dołączenia do istniejącego systemu urządzenia nie posiadającego interfejsu komunikacyjnego zgodnego z żadnym standardem systemów automatyki budynków.

We wszystkich tych przypadkach konieczne jest zastosowanie odpowiednich metod i urządzeń umożliwiających wymianę informacji pomiędzy tymi niekompatybilnymi systemami i urządzeniami. Dotyczy to zarówno integracji „poziomej” (rys. 2) zakładającej pełną dwukierunkową wymianę informacji pomiędzy równorzędnymi systemami, jak i integracji „pionowej” (rys. 3), stosowanej najczęściej do wymiany informacji pomiędzy centralną stacją zarządzającą a różnymi systemami.



Rys.2. Integracja „pozioma”



Rys.3. Integracja „pionowa”

Uniwersalne urządzenia umożliwiające tego typu integrację pojawiły się na rynku bardzo niedawno. Są one relatywnie drogie i posiadają szereg ograniczeń. Istnieje więc potrzeba testowania tego typu urządzeń i opracowywanie nowych rozwiązań, optymalnie dopasowanych do konkretnych potrzeb. Służyć temu ma nowo zbudowane laboratorium.

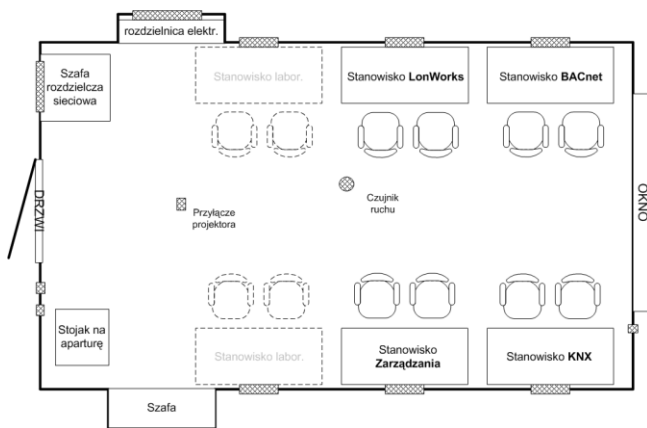
## 2. GENEZA LABORATORIUM

Laboratorium Zarządzania i Integracji Systemów Automatyki Budynków powstało na Wydziale Elektrotechniki Automatyki Politechniki Gdańskiej w ramach jednego z zadań projektu „Sieć certyfikowanych laboratoriów oceny efektywności energetycznej i automatyki budynków” (POIG.02.02.00-00-018/08) współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej i realizowanego przez konsorcjum AGH, Politechniki Poznańskiej i Politechniki Gdańskiej.

Projekt ten jest jednym z działań realizowanych przez Ogólnopolskie Konsorcjum Naukowo-Przemysłowe

Energooszczędnych Technologii Budynkowych Instalacji Elektrycznych, którego partnerami są wyższe uczelnie: Akademia Górniczo Hutnicza im. S. Staszica, Politechnika Gdańska, Politechnika Łódzka, Politechnika Poznańska oraz firmy: MERTEN Polska Sp. z o.o. oraz ZDANIA Sp. z o.o. . Głównym celem konsorcjum jest upowszechnianie i wdrażanie energooszczędnych technologii budynkowych instalacji elektrycznych w środowiskach projektantów, wykonawców i użytkowników oraz badanie i ocena skutków stosowania tych technologii.

Budowa laboratorium rozpoczęła się w czerwcu 2009 roku, a zakończyła w czerwcu 2011 roku. W pierwszym etapie zostało gruntownie wyremontowane i zmodernizowane pomieszczenie E08 w głównym budynku Wydziału Elektrotechniki i Automatyki. W ramach prac modernizacyjnych wykonana została m.in. instalacja elektryczna w standardzie KNX (stanowiąca jednocześnie rozszerzenie stanowiska laboratoryjnego) oraz instalacja teleinformatyczna w postaci szafy krosowniczej i przyłączy sieciowych dla poszczególnych stanowisk (rys. 4).



Rys. 4. Rzut pomieszczenia laboratorium wraz z rozmieszczeniem stanowisk laboratoryjnych

W kolejnych etapach realizowany był proces zakupu niezbędnego wyposażenia, aparatury i oprogramowania, oraz budowa i uruchomienie czterech stanowisk laboratoryjnych, których szczegółowy opis przedstawiono w następnym rozdziale.

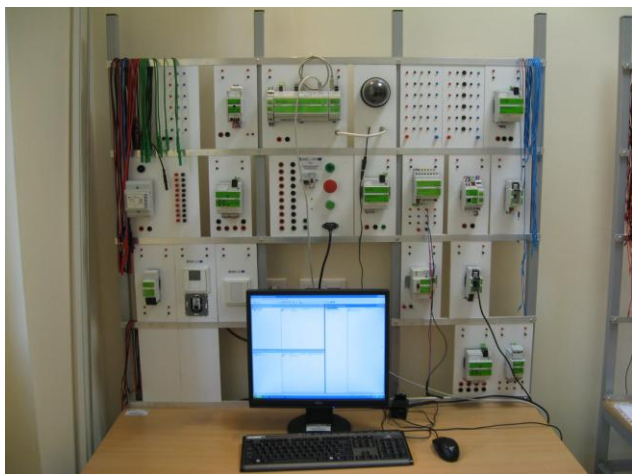
## 3. WYPOSAŻENIE LABORATORIUM

Podstawowym wyposażeniem laboratorium są trzy stanowiska laboratoryjne stanowiące środowiska testowe poszczególnych systemów automatyki budynków: KNX, LonWorks i BACnet oraz stanowisko zarządzania i integracji. Wszystkie stanowiska są wyposażone w układy zasilające, komputery wraz z oprogramowaniem do konfiguracji i diagnostyki systemów oraz w podstawowe moduły aktorów i sensorów, a w przypadku stanowiska integracji odpowiednich modułów komunikacyjnych. W skład stanowisk wchodzi także komponenty umożliwiające budowę i uruchamianie nowych urządzeń. Większość elementów osadzona została w wymiennych panelach wyposażonych w odpowiednie gniazda połączeniowe. Ułatwia to konfigurację stanowisk i zapewnia możliwość łatwej rozbudowy w przyszłości.

### 3.1. Stanowisko KNX

W skład stanowiska KNX wchodzi następujące certyfikowane przez organizację KNX moduły sprzętowe:

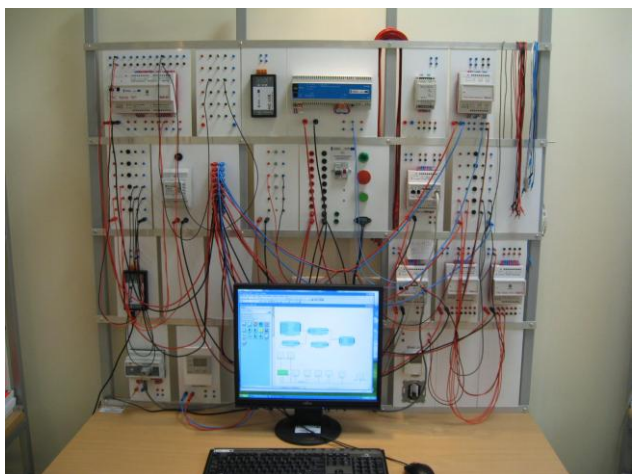
zasilacz magistralny, uniwersalny moduł przyciskowy, moduł regulatora temperatury, aktor załączający, aktor ściemniający, interfejs USB/KNX, moduł IP/KNX. Dodatkowo stanowisko zostało wyposażone w komponenty pozwalające na szybką budowę prototypów urządzeń KNX, takie jak: moduł SIM-KNX oraz BIM M13x i moduł TP-UART. Uzupełnieniem stanowiska jest oprogramowanie do konfiguracji systemu ETS 3, Manufacturer Tool, OPC serwer dla systemu KNX oraz program diagnostyczny EITT będący analizatorem protokołu. Wygląd stanowiska KNX został pokazany na fotografii 1.



Fot. 1. Widok stanowiska KNX

### 3.2. Stanowisko LonWorks

W wyposażeniu stanowiska LonWorks znajdują się podstawowe aktry i sensory systemu oraz elementy komunikacyjne zgodne ze standardem ISO/IEC/14908 posiadające certyfikat organizacji LonMark. Widok stanowiska LonWorks został pokazany na fotografii 2.

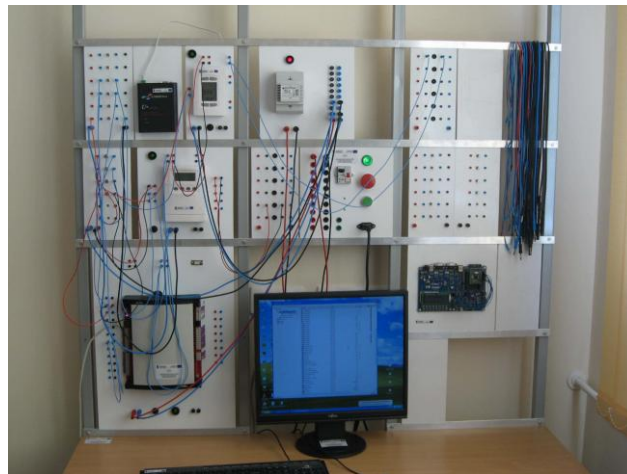


Fot. 2. Widok stanowiska LonWorks

W skład stanowiska wchodzi również pakiety prototypowe Mini Evaluation Kit z interfejsami FTT-10 oraz PLT-22 umożliwiające budowę i uruchamianie modułów zgodnych ze standardem systemu LonWorks. Wyposażenie stanowiska dopełnia oprogramowanie do konfiguracji i diagnostyki sieci LonWorks (LonMaker, Oprogramowanie TAC Vista 4.5, Analizator protokołu LonTalk) oraz narzędzia programistyczne do tworzenia węzłów sieci oraz aplikacji zarządzających (Node Builder, LNS Application Developer's Kit).

### 3.3. Stanowisko BACnet

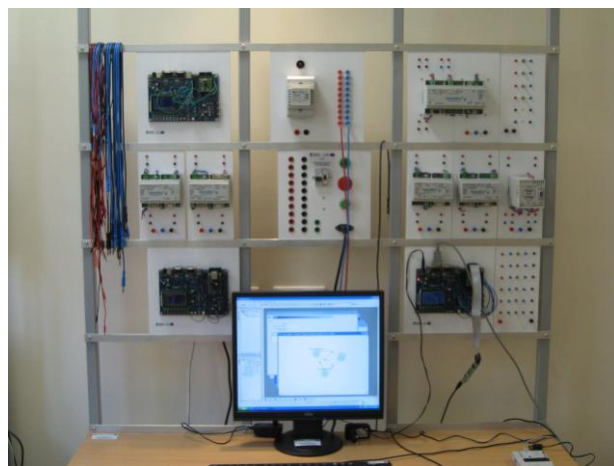
Trzecim stanowiskiem jest stanowisko z systemem BACnet oparte w większości na sterownikach firmy DeltaControl. W jego skład wchodzi sterownik systemowy DSC 1280E, sterownik aplikacyjny DAC T305, sterownik pomieszczenia DNT H103B oraz interfejs RS485/USB współpracujący z programowym analizatorem protokołu BACnet. Uzupełnieniem jest oprogramowanie do konfiguracji systemu i nadzorowania jego pracy (OrcaView, Ilustrator, OrcaWeb, ODBC). Widok stanowiska BACnet został pokazany na fotografii 3.



Fot. 3. Widok stanowiska BACnet

### 3.4. Stanowisko zarządzania i integracji

Ostatnim, czwartym stanowiskiem jest stanowisko zarządzania i integracji systemów. W jego skład wchodzi moduły interfejsów umożliwiających łączenie znajdujących się w laboratorium otwartych systemów automatyki budynków (KNX/LON, LON/KNX, KNX/BACnet, BACnet/KNX, MODBUS/MBUS) oraz uniwersalne pakiety prototypowe z mikrokontrolerami z rodziny ARM. Te ostatnie są przeznaczone do budowy i uruchamiania prototypów urządzeń współpracujących z otwartymi systemami automatyki. Na stanowisku zainstalowane jest również oprogramowanie SCADA Control Maestro, środowisko programistyczne C++ Builder 2010, oraz oprogramowanie do modelowania i analizy niezawodności systemów Item QT. Widok stanowiska został pokazany na fotografii 4.



Fot. 4. Widok stanowiska zarządzania i integracji



#### 4. MOŻLIWOŚCI BADAWCZE

Laboratorium przeznaczone jest do prowadzenia prac badawczo-rozwojowych związanych z zagadnieniami integracji otwartych systemów automatyki budynku oraz niezawodności stosowanych w nich rozwiązań. Systemy te są coraz powszechniej wykorzystywane w nowoczesnych instalacjach elektrycznych budynków umożliwiając m.in. zwiększenie bezpieczeństwa eksploatacji obiektów oraz poprawę ich efektywności energetycznej, dlatego waga zagadnień związanych z nimi wciąż rośnie.

W szczególności przewiduje się prowadzenie w laboratorium prac nad opracowaniem metod integracji urządzeń pomiarowo-sterujących z otwartymi systemami automatyki budynku. Badania pozwolą ocenić istniejące komponenty i oprogramowanie do budowy nowych węzłów sieci pod względem kosztów, trudności implementacyjnych i ograniczeń funkcjonalnych. Wyniki tych prac ułatwią potencjalnym krajowym producentom wejście na rynek systemów automatyki budynków i produkcję własnych urządzeń spełniających wymagane standardy.

Laboratorium pozwala również na opracowywanie rozwiązań umożliwiających wzajemną integrację systemów automatyki budynku wykonanych w standardach EIB/KNX oraz LonWorks i BACnet pomiędzy sobą. Pierwsze urządzenia umożliwiające integrację dopiero zaczęły się pojawiać na rynku, stąd potrzeba zbadania ich wydajności i możliwości funkcjonalnych. Z uwagi na ograniczenia tego typu urządzeń i ich względnie wysoką cenę zasadne są również prace nad alternatywnymi rozwiązaniami umożliwiającymi wzajemną integrację różnych systemów.

Kolejną grupę tematyczną stanowią prace związane z oceną niezawodności i bezpieczeństwa różnych rozwiązań otwartych systemów automatyki budynków. Planowane jest prowadzenie prac badawczych umożliwiających budowę modeli niezawodnościowych stosowanych systemów. Ich analiza umożliwi opracowanie metod projektowania i testowania tego typu systemów, również pod kątem pełnienia przez nie funkcji związanych z bezpieczeństwem.

Laboratorium, dzięki posiadanemu wyposażeniu umożliwia również opracowywanie nowych metod i programów komputerowych do zarządzania systemami automatyki budynków, testowanie współpracy

oprogramowania typu SCADA i BMS z wybranymi urządzeniami SAB i prowadzenie wielu innych prac.

#### 5. PODSUMOWANIE

Zbudowane laboratorium jest nowoczesnym obiektem, w którym występują obok siebie wszystkie najważniejsze otwarte systemy automatyki budynku: KNX, LonWorks i BACnet. Pozwala to na prowadzenie szeregu prac badawczo-rozwojowych związanych z integracją otwartych systemów automatyki i konstrukcją urządzeń pomiarowo-sterujących zgodnych z tymi standardami.

W zamierzeniu prace te mają służyć wsparciu sektora przemysłowego związanego z automatyką budynków, w szczególności firm, które planują produkcję urządzeń lub oprogramowania zgodnego ze standardami KNX, LonWorks i BACnet. Laboratorium będzie wykorzystywane również przez pracowników naukowych uczelni i dyplomantów przyczyniając się do wzrostu potencjału naukowego uczelni.

W najbliższym czasie planowane jest prowadzenie m.in. projektów obejmujących zagadnienia dotyczące: łączenia zewnętrznych urządzeń pomiarowo-sterujących z systemami KNX/LonWorks/BACnet, opracowania metod integracji systemów automatyki budynku wykonanych w standardach: EIB/KNX oraz LonWorks i BACnet oraz oceny niezawodności i bezpieczeństwa otwartych systemów automatyki budynków.

#### 6. BIBLIOGRAFIA

1. Merz H., Hansemann T., Hübner C.: Building Automation. Communication Systems with EIB/KNX, LON, and BACnet. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009, ISBN 978-2-540-88828-4.
2. Miller F. P., Vandome A. F., McBrewster J.: KNX (standard), Alphascript Publishing, Aurora, IL, USA 2010, ISBN 978-613-1-66034-4.
3. Loy D., Dietrich D., Schweinzer H.-J.: Open Control Networks/EIA 709 Technology, Kluwer Academic Publishers, 2001, ISBN 978-0-7923-7406-0.
4. Chipkin P., Bacnet for Field Technicians, Chipkin Automation Systems, 2010, ISBN 978-1449586492.

## LABORATORY OF BUILDING AUTOMATION SYSTEM MANAGEMENT AND INTEGRATION - PURPOSE AND RESEARCH CAPABILITIES

**Key-words:** building automation, integration, laboratory

Laboratory of Building Automation Systems Management and Integration was established at the Faculty of Electrical and Control Engineering Gdansk University of Technology as part of the project "The network of certified laboratories for assessing energy efficiency and building automation". The project implemented by a consortium of AGH, University of Poznan and Gdansk University of Technology was co-financed by the European Union under the Innovative Economy Operational Programme. The article describes the purpose of the laboratory, the laboratory equipment and research capabilities. Plans for the next research and development based on the laboratory equipment are also presented.

