

Inteligentny budynek-laboratorium jako element formujący więź między badaniami naukowymi a wdrożeniem wyników do praktycznych realizacji

Ryszard Tadeusiewicz

1. Wprowadzenia

Koncepcja inteligentnych budynków, jeszcze kilka lat temu uważana za awangardową (przez jednych) albo za utopijną (przez innych), została ostatecznie przyjęta i zaakceptowana. Zatem obecnie nie musimy już pytać, czy są możliwe inteligentne budynki, tylko jak je stworzyć i jak możliwie najskuteczniej wykorzystywać.

Rozwój w tej dziedzinie biegnie jednak – jak się wydaje – po dwóch równoległych i współbieżnych torach której jednak zbyt słabo i zbyt rzadko się ze sobą komunikują. Z jednej strony mamy bardzo ciekawe i ambitne prace naukowe, powstające w różnych ośrodkach badawczych. Wyniki tych prac publikowane są w formie referatów na coraz liczniejszych konferencjach naukowych poświęconych (między innymi) problematyce inteligentnych budynków, a także w naukowych artykułach, książkach, dysertacjach doktorskich i habilitacyjnych itp. Obserwując rozwój tych prac na przestrzeni ponad 10 lat, można stwierdzić, że szczególnie w ostatnim okresie postęp w tej dziedzinie jest ogromny!

Z drugiej strony obserwujemy także zwiększającą się aktywność w obszarze praktycznych zastosowań. Trzeba z uznaniem odnotować innowacyjność i inwencję producentów różnych urządzeń budynkowych, jak również rosnącą odwagę architektów, budowlańców, inwestorów i deweloperów przy sięganiu do praktycznych realizacji inteligentnych budynków. Zatem rozwój praktyki zmierza także w kierunku wysoce zadowalającym.

Natomiast stosunkowo słaby jest przepływ wyników badań naukowych do zastosowań praktycznych, a także niewystarczające jest – jak się wydaje – przenoszenie problemów rodzących się przy praktycznych przykładach realizacji i rozwoju inteligentnych budynków do obszaru badań naukowych, gdzie problemy te mogłyby być (zapewne) skutecznie rozwiązywane.

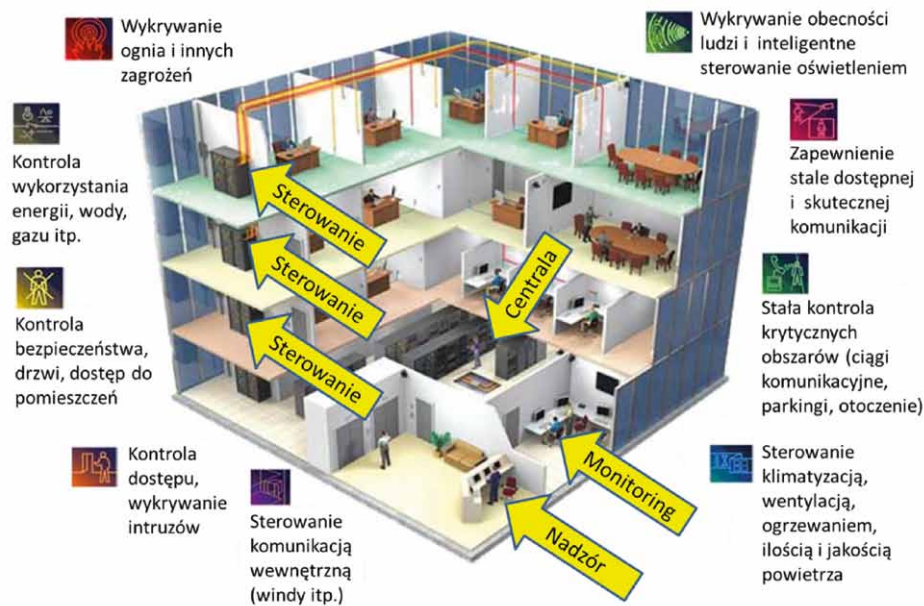
Żeby skonkretyzować dalsze rozważania, przyjmijmy za podstawę pewien model inteligentnego budynku, przedstawiony w sposób umowny na rysunku 1. Pokazano na tym rysunku przykładowe struktury i funkcje, które najczęściej spotyka się w inteligentnych budynkach, do których będziemy nawiązywać w dalszych rozważaniach. Tych struktur i funkcji jest oczywiście w praktyce znacznie więcej i są one jeszcze bardziej różnorodne niż to, co zasygnalizowano na rysunku 1, więc ten obrazek trzeba traktować wyłącznie jako „wywołanie tematu”. Ale temat jest ważny, bo każda z wymienionych na rysunku struktur i funkcji jest obecnie (jak wspomniano wyżej) przedmiotem inten-

Streszczenie: Artykuł zawiera przegląd trudności i problemów, jakie powstają na styku pomiędzy nauką i praktyką związaną z technologią inteligentnych budynków. Wskazano wykorzystanie inteligentnego budynku-laboratorium jako rozwiązanie umożliwiające pokonanie tych trudności i problemów. Omówiono zawartość konkretnego budynku-laboratorium, który jest obecnie oddawany do użytku i który może być wykorzystany przez wszystkich zainteresowanych. Artykuł zawiera też obszerny wykaz pozycji literatury związanej z problematyką inteligentnych budynków. Wykaz ten obejmuje zarówno tradycyjne drukowane artykuły i książki, jak również odnośniki do wielu materiałów dostępnych wyłącznie w formie elektronicznej.

INTELLIGENT BUILDING-LABORATORY AS AN ELEMENT FORMING A LINK BETWEEN RESEARCH AND IMPLEMENTATION RESULTS TO PRACTICAL REALIZATIONS

Abstract: The article includes an overview of the difficulties and problems that arise at the interface between science and practice associated with the technology of intelligent buildings. The use of intelligent building-laboratory was indicated as a solution to overcome these difficulties and problems. Next we discussed in article the contents of the intelligent building (specific taken into account building laboratory). This building laboratory is currently being put into service and may be used by all concerned. Article also contains a comprehensive list of literature related to the issue of intelligent buildings. The list includes both traditional printed articles and books, as well as links to many materials available only in electronic form.

sywnego rozwoju. Rozwoju w zakresie wiedzy naukowej oraz w zakresie budowy coraz doskonalszych elementów składowych, a także w zakresie implementacji praktycznych w konkretnych realizowanych budynkach. Jednak rozwój notowany w każdym z wymienionych obszarów z osobna w niewielkim tylko stopniu przyczynia się do rozwoju w dwóch pozostałych obszarach (rys. 2). Nie obserwuje się niestety efektu synergii, który byłby tu bardzo pożądanym. Tym zagadnieniem zamierzamy się zająć w prezentowanym artykule.



Rys. 1. Struktury i funkcje, które spotyka się w inteligentnych budynkach. Rysunek stanowi opracowanie własne autora, przygotowane na bazie oryginału zamieszczonego na stronie <http://www.commscopetraining.com/images/pls/pls200210.jpg>

2. Brak wspólnej przestrzeni badawczej jako przeszkoda w harmonizacji postępu naukowego i praktycznych osiągnięć w zakresie inteligentnych budynków

Zasadniczą tezę tego artykułu jest twierdzenie, że jedną z przyczyn słabej transmisji rozwiązań inteligentnych budynków od nauki do praktyki jest brak wspólnej przestrzeni roboczej, w której mogliby pracować i rozwiązywać problemy zarówno naukowcy, jak i praktycy. Należy z naciskiem podkreślić, że ów brak wspólnej przestrzeni roboczej nie jest z pewnością

jedyną przyczyną braku skutecznego przepływu idei, problemów i rozwiązań pomiędzy (skrótowo mówiąc) nauką i praktyką w obszarze inteligentnych budynków, ale z pewnością jest przyczyną ważną – i co więcej – jest przyczyną możliwą do usunięcia.

Rozwińmy nieco ten temat. Problem dotyczy wszystkich trzech obszarów styku omawianych tu dziedzin rozważanych parami (patrz rys. 2), a także dotyczy – i to chyba w największym stopniu – obszaru będącego przecięciem wszystkich trzech dziedzin. Żeby nie rozwijać nadmiernie tego tematu,

reklama



Rys. 2. Obszary rozwoju problematyki inteligentnych budynków są zbyt słabo ze sobą powiązane



Rys. 3. Omawiany w artykule budynek-laboratorium

skupimy przez chwilę uwagę na jednym takim obszarze wspólnym, zakładając, że Czytelnik łatwo uogólni przedstawione rozważania także na pozostałe wchodzące w grę obszary. Dyskusję skoncentrujemy więc chwilowo na obszarze styku badań naukowych dotyczących inteligentnych budynków oraz sfery ekonomii i technologii budowlanych, odnoszących się do praktycznych realizacji tychże inteligentnych budynków.

Jest rzeczą oczywistą, że naukowcy i deweloperzy, mówiąc o inteligentnych budynkach, mają różny punkt widzenia, stawiają sobie odmienne cele i zmierzają do osiągnięcia innych wyników. Jednak jedni i drudzy zdają sobie także sprawę z korzyści, jakie mogą osiągać dzięki przenoszeniu zagadnień z jednej sfery do drugiej. Naukowcy dążą do praktycznego zastosowania wyników swoich badań, a deweloperzy mają świadomość tego, jak bardzo polepszyłyby innowacyjność wznoszonych przez nich budynków zastosowanie w nich najnowszych osiągnięć nauki. Są jednak przeszkody w przenoszeniu rozwiązań naukowych do praktyki oraz w czerpaniu inspiracji naukowych z potrzeb tej praktyki. Jedną z przeszkód jest wzmiankowany wyżej brak wspólnej przestrzeni roboczej.

Opracowania naukowe powstają w laboratoriach, które swoją strukturą, gabarytami, a także uwarunkowaniami środowiskowymi w sposób drastyczny odbiegają od tego, z czym mają do czynienia budowniczowie podczas konstruowania budynku i deweloperzy podczas jego eksploatacji. Nic dziwnego, że wyniki tych badań naukowych nie dają się natychmiast wdrożyć do praktyki budowlanej.

Zasygnalizowana trudność funkcjonuje także w drugą stronę. Stykając się z problemami i potrzebami wynikającymi na rzeczywistym placu budowy czy przy oddawaniu do użytku rzeczywistych budynków, praktycy wdrożeń inteligentnego budownictwa mają duże trudności z takim sformułowaniem swoich potrzeb i problemów, by mogły one stać się dla współpracujących naukowców punktem wyjścia do badań naukowych zmierzających do tego, co oni cenią i czego potrzebują. Żeby „postawić kropkę nad i” przypomnijmy, że naukowcy dążą do realizacji badań, pozwalających przygotować i przedstawić referat na dobrej konferencji naukowej. Są zainteresowani wykonywaniem prac przynoszących wyniki nadające się do opublikowania w cenionych czasopismach naukowych. Trudzą się

chętnie, gdy praca ta wiedzie do zgromadzenia takich osiągnięć badawczych, których ilość i jakość pozwoli sięgnąć po nowe stopnie i tytuły naukowe.

3. Propozycja budynku-laboratorium jako rozwiązania zarysowanych problemów

Jak wynika z przytoczonych wyżej rozważań – znaczącego postępu w wymianie informacji i we wzajemnej inspiracji nauki i praktyki można się więc spodziewać, jeśli stworzy się wspólne warunki do badań i prac rozwojowych, w których będą mogli realizować swoje cele równocześnie i w tej samej przestrzeni naukowcy, konstruktorzy osprzętu, budowlancy i biznesmeni planujący uzasadnione ekonomicznie sposoby użytkowania tej nowej techniki. Taką wspólną przestrzenią może być budynek-laboratorium opracowany i zrealizowany przez firmę DLJM System. Budynek ten wkrótce oddany będzie do użytku i może być udostępniany wszystkim zainteresowanym, więc warto poznać jego niektóre właściwości.

Omówimy teraz skrótowo strukturę i funkcje wzmiankowanego budynku-laboratorium. Na zewnątrz omawiany budynek właściwie niczym szczególnym się nie wyróżnia (rys. 3).

Natomiast jego wnętrze jest zadziwiające!

Po pierwsze, w tym jednym budynku zrealizowane są liczne wnętrza odpowiadające bardzo różnym obiektom budowlanym. Zwykle te obiekty budowlane zlokalizowane są osobno, bo realizowane są w ramach różnych inwestycji. Pozwala to (w najlepszym przypadku!) na prowadzenie różnych badań naukowych i doświadczeń praktycznych wyłącznie w obrębie tej jednej, konkretnej funkcji, jaką ma brany pod uwagę budynek, trudne jest natomiast przeprowadzanie badań porównawczych i wyciąganie ogólniejszych wniosków. W przypadku budynku-laboratorium DLJM System te różne funkcje zgromadzone są razem, pod jednym dachem, często dosłownie w odległości kilku metrów jedna od drugiej. Dzięki temu możliwe są bardzo zróżnicowane i kompleksowe badania. Na przykład naukowcy mogą prowadzić w tym budynku obserwacje porównawcze oraz badania eksperymentalne przydatne dla różnych obiektów i różnych funkcji – jednorazowo zainstalowawszy w budynku aparaturę badawczą. Taka jednorazowo zainstalowana aparatura, której nie trzeba przenosić i która dzięki temu pracuje

w stabilnych i porównywalnych warunkach, może być źródłem bardzo cennych i bardzo porównywalnych wyników empirycznych, wręcz nieocenionych przy wszelkich zadaniach ściśle naukowych. Badania prowadzone w rozważanym budynku-laboratorium mogą też dotyczyć różnych aspektów praktycznych, na przykład algorytmów sterowania wykorzystywanych w inteligentnych budynkach oraz różnych rozwiązań zmierzających do sterowania całościowego, z użyciem (między innymi) systemów ekspertowych i sztucznej inteligencji (rys. 4).

Z kolei producenci różnych urządzeń pomiarowych i wykonawczych, składających się na automatykę dla takiego budynku, mogą prowadzić badania przydatności swoich urządzeń w pomieszczeniach o różnym przeznaczeniu. Rozważmy jeden przykład.

4. Wspólna przestrzeń badawcza dla instalacji alarmowych

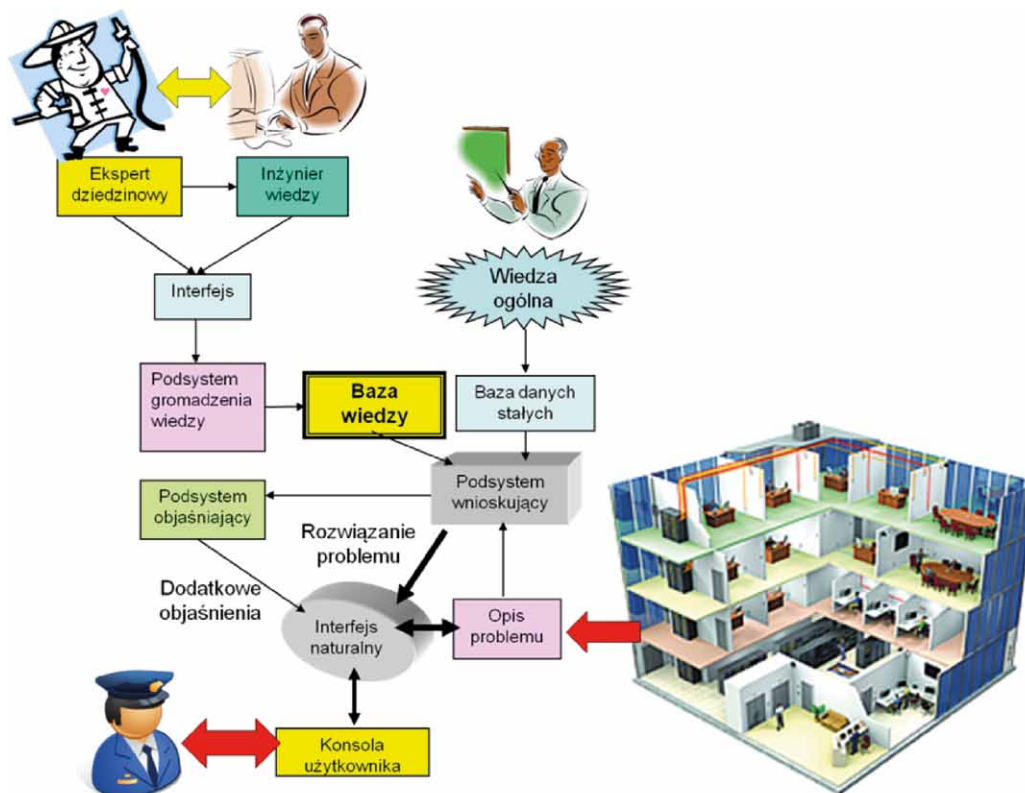
Montowane w inteligentnych budynkach instalacje alarmowe (SSWiN) dla nikogo już nie stanowią nowości. Rozpowszechnione są też dźwiękowe systemy ostrzegania (DSO), a także instalacje domofonowe i wideodomofonowe (DF i VDF). W prawie każdym nowoczesnym budynku użyteczności publicznej (a także w wielu budynkach mieszkalnych) montowane są systemy kontroli dostępu (KD), systemy antykradzieżowe (EAS) oraz systemy telewizji przemysłowej i monitoringu (CCTV).

Standardem są też oczywiście systemy przeciwpożarowe (PP). To wszystko jest już dostępne prawie rutynowo. Ale badanie skuteczności tych instalacji przy założeniu wielu funkcji i wielu modeli użytkowania budynku – jest już zagadnieniem zgoła niebanalnym. Jeszcze bardziej niebanalne problemy badawcze wyłaniają się, gdy chcemy montowane w inteligentnych budynkach różnego typu instalacje alarmowe połączyć w jeden system, wyposażony dodatkowo w atrybuty sztucznej inteligencji (rys. 4).

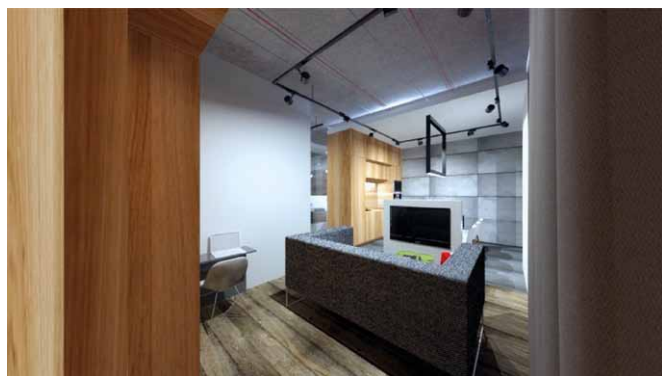
Nowością wnoszoną przez omawiany tu budynek-laboratorium jest fakt, że pod jednym dachem można badać tam przydatność rozważanych technologii we wnętrzach o bardzo różnym przeznaczeniu. W budynku-laboratorium stworzonym przez firmę DLJM System dostępne są bowiem następujące zespoły funkcjonalne:

Mieszkanie składające się z pokoju, sypialni, kuchni, łazienki i korytarza (rys. 5 i 6).

Z podobną strukturą, ale z odmiennym modelem funkcjonalnym sposobu wykorzystania związany jest przewidziany w budynku-laboratorium funkcjonalny pokój hotelowy z łazienką oraz funkcjonalny pokój hotelowy bez łazienki. Dodatkowo w budynku-laboratorium przewidziane są także mniej malownicze obiekty związane zwykle z funkcją mieszkalną i z funkcją hotelową, takie jak przestrzeń magazynowa i podziemny parking. Warto dodać, że budynek ma łącznie pięć kondygnacji, w tym dwie podziemne.



Rys. 4. System ekspercki jako element integrujący różne funkcje inteligentnego budynku



Rys. 5. Badawcze wnętrze mieszkalne jako składnik inteligentnego budynku-laboratorium

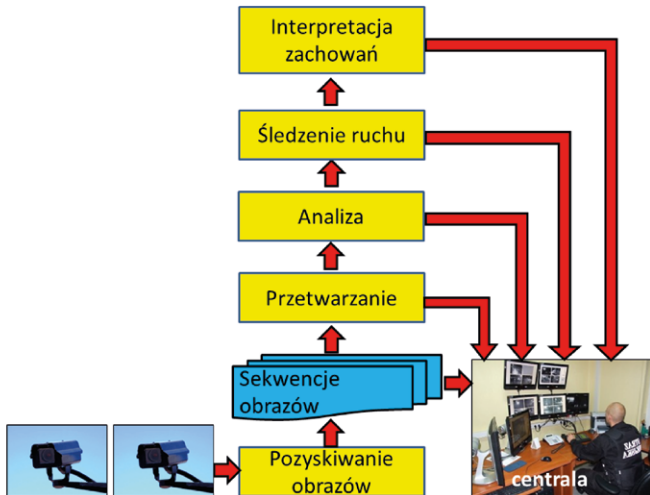


Rys. 6. Inny fragment eksperymentalnego wnętrza mieszkalnego

Badania prowadzone w wymienionych wyżej wnętrzach (zgromadzonych razem i łatwych do wyposażenia w różne urządzenia sterujące i kontrolne) mogą dotyczyć, jak już wspomniano, między innymi problemów bezpieczeństwa. Ciekawym składnikiem budynku-laboratorium jest bowiem eksperymentalny system nadzoru wizyjnego oparty o kamery IP wysokiej rozdzielczości z automatycznym archiwizowaniem danych wizyjnych i pracą wielostrumieniową. System będzie się składał z kamer megapikselowych dających obraz panoramiczny i kamer wielomegapikselowych umieszczonych w miejscach identyfikacji twarzy. Ponadto w wybranych pomieszczeniach zostanie umieszczony system nadzoru termowizyjnego (wykrywanie obecności ludzi nawet w całkowitej ciemności). Całość danych z systemu nadzoru wizyjnego będzie zapisywana na serwerach w sposób umożliwiający dowolną dalszą obróbkę. Pozwoli to na prowadzenie badań różnych konfiguracji systemów nadzoru i zabezpieczeń budynków o różnym przeznaczeniu, a także na dokumentowanie ich wyników w bardzo szerokim zakresie. Można na podstawie tych badań poszukiwać takich rozwiązań w zakresie monitorowania i komputerowo wspomaganego wykrywania intruzów, incydentów i innych zagrożeń, które zapewniają maksimum bezpieczeństwa mieszkańcom lub hotelowym gościom, a jednocześnie nie naruszają ich prywatności (rys. 7).

5. Inne przykładowe badania, jakie mogą być prowadzone w budynku-laboratorium

Innym obszarem badań, jakie mogą być prowadzone w inteligentnym budynku-laboratorium, może być problem oszczęd-



Rys. 7. Komputerowo wspomaganą kontrola bezpieczeństwa w inteligentnym budynku

ności energii. Połączenie sterowania oświetleniem i ogrzewaniem pomieszczeń z automatycznym wykrywaniem obecności ludzi może prowadzić do znacznych oszczędności energii, jednak gdy jest źle zaprojektowane – może być źródłem poważnej niewygody dla ludzi zamieszkujących lub użytkujących budy-

nek. Badania w laboratoriach naukowych wszystkich wątpliwości nie są w stanie wyjaśnić, natomiast prowadzenie badań na budynkach rzeczywiście oddanych do użytku i praktycznie eksploatowanych napotyka na wiele trudności. Budynek-laboratorium może te trudności radykalnie usunąć, gdyż możliwe są w nim dowolne eksperymenty w warunkach maksymalnie zbliżonych do warunków, jakie występują w realnych obiektach.

Ważnym zagadnieniem związanym z problematyką inteligentnych budynków jest kwestia ich ogrzewania i związana z tym kwestia oszczędności energii. Omawiany tu budynek-laboratorium daje w tym zakresie wiele możliwości, z których korzystać będą mogli naukowcy, projektanci i producenci systemów automatyki budynkowej, rozwiązań i urządzeń dla budynków energooszczędnych. W budynku tym są bowiem dostępne instalacje i oprzyrządowanie do badań między innymi:

- pomp ciepła;
- kolektorów i ogniw fotowoltaicznych;
- termostatów;
- pieców gazowych;
- rekuperatorów.

Warto też podkreślić, że budynek wyposażony jest w doświadczalne instalacje wielu różnych źródeł energii oraz wielu różnych magazynów energii. Między innymi w skład wyposażenia budynku wchodzi:

- pompa ciepła rewersyjna sprzężona z pionowym wymiennikiem gruntowym;
- pompa ciepła rewersyjna z wymiennikiem powietrznym;
- gruntowy wymiennik powietrzny;
- dwa generatory wiatrowe z pionową osią obrotu;
- system paneli fotowoltaicznych nieruchomych;
- system paneli fotowoltaicznych ruchomych zamontowanych w żaluzjach;
- system kolektorów słonecznych.

6. Inne niż mieszkalne funkcje możliwe do badania w omawianym budynku-laboratorium

W powyższym omówieniu skupiono uwagę głównie na funkcji mieszkalnej – lokatorskiej albo hotelowej. Z odmiennych funkcji modelowanych w omawianym budynku-laboratorium wymienić można pokój konferencyjny oraz większą salę audytoryjną wielofunkcyjną, która może być wykorzystywana na dwa sposoby: Po pierwsze jako obiekt w skali 1:1, na którym testuje się i bada różne urządzenia sterujące i kontrolne, między innymi pod kątem zapewnienia bezpieczeństwa, oszczędności energii, skutecznego wykrywania obecności ludzi i ewentualnego monitorowania. Po drugie, sala ta również może być wykorzystana jako sala wykładowa w przypadku przeprowadzania w budynku-laboratorium różnych szkoleń czy nawet zajęć dydaktycznych dla studentów wyższych szkół technicznych. Salę tę w obu wymienionych rolach obejrzeć można na rysunkach 8 i 9.

Jak się wydaje, w tej części budynku-laboratorium możliwe będzie w szczególności testowanie różnych rozwiązań kompleksowych dla całego budynku systemów HVAC (*Heating, Ventilation, Air Conditioning*). Jak wiadomo, systemy te – jeśli są dobrze zbudowane – pozwalają na globalne lub lokalne (dotyczące pojedynczego pokoju lub strefy) sterowanie ogrzewaniem (lub chłodzeniem), wentylacją, kontrolą wilgotności powietrza i ogólnie warunkami lokalnego środowiska w budynku dla wszystkich przebywających w nim ludzi. Problematyka ta jest szczególnie ważna ze względu na rosnące koszty związane z funkcjonowaniem HVAC, w związku z czym ważne jest powiązanie sterowania tymi systemami z automatyczną kontrolą obecności osób w określonych pomieszczeniach i z ewentualną prognozą ich obecności na podstawie zaprogramowanych harmonogramów lub w oparciu o obserwacje automatycznie gromadzone przez wiele dni i tygodni (dla systemów uczących się). Dzięki odpowiedniej automatyce inteligentnego budynku możliwe jest oszczędzanie energii (do 30% nominalnego zużycia), a także odzysk ciepła i racjonalizacja funkcjonowania całej sfery HVAC, odgrywającej w nowoczesnych wielkogabarytowych budynkach bardzo znaczącą rolę. Pewną oszczędność można także uzyskać, inteligentnie sterując oświetleniem budynku, chociaż tutaj rezerwy są znacznie mniejsze ze względu na relatywnie niższe koszty oświetlenia niż te, które są związane z funkcjonowaniem HVAC.

Biorąc pod uwagę częste stosowanie technologii inteligentnych budynków w różnego typu biurach, przewidziano w rozważanym tu budynku-laboratorium także doświadczalną przestrzeń biurową typu *open space* (rys. 10).

W przestrzeni tej, chociaż jest niewielka, można zaaranżować wiele różnych wnętrz typu biurowego, uzyskując możli-



Rys. 8. Sala wielofunkcyjna jako obiekt badań zmierzających do optymalizacji konstrukcji i wyposażenia inteligentnego budynku



Rys. 9. Sala wielofunkcyjna wykorzystywana jako sala wykładowa

wość doboru takiego wnętrza, które pasować będzie do przewidywanych funkcji biurowca, a jednocześnie umożliwi pełne wykorzystanie atutów inteligentnego sterowania funkcjami budynku – na przykład oświetlenia tylko tej części otwartego pomieszczenia, w której znajdują się aktualnie ludzie, względnie klimatyzacji/wentylacji/ogrzewania strefowego.

Na koniec w tym samym budynku przewidziano też modelowe pomieszczenie typu sali przeznaczonej do organizacji różnych imprez. Dostępna jest niewielka, ale w pełni funkcjonalna sala kinowa (rys. 11), która może również modelować (oczywiście z zachowaniem skali) salę w której odbywają się inne imprezy, na przykład akademie czy koncerty (rys. 12).

W każdym z wymienionych wyżej wnętrz znajduje się aparatura pomiarowa i sterująca, pozwalająca badać różne algorytmy i metody sterowania.

7. Zintegrowany system

Podobnie jak w innych obszarach zastosowań automatyki – efekty wprowadzania nowych czujników i nowych elementów wykonawczych mogą być w pełni wykorzystane, gdy uformowany z nich zostanie system zintegrowany. Powszechnie używany dziś termin BAS/BMS (ang. *Building Automation Systems, Building Management Systems*) oznacza właśnie takie zintegrowane systemy automatyki i zarządzania budynkami. Trzeba jednak podkreślić jedną cechę systemów BAS/BMS. Otóż w odróżnieniu od systemów automatyki przemysłowej, gdzie standary-



Rys. 10. Przestrzeń biurowa w budynku-laboratorium



Rys. 11. Modelowa sala kinowa zlokalizowana w budynku-laboratorium

zacja w zakresie tworzenia systemów zintegrowanych została już bardzo rozwinięta, systemy BAS/BMS buduje się zwykle, dopasowując je do konkretnych wymagań wynikających z architektury budynku, jego funkcji oraz oczekiwań inwestora albo użytkowników (lokatorów) budynku. Z tego względu przy projektowaniu i wyposażaniu zintegrowanych systemów automatyki (inteligencji?) budynkowej wiele spraw rozwiązywać trzeba indywidualnie, bez korzystania z gotowych standardów.

Dużym udogodnieniem przy tworzeniu systemów automatyki dla budynków inteligentnych jest możliwość użycia inter-



Rys. 12. Możliwość wykorzystania sali kinowej jako miejsca innych imprez

fejsu do magistrali lokalnej I2C i magistrali globalnych, dzięki czemu uzyskuje się możliwość takiego dopasowania rozwiązania dla opracowywanych (lub optymalizowanych) urządzeń, aby uzyskać możliwie niską cenę rozwiązania handlowego przy zapewnieniu poprawnej pracy w całym zakresie przewidywanych parametrów wejść i wyjść każdego elementu pomiarowego i każdego sterownika. Bardzo ułatwia to gromadzenie wyników badań i ich naukowe bądź komercyjne opracowywanie.

8. Podsumowanie

W artykule postawiono tezę, że rozwój wiedzy naukowej w obszarze automatyki systemów rozproszonych (a tym właśnie jest techniczne wyposażenie inteligentnego budynku) w niewystarczającym stopniu przekłada się na sferę zastosowań rozważanych systemów w praktyce. Wytwórcy urządzeń dla automatyki budynkowej doskonałą wprawdzie stale swoje wyroby i wykorzystują w tym celu posiadane zespoły badawczo-rozwojowe, ale wyniki badań naukowych, realizowanych na uczelniach czy w instytutach naukowych, w niewielkim tylko stopniu wpływają na tworzenie nowoczesnych czujników, przetworników pomiarowych, urządzeń wykonawczych czy sterowników dla inteligentnych budynków. To samo w jeszcze większym stopniu

dotyczy praktycznej (biznesowej) realizacji inteligentnych budynków przez wspomnianych wyżej architektów, budowlanców i deweloperów. Dążą oni do wyposażania tworzonych budynków raczej w urządzenia znane i wypróbowane, nie dążąc do poznawania najnowszych rozwiązań opracowanych w pracowniach naukowych i w praktyce stronią od ich implementowania w oddawanych do użytku inteligentnych budynkach.

Rozważając przyczyny tego niekorzystnego stanu rzeczy, można wskazywać różne okoliczności, na przykład słabe dostosowanie rozwiązań i opracowań naukowych do wymogów wynikających z praktycznej implementacji, a także konserwatyzm i skłonność do minimalizacji ryzyka u przedstawicieli biznesu. Jednak jedną z przyczyn jest brak wspólnej przestrzeni badawczej, w której mogliby się spotkać naukowcy, producenci sprzętu i oprogramowania, a także biznesmeni chcący to wszystko stosować w praktyce. Jako rozwiązanie mogące przewyciężyć to ograniczenie wskazano oddawany właśnie do użytku budynek-laboratorium firmy DLJM System, do którego wykorzystania firma zaprasza wszystkich zainteresowanych.

Bibliografia


- [1] BARTKOWIAK N.: *Dworzec pod specjalnym nadzorem*. „Inteligentny Budynek” 4/1999.
- [2] BLIM M., MIKULIK J.: *Security management of office facilities in the situation of contemporary threats*. Referaty naukowe 4 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2006.
- [3] BOROŃ W.: *Bezpieczeństwo zdalnego dostępu do sieci sterowania LonWorks z wykorzystaniem Internetu [w:] Bezpieczeństwo Systemów Komputerowych i Telekomunikacyjnych*. Praca zbiorowa, Wydawnictwo Sotel, Katowice 1999.
- [4] BOROŃ W.: *Inteligentne systemy automatyzacji budynków*. Referaty naukowe 2 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2002.
- [5] BOROŃ W.: *SABIO – inteligentny system automatyzacji budynku z zastosowaniem sieci sterowania LonWorks i Internetu*. Referaty naukowe 1 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2001.
- [6] BOROŃ W.: *SABIO – inteligentny system automatyzacji budynku*. „Pomiary, Automatyka, Kontrola” 11/1999.
- [7] BRAND S.: *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*. Viking Press, 1994.
- [8] CLEMENTS-CROOME D.: *Intelligent Buildings: design, management and operation*. Thomas Telford LTD, 2004.
- [9] COGGAN D.A.: *Czy budynki mogą być inteligentne?* „Inteligentny Budynek” 4/1998.
- [10] DĄBROWSKA J.: *Dom bezpieczny i inteligentny. Domofony i wideofony*. „Budujemy Dom” 3/2008.
- [11] DĄBROWSKA J.: *Dom bezpieczny i inteligentny. Instalacje alarmowe*. „Budujemy Dom” 3/2008.
- [12] DUBAS W.: *Podstawy budownictwa energooszczędnego*. „Przegląd Budowlany” 5/2006.
- [13] DYFFY F.: *Design for change. The Architecture of DEGW*. Watermark, Boston 1998.
- [14] GYURKOVICH J.: *Marzenia o komforcie*. Referaty naukowe 2 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2002.
- [15] HERTEL J.W.: *The Need of Integration*. Konferencja „Building Open Systems 2005”, AGH, Kraków 2005.
- [16] JANUSZEWICZ P.: *Architectonic aspects of building effective security systems applied for the protection of people and property*. 3rd International Congress on Intelligent Buildings Systems, Cracow 2004.
- [17] KLAUS D.: *Advanced Building Systems: A Technical Guide for Architects and Engineers*. Verlag AG, 2003.
- [18] KLAUS D.: *Low-Tech Light-Tech High-Tech*. Wydawnictwo Birkhäuser, 2000.
- [19] KOMAR B., KUCHARCZYK-BRUS B., MASEY D., NIEZABITOWSKA E., NIEZABITOWSKI A., NIEZABITOWSKI M.: *Oceny jakości środowiska zbudowanego i ich znaczenie dla rozwoju koncepcji budynku zrównoważonego*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.
- [20] KORBICZ J.: *Artificial Intelligence methods in intelligent building technologies*. Referaty naukowe 4 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2006.
- [21] KOSOWSKI M.: *Dom energooszczędny a wentylacja*. „Budujemy Dom” 3/2008.
- [22] KOTARSKA K., KOTARSKI Z.: *Ogrzewanie energią słoneczną. Systemy pasywne*. Wydawnictwo NOT-SIGMA, Warszawa 1989.
- [23] KWASNOWSKI I.: *Otwartość w systemach automatyki budynków*. Referaty naukowe 2 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2002.
- [24] KWASNOWSKI P.: *Integracja systemów automatyki budynków na bazie technologii LonWorks*. Referaty naukowe 1 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2001.
- [25] LIPSKI T.: *Projekt domu energooszczędnego*. „Budujemy Dom” 3/2008.
- [26] ŁUKASZEWICZ J.: *Projektowanie i realizacja systemów otwartych*. TAC Polska Sp. z o.o.
- [27] ŁUKASZEWICZ J.: *Systemy otwarte w automatyce budynkowej*. TAC Polska Sp. z o.o.
- [28] MASŁOW A.: *A Theory of Human Motivation*. Psychological Review, 1943.
- [29] MIKOŚ J.: *Budownictwo ekologiczne*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
- [30] MIKULIK J.: *Wybrane zagadnienia zapewnienia bezpieczeństwa i komfortu w budynkach*. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2008.
- [31] MIKULIK J., (RED.) NIEZABITOWSKA E.: *Budynek inteligentny. T. II. Podstawowe systemy bezpieczeństwa w budynkach inteligentnych*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
- [32] MIKULIK J., SŁABOŃ A.: *Inteligentne sterowanie oświetleniem z wykorzystaniem systemu magistralnego EIB*. Referaty naukowe 2 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2002.
- [33] MRÓZ-RADŁOWSKA I., WIŚNIEWSKI W.: *Popularyzacja inteligentnego budownictwa – laboratorium EIB*. Referaty naukowe 1 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2001.
- [34] NIEZABITOWSKA E.: *Zarządzanie komfortem a komfort użytkownika*. Referaty naukowe 1 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2001.
- [35] NIEZABITOWSKA E., SOWA J., STANISZEWSKI Z., WINNICKA-JASŁOWSKA D., BOROŃ W., NIEZABITOWSKI A.: *Budynek inteligentny. T. I. Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
- [36] OŻADOWICZ A.: *Analiza porównawcza dwóch systemów sterowania inteligentnym budynkiem – systemu europejskiego EIB/KNX oraz standardu amerykańskiego na bazie technologii LonWorks*. Rozprawa doktorska, Kraków 2006.

- [37] OŹADOWICZ A.: *Inteligentny budynek w standardzie EIB/KNX*. „Elektroinstalator” 5/2005.
- [38] OŹADOWICZ A.: *Komunikacja w systemach inteligentnego budynku – zasady, niezawodność, bezpieczeństwo*. „Elektroinstalator” 9/2005.
- [39] PIÓRKO W.: *Systemy zasilania gwarantowanego w nowoczesnych budynkach*. Referaty naukowe 1 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2001.
- [40] RYCZER A.: *Zintegrowane systemy alarmowe*. Referaty naukowe 2 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2002.
- [41] SZEPİETOWSKI M.: *Wysokie IQ. Porównanie systemów inteligentnego domu*. „Budujemy Dom” 8/2007.
- [42] SZETYŃSKI T.: *Big-bitowy dom*. „CHIP” 06/2004.
- [43] TADEUSIEWICZ R.: *Sterowanie systemami inteligentnego budynku z wykorzystaniem komunikacji głosowej*. „Napędy i Sterowanie” 6/2014.
- [44] TADEUSIEWICZ R.: *Inteligencja „inteligentnego budynku” i możliwości jej weryfikacji*. „Napędy i Sterowanie” 12/2014.
- [45] TADEUSIEWICZ R.: *Sztuczna inteligencja zastosowana w inteligentnych budynkach*, Rozdział w książce: MIKULIK J. (RED.): *Inteligentne budynki – innowacyjne kierunki rozwoju*. Oficyna wydawnicza „Text”, Kraków 2012, s. 17–43.
- [46] TADEUSIEWICZ R.: *W jakim zakresie nowoczesna sztuczna inteligencja może być zastosowana w inteligentnych budynkach*. „Napędy i Sterowanie” 12/2012.
- [47] WĘCŁAWOWICZ-GYURKOVICH E.: *Maszyna do mieszkania początku XXI wieku*. Referaty naukowe 1 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2001.
- [48] WNUK R.: *Budowa domu pasywnego w praktyce*. Wydawnictwo Przewodnik Budowlany, 2006.
- [49] WNUK R.: *Instalacje w domu pasywnym i energooszczędnym*. Wydawnictwo Przewodnik Budowlany, 2007.
- [50] ŻEBROWSKI T.: *Systemy dźwiękowe używane w stanach zagrożenia*. Referaty naukowe 1 Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2001.
- [51] ŻELKOWSKI M.: *Dom bezpieczny i inteligentny: Instalacje inteligentne*. „Budujemy Dom” 3/2008.
- [60] MADEJ J.: *Dom pasywny*. <http://www.studioatrium.pl/Dom-pasywny,570.html>.
- [61] MARUSZYŃSKI P.: *Opis ogólny systemu instabus EIB*. <http://www.eib.pl/?60320302>.
- [62] MAZUR M.: *Inteligentne biurowce*. 2007, http://budownictwo.wnp.pl/inteligentne-biurowce,3831_2_0_1.html.
- [63] MIKULIK J., SZYM CZYK I.: *Nowoczesne standardy komunikacji w systemach automatycznego sterowania w budynkach inteligentnych*. http://www.zabezpieczenia.com.pl/20061212234/artykuly/systemy_zintegrowane/nowoczesne_standardy_komunikacji_w_systemach_automatycznego_sterowania_w_budynkach_inteligentnych.
- [64] NOWAK M.: *Czujki alarmowe*. http://cozaile.budujemydom.pl/component/option,com_content/task,specialblogcategory/act,view/id,397/Itemid,45/.
- [65] RYLEWSKI E.: *Budownictwo niskoenergetyczne i pasywne*. „Polski Instalator” 9/2005, <http://www.masatherm.pl/art7.htm>.
- [66] RYLEWSKI E.: *Domy pasywne i autonomiczne*. „Kalejdoskop Budowlany” 2/2005, <http://www.masatherm.pl/art6.htm>.
- [67] RYLEWSKI E.: *Ogromna rezerwa energii w wentylacji z rekuperacją*. „Rynek instalacyjny” 3/2006, <http://www.masatherm.pl/art9.htm>.
- [68] RYLEWSKI E.: *Problemy jakości powietrza wewnętrznego 2004*. <http://www.masatherm.pl/art5.htm>.
- [69] RYLEWSKI E.: *Znaczenie wentylacji z odzyskiem ciepła*. „Czysta Energia” 10/2005, <http://www.masatherm.pl/art8.htm>.
- [70] RZECZKOWSKI I.: *Wprowadzenie do inteligentnego domu w standardzie KNX; Instalacje sterujące*. http://www.inteligentny-budynek.eu/download/Wprowadzenie_FE1.pdf.
- [71] SCHLAGOWSKI G.: *Budownictwo energooszczędne – pasywne*. <http://www.ewfe.com.pl/info-porady/artikul-bud-pasywne-1207.pdf>.
- [72] WIŚNIEWSKI W.: *Zasady działania systemu EIB*. <http://www.eib.pl/?60320401>.

Materiały firmowe

- [73] Materiały firmowe ABB, <http://www.abb.pl>
- [74] Materiały firmowe DG Elpro, <http://www.dgelpo.pl/>
- [75] Materiały firmowe Echelon Corporation, <http://www.echelon.com>
- [76] Materiały firmowe EMKA, <http://www.rekuperatory.pl>
- [77] Materiały firmowe Philips, <http://www.philips.pl>
- [78] Materiały firmowe SMARTech, <http://www.smartech.pl>
- [79] Materiały firmowe Solar-Tech, <http://www.solar-tech.pl>
- [80] Materiały firmowe TAC, <http://www.tac.com/pl>
- [81] Materiały firmowe Zdania, <http://www.zdania.com.pl>

The work was financed by the European Union from the European Regional Development Fund, as part of the Innovative Economy Operational Program INSIGMA no. POIG.01.01.02-00-062/09.

 prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz – Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie; Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej; Katedra Automatyki i Inżynierii Biomedycznej

Źródła internetowe

- [52] *The LonWorks Platform: Technology Overview*. <http://www.echelon.com/developers/lonworks/default.htm>.
- [53] BALCEROWSKA M.: *Czym ogrzać dom?* http://www.e-instalacje.pl/rodzaje,ogrzewania_6499.htm.
- [54] BISKUPSKI J.: *UNIHOME*. <http://www.unihome.pl>.
- [55] DĘBSKA A.: *Panele słoneczne – ogrzewanie wody*. http://www.ogrzewnictwo.pl/index.php?akt_cms=603&cms=314.
- [56] DĘBSKA A.: *Panele słoneczne*. http://www.elektro.info.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=1260&Itemid=174.
- [57] KUCZIA P.: *Słoneczna elektrownia*. http://www.murator-dom.pl/instalacje/ekologiczne-zrodla-ciepła/słoneczna-elektrownia,6374_1493.htm.
- [58] LASKOWSKI P.: *Dom 3-litrowy*. http://www.murator-dom.pl/instalacje/ekologiczne-zrodla-ciepła/dom-3-litrowy,6374_3772.htm.
- [59] LASKOWSKI P.: *Dom energooszczędny ocieplony*. http://www.murator-dom.pl/budowa-i-remont/izolacje/dom-energooszczedny-ocieplony,6335_20226.htm.