

Inteligencja „inteligentnego budynku” i możliwości jej weryfikacji

Ryszard Tadeusiewicz

1. Wstęp

Nazwa „inteligentny budynek” kojarzona bywa z każdym nowoczesnym domem, wyposażonym wprawdzie w liczne czujniki i przetworniki pomiarowe oraz automatyczne systemy alarmowania, sterowania i monitorowania, ale z prawdziwą inteligencją mającym tak naprawdę bardzo mało wspólnego. Ten artykuł pomysłany jest jako – między innymi – próba chronienia tego terminu przed dalszą dewaluacją, a także jako sposób rozpowszechnienia informacji o tym, że w Polsce pojawiła się unikatowa oferta usług badawczych, których efektem mogą być realizacje budynków, które w pełni będą zasługiwały na ambitne i zobowiązujące miano budynku inteligentnego.

2. Dlaczego obecnie realizowane „inteligentne budynki” nie zasługują na tę nazwę?

Żeby odpowiedzieć na tytułowe pytanie, zastanówmy się, czym jest inteligencja.

Zamiast szukać abstrakcyjnych definicji, skorzystajmy z przykładu. Niewątpliwie inteligentny jest człowiek, spójrzmy zatem na rysunek 1, przedstawiający, jak się przejawia ta inteligencja człowieka.

Jak widać, cechuje się on tym, że inteligentnie postrzega środowisko, że demonstrowa inteligentne zachowanie oraz że posiada inteligentne procesy wewnętrzne – ma dużą wiedzę, potrafi rozumować oraz wykazuje zdolność rozumienia sytuacji i własnych zachowań, w wyniku czego jego działanie cechuje intencjonalność, to znaczy potrafi sam sobie stawiać cele, wyznaczać priorytety, wykazywać preferencje i dysponować wolną wolą. Spójrzmy teraz w podobny sposób na nowoczesny budynek wyposażony w liczne urządzenia składające się na to, że jest on postrzegany jako „budynek inteligent-

Streszczenie: Określenie „inteligentny budynek” w wielu przypadkach stosowane jest trochę „na wyrost”. W rzeczywistości budynki obdarzone tą nazwą mają dobre wyposażenie w zakresie monitoringu i rozproszonej automatyki, ale z prawdziwą inteligencją mają bardzo mało wspólnego. W artykule dokonano porównania procesów zachodzących w umyśle inteligentnej istoty oraz procesów przebiegających w systemach elektronicznych inteligentnego budynku. Wskazano na podobieństwa, ale wyspecyfikowano też różnice. Na tej podstawie wskazano kierunki, w jakich może się rozwijać technika inteligentnych budynków. Jednocześnie skonfrontowano ambicje konstruktorów inteligentnych budynków z oczekiwaniami

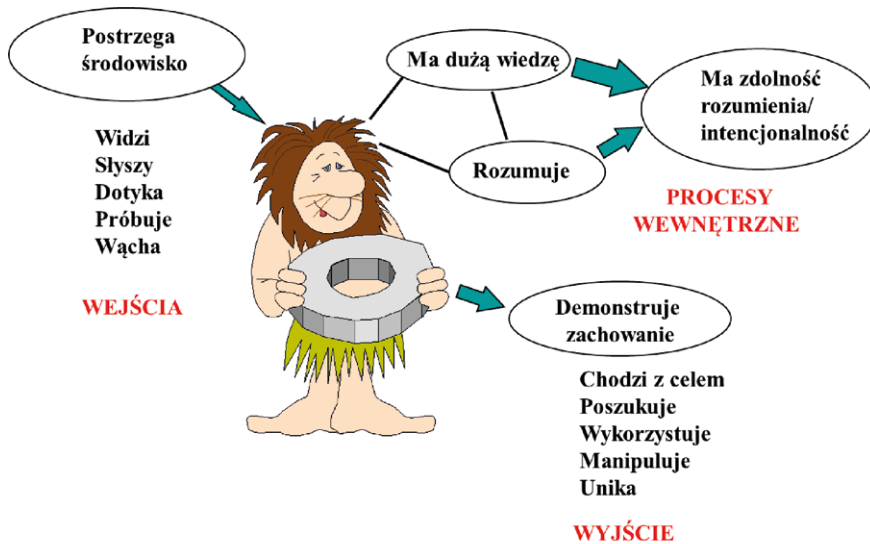
ich użytkowników. Pokazano, że użytkownicy wcale nie pragną większej inteligencji budynków, tylko większej wygody, oszczędności i bezpieczeństwa. Z drugiej jednak strony wskazano, że przy tworzeniu systemów sterowania budynków o złożonej strukturze wewnętrznej i skomplikowanych funkcjach dostępność narzędzi sztucznej inteligencji – a zwłaszcza możliwości uczenia się – znacząco ułatwia osiągnięcie zamierzonych celów. Na koniec przedstawiono w artykule informację o powstającym unikatowym laboratorium DLJM Lab, w którym możliwe będzie prowadzenie prac badawczych oraz konstrukcyjnych, nawiązujących do zastosowań sztucznej inteligencji w budynkach.

Abstract: *The term „intelligent building” in many cases is used with exaggeration. In fact, the buildings endowed with this name have only good facilities for monitoring and distributed automation, but with real intelligence have very little in common. The article compares the processes occurring in the mind of the intelligent beings and the processes occurring in electronic systems, controlling typical intelligent building. Pointed out the similarities, but also specified the differences. On this basis, the directions in which the technique of intelligent buildings can be developed is pointed out. At the same time confronted ambitions presented by designers of in-*

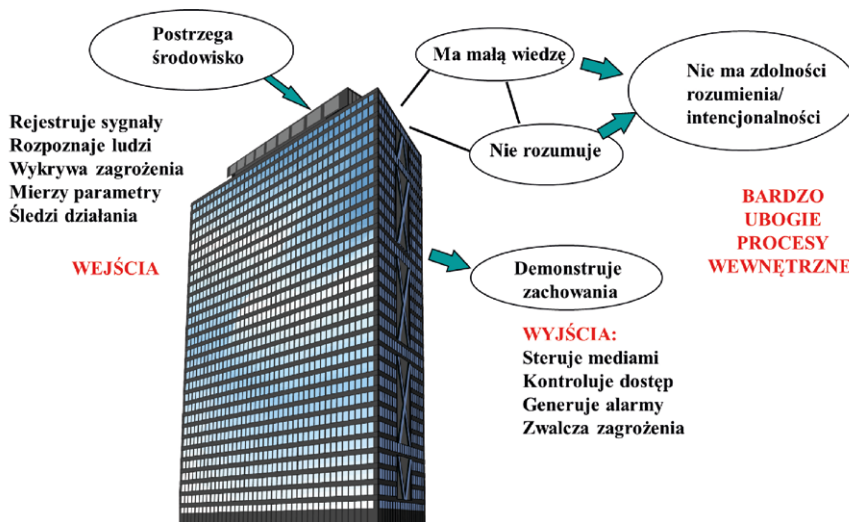
telligent buildings with real expectations of their users. It is shown that users do not want more intelligent buildings, only greater convenience, cost savings and security. On the other hand in paper pointed out that when creating control systems of buildings with a complex internal structure and complex functions, the availability of artificial intelligence tools and especially learning opportunities – provide much easier achievement of the desired objectives. At the end article presents information on the emerging DLJM Lab – unique laboratory in which it will be possible to conduct research and design referring to the use of artificial intelligence in buildings.

ny” (rys. 2). Z całą pewnością posiada on liczne wejścia, za pomocą których „postrzega środowisko” – zewnętrzne

i wewnętrzne. Liczba czujników i przetworników pomiarowych, w jakie wyposażony jest nowoczesny budynek, jest



Rys. 1. Atrybuty człowieka jako istoty inteligentnej



Rys. 2. Atrybuty budynku jako systemu aspirującego do tego, żeby być inteligentnym

ogromna, a jeśli uwzględnić strumienie rejestracji wideo pozyskiwane za pomocą kamer kontroli bezpieczeństwa – to ilość informacji gromadzonych przez systemy elektroniczne nowoczesnego „inteligentnego budynku” może być większa od ilości informacji rejestrowanych przez zmysły człowieka! Zatem w tym zakresie (czysto ilościowym) technika inteligentnych budynków dorównała biologicznym możliwościom inteligentnej percepcji człowieka.

Również w zakresie wyjść ilościowe miary możliwości nowoczesnego inteli-

gentnego budynku są w jakimś stopniu porównywalne z możliwościami motorycznymi człowieka. Formy aktywności są inne, bo budynki (nawet te bardzo inteligentne) same się nie poruszają, ale porównując liczbę mięśni w ciele człowieka (jest ich ponad 800 i obsługują system ruchowy mający aż 240 stopni swobody) z liczbą różnych elementów wykonawczych w strukturze nowoczesnego inteligentnego budynku – łatwo wskazać takie budowle, które także w tym zakresie dorównują możliwościom człowieka.

Tym, co odróżnia rzekomo inteligentny budynek od naprawdę inteligentnej istoty, są bardzo ubogie procesy wewnętrzne. System sterowania budynkiem ma niewielką wiedzę, na ogół reaguje na zaistniałe sytuacje w sposób z góry zaprogramowany i niezmienny, a więc nie rozumuje i nie wykazuje zdolności do uczenia się, co jest dużym mankamentem, jeśli mamy mówić o jakiegokolwiek inteligencji. Co więcej, systemy automatyki budynkowej (podobnie jak wszystkie systemy automatyki) nie mają zdolności rozumienia rejestrowanych sygnałów i związanych z nimi sytuacji, jak również nie wykazują własnej intencjonalności. Nawiasem mówiąc, o ile zdolność rozumienia (i rozumowania) byłaby zapewne dla mieszkańców i użytkowników inteligentnego budynku wysoce pożądana, o tyle intencjonalność systemu automatyki (prawie tożsama z możliwością samodzielnej generacji celów sterowania i sposobów osiągania tych celów) mogłaby być potencjalnie niebezpieczna, więc zapewne nie będzie nigdy stawiana jako cel dla twórców nawet tych najbardziej ambitnych rozwiązań.

3. Czego chcą użytkownicy?

Budowa systemów sterowania inteligentnego budynku nie ma na celu tego, żeby osiągnąć mniejszy lub większy stopień inteligencji zgodnej z jakimiś teoretycznymi założeniami, ale powinna służyć zaspokajaniu konkretnych potrzeb. Skupmy się tu na potrzebach mieszkańców inteligentnego budynku, pozostawiając chwilowo na uboczu potrzeby innych użytkowników – na przykład personelu inteligentnego budynku szpitala, hotelarzy, urzędników biur, właścicieli lokali handlowych lub usługowych itp. – bo ich potrzeby są dobrze określone przez rolę, jaką pełnią. Natomiast potrzeby, a zwłaszcza priorytety zwykłych mieszkańców nie są niestety oczywiste i musiały zostać specjalnie zbadane.

Potrzeby te i priorytety badało wielu naukowców (socjologów, psychologów, nawet filozofów), ale także inżynierów i ekonomistów zajmujących się problematyką inteligentnych budynków w sposób konkretny i bardzo profesjonalny. Wyniki ich prac dostarczyły wielu wartościowych punktów odniesienia, ale

miały tę (między innymi) wadę, że nie odwoływały się do potrzeb i oczekiwań polskich mieszkańców inteligentnych budynków, ponieważ stosowne badania prowadzono głównie w USA, w RFN i w Japonii. Stwierdziwszy, że występuje tu pewien niedobór odpowiednich danych dotyczących Polski i Polaków – zainicjowałem badania ankietowe na ten temat, które realizowali studenci Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie. W szczególności ważne i ciekawe wyniki zebrała w swojej pracy magisterskiej Pani mgr Justyna Hirsz. Jej praca (wykonana pod moim kierunkiem) zatytułowana *Projekt „wymarzonego, inteligentnego domu” na podstawie badań ankietowych, sprawdzających zapotrzebowanie na zautomatyzowane budynki* pokazała, że oczekiwania aktualnych i potencjalnych użytkowników inteligentnych budynków mieszkalnych układają się w triadę najpowszechniej artykułowanych wymagań: wygoda, oszczędność energii oraz bezpieczeństwo.

Oczywiście z naukowego i z praktycznego punktu widzenia wyniki takich badań użyteczne są dopiero po zebraniu danych reprezentatywnych dla całej populacji i po odpowiednim opracowaniu statystycznym, wskazującym, czego naprawdę pragnie większość użytkowników w kontekście hasła inteligentnego budynku, ale wspomniane ankiety zbierane przez studentów też dały podstawy do przeprowadzenia przynajmniej orientacyjnego studium statystycznego. Otóż z tej wstępnej analizy statystycznej wynika, że ponad 60% z respondentów zwraca uwagę przede wszystkim na wygodę. Oczekują oni, że systemy, w które jest zaopatrzony inteligentny dom, znacznie poprawia komfort mieszkania. Mogą to być rzeczy w istocie bardzo proste, na przykład za duże udogodnienie uważane jest to, że za pomocą jednego przycisku możemy wyłączyć wszystkie urządzenia elektryczne (z wyjątkiem lodówek), zasunąć rolety i załączyć alarm. Potem można spokojnie wyjść do pracy, do znajomych czy na miasto – nie obawiając się, że zapomniane żelazko spowoduje pożar albo że odsłonięte wnętrze pustego mieszkania skusi złodzieja.

Właściciele lokali użytkowych, a także pragmatycznie nastawieni mieszkańcy na drugim miejscu stawiają oszczędność

energii. Za cenną cechą inteligentnego budynku uważa się przy tym bardzo proste w istocie udogodnienia, takie jak automatyczne gaszenie światła w pomieszczeniu, z którego wyszli wszyscy ludzie. Kluczowym czynnikiem w dobrym zarządzaniu oświetleniem jest odpowiednie rozmieszczenie czujek reagujących na ruch. Dzięki takiemu rozwiązaniu możemy być spokojni, że nie będzie działało niepotrzebne światło w pustym pomieszczeniu. Natomiast gdy system zidentyfikuje ruch w określonym ciemnym obszarze, może sam oświetlić niebezpieczne miejsca, takie jak schody i stopnie.

Istotne oszczędności może przynieść inteligentne zarządzanie poszczególnymi strefami ogrzewania w zależności od aktualnej lub/i przewidywanej obecności w nich mieszkańców lub innych osób. Wygodnym udogodnieniem oszczędzającym energię i zwiększającym bezpieczeństwo jest automatyczne zamykanie okien, które wychodzący pozostawili otwarte. Oczywiście ta opcja musi się dać łatwo wyłączyć, ale w przypadku, gdy pozostawienie otwartych okien jest zamierzone przez użytkownika, system powinien zmniejszyć automatycznie ogrzewanie przewietrzanych pomieszczeń dla minimalizacji ucieczki ciepła. Regulacja ogrzewania inteligentnego budynku powinna reagować również na temperaturę na zewnątrz budynku oraz na nasłonecznienie, odpowiednio sterując CO oraz roletami.

Kolejnym oczekiwaniem wobec inteligentnego domu, z którym zgadza się co trzeci respondent, jest poczucie bezpieczeństwa. Chcemy być spokojni o nasz dom, kiedy wyjeżdżamy. Po opuszczeniu obiektu system załączy alarm, a przy ewentualnym włamaniu lub pożarze poinformuje odpowiednie władze, a nam wyśle wiadomość na telefon komórkowy. W trakcie dłuższej nieobecności domowników system może naśladować nasze zachowania na przykład włączając wieczorem lampę czy zasłaniając rolety.

Jeszcze jednym udogodnieniem, jakim są zainteresowani użytkownicy inteligentnych domów, jest możliwość zdalnego sterowania. Dzięki temu udogodnieniu możemy za pomocą wiadomości sms wyłączyć ogrzewanie, zamknąć okna lub włączyć alarm. Możemy również przez

Internet zarządzać systemem, a także obserwować, co dzieje się w domu i wokół niego.

Jak widać z tego przeglądu, potrzeby użytkowników bynajmniej nie idą w kierunku rozwiązań bardzo zaawansowanych, angażujących sztuczną inteligencję w jej najbardziej zaawansowanej formie. Jednak podniesienie „poziomu intelektualnego” inteligentnych budynków zdecydowanie jest celem godnym uwagi – i dlatego w kolejnym punkcie tego artykułu zajmiemy się tytułowym pytaniem, gdzie można będzie prowadzić badania naukowe związane z prawdziwie inteligentnymi budynkami.

4. Czy inteligencja budynku jest nam naprawdę potrzebna?

Jak wynika z przytoczonych wyżej, dość fragmentarycznych oczywiście, danych pochodzących z ankiet użytkowników – w istocie nie są oni zainteresowani wyrafinowaniem wysokim poziomem sztucznej inteligencji w eksploatowanym budynku. Zgłaszane potrzeby i formułowane postulaty mogą być z powodzeniem zaspokojone przez całkiem niewyrafinowane układy automatyki i sięganie do inteligencji wydaje się czymś niepotrzebnym i nadmiarowym. Jednak jest to pogląd mylny. Sztuczna inteligencja jest w zautomatyzowanym budynku potrzebna między innymi do tego, żeby uciążliwy i czasochłonny proces dostrajania urządzeń automatyki zamienić na proces automatycznego uczenia się systemu inteligentnego. Rozważmy budynek o wielu pomieszczeniach, które mają różne wielkości i różne przeznaczenie. Powiedzmy, że oprę dalszy wywód na przykładzie budynku wchodzącego w skład kampusu akademickiego. Budynek taki zawiera bardzo różne pomieszczenia: indywidualne gabinety profesorów, zbiorowe pokoje do pracy asystentów i adiunktów, pracownie badawcze i laboratoria dydaktyczne (zdecydowanie odmiennie eksploatowane), pomieszczenia seminaryjne i ćwiczeniowe, małe i duże sale wykładowe (pojemność od 20 do 500 osób), pomieszczenia socjalne, magazyny aparatury naukowej i dydaktycznej, pomieszczenia mieszczące węzły sieci komputerowej i serwerownie, pomieszczenia sanitarne i wiele innych, nie mówiąc o korytarzach, kłatkach



Rys. 3. Widok ogólny DLJM Lab.

Rysunek pobrany ze strony <http://www.inteligentnebudownictwo.com.pl/laboratorium>

schodowych i innych ciągach komunikacyjnych. Pomieszczenia te różnią się nie tylko wielkością i przeznaczeniem, ale także drastycznie różny jest sposób ich eksploatacji: w gabinetach i laboratoriach zwykle przez dłuższy czas przebywa ustalona liczba osób, sale wykładowe i ćwiczeniowe są zapełniane i opróżniane w dającym się przewidzieć rytmie, ale na przykład pomieszczenia socjalne (zawierające na przykład automaty z napojami) są przez większość czasu puste, by w określonych momentach (przerwy w wykładach) przeżywać prawdziwe obciążenie i wypełnienie.

We wszystkich tych pomieszczeniach trzeba zapewnić odpowiednie warunki ogrzewania (lub klimatyzacji) skojarzone z ewentualnym automatycznym uchylaniem i zamykaniem okien, sterowanie oświetleniem (wraz z kontrolą obecności ludzi w pomieszczeniu oraz wraz z automatycznym sterowaniem żaluzjami dla zapobiegania nadmiernej insolacji wnętrza) oraz wentylacją (związaną z liczbą osób znajdujących się w pomieszczeniu). Zadania te mogą realizować indywidualne sterowniki, ale wtedy każdy z tych sterowników trzeba inaczej nastroić i indywidualnie zaprogramować, biorąc pod uwagę wspomniane wyżej różnicowane wymiary, przeznaczenie i drastycznie niekiedy odmienny tryb eksploatacji poszczególnych pomieszczeń.

Zadanie to można jednak rozwiązać o wiele skuteczniej, wygodniej i bardziej elegancko, wykorzystując algorytmy

sztucznej inteligencji i metody automatycznej adaptacji lokalnych metod sterowania do zmiennych potrzeb i indywidualnych uwarunkowań. Zawarte w haśle sztucznej inteligencji możliwości automatycznej klasyfikacji i kategoryzacji rejestrowanych zbiorów danych pomiarowych i obserwacyjnych do określonych klas, możliwości automatycznego rozpoznawania obrazów i innych sygnałów, możliwości automatycznego uczenia się i samouczenia, możliwości korzystania z wiedzy ekspertów i metod automatycznego wnioskowania – wszystko to sprawia, że nad złożonością zadań sterowania, jakie się tu pojawiają, o wiele łatwiej jest zapanować. W przypadku zastosowania w praktyce algorytmów sztucznej inteligencji nie tylko możliwa jest optymalizacja funkcjonowania całego inteligentnego budynku, traktowanego jako jeden duży złożony system, ale – jak pokazałem – łatwiejsze jest optymalne dostrojenie lokalnych systemów sterowania oraz ewentualne automatyczne zmiany tego dostrojenia w przypadku, gdy funkcja któregoś z pomieszczeń zostaje zredefiniowana przez użytkownika i dotychczasowe schematy sterowania nie przystają do zmienionych sposobów eksploatacji poszczególnych pomieszczeń.

5. Oferta usług badawczych

Przygotowując materiały do tego artykułu, korzystałem ogólnie z dużej liczby różnych materiałów źródłowych druko-

wanych, internetowych i firmowych. Ich wykaz znajduje się w zestawieniu bibliografii na końcu artykułu. Jednak szczególnie dużo mogę powiedzieć o projekcie, którego powstanie konsultowałem i którego realizacji zamierzam pozytywnie „kibicować”. Chodzi o projekt firmy o nazwie DLJM System, która podjęła niezwykle ciekawą i godną rozpropagowania inicjatywę zbudowania DLJM Lab – Laboratorium Inteligentnego Budownictwa. Budowa tego laboratorium finansowana jest z projektu „Innowacyjna usługa wsparcia procesu produkcji urządzeń i systemów inteligentnego budownictwa”. Bieżące informacje o tym projekcie znaleźć można na stronie <http://www.inteligentnebudownictwo.com.pl/laboratorium>. Projekt jest współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka.

Istotą projektu jest fakt, że ma powstać budynek-laboratorium nastawiony na to, że w tym budynku będzie można prowadzić bardzo różne badania zmierzające do optymalizacji urządzeń i systemów inteligentnego budownictwa. Podstawowe dane budynku-laboratorium są następujące: powierzchnia użytkowa laboratorium: 1200 m², standard energetyczny: budynek niskoenergetyczny (zużycie energii 30 kWh/m²/rok), konstrukcja: 5 kondygnacji, w tym 2 podziemne. Jego ogólny wygląd przedstawia rysunek 3.

W budynku przewidziane są moduły funkcjonalne (zabudowane obok siebie, co pozwala na prowadzenie eksperymentów porównawczych oraz łatwe przenoszenie aparatury kontrolno-pomiarowej i sterującej!), związane w normalnych warunkach z różnymi rodzajami budynków. Jest więc modelowe mieszkanie składające się z pokoju, sypialni, kuchni, łazienki i korytarza, jest pokój hotelowy z łazienką, jest kino i jest pokój konferencyjny. Obszerniejsze informacje na ten temat znaleźć można w artykule Aliny Szastok zatytułowanym *Poligon doświadczalny inteligentnego budownictwa*, przeznaczony do publikacji w czasopiśmie „Inteligentny Budynek” (Copyright Media 4 Engineers). Z artykułu tego wynika, że DLJM Lab jest tak zaplanowane, iż możliwe będzie w nim testowanie i optymalizowanie wszelkich

nowych inteligentnych instalacji sterujących przeznaczonych do wykorzystania w domach, hotelach, biurach, szpitalach, różnych obiektach przemysłowych, centrach handlowych, halach sportowych i wszystkich innych budynkach. Zgodnie z tym, co powiedziano wyżej, w DLJM Lab szczególny nacisk położony będzie na badanie algorytmów i metod korzystających z mechanizmów uczenia się i samouczenia. Badania będą bazowały na algorytmach samouczących, które opracowała firma DLJM w oparciu o metodę łączącą modele matematyczno-logiczne z własnością samouczenia. Przewidzane są one dla szerokiego spektrum zastosowań, zaś same algorytmy mogą być implementowane w urządzeniach o zróżnicowanej mocy obliczeniowej. Laboratorium skupi się na testach mających na celu określenie efektywności energetycznej i jakości sterowania przyjętych rozwiązań.

Przewidywane jest w tym laboratorium testowanie urządzeń i algorytmów sterowania inteligentnych budynków, monitorowanie parametrów obiektów budowlanych (w pomieszczeniach, w gruncie, w przegrodach) wpływających na budynek, ludzi i urządzenia w nim eksploatowane oraz badanie wpływu integracji poszczególnych podsystemów przewidzianych w budynku na zużycie energii, ergonomię i komfort użytkowników. Laboratorium będzie oferowało także szerokie możliwości badania i projektowania procesu integracji różnych składników inteligentnego budynku, czemu służyć będzie dostępny w laboratorium system BMS – oparty na magistrali nadrzędny system integrujący działanie wszystkich instalacji i urządzeń. Przewiduje się, że dzięki temu w doświadczalnym budynku uzyskane będzie do 15% niższe zużycie energii w stosunku do budynków wykorzystujących obecne na rynku systemy zarządzania budynkami i do 50% niższe zużycie energii w stosunku do budynków bez automatyki budynkowej i BMS.

Możliwości, jakie stworzy opisywane laboratorium, będą bardzo szerokie – można w nim będzie prowadzić badania naukowe zmierzające do uzyskania nowej wiedzy o systemach inteligentnego budynku, co może być nieocenione przy wykonywaniu prac doktorskich

z tego zakresu oraz bardzo przydatne przy gromadzeniu materiałów do habilitacji. Ze światem akademickim może wiązać nowo budowany budynek-laboratorium nie tylko praca naukowa, ale także aktywność dydaktyczna. Dostępna w budynku doskonale wyposażona sala wykładowa, połączona z możliwością ekspozycji „na żywo” (zaraz w sąsiednich pomieszczeniach i nie w sytuacjach modelowych, ale w normalnym działaniu) najnowszych krajowych i zagranicznych urządzeń automatyki i mechatroniki stosowanych w inteligentnych budynkach, stwarza nieocenione możliwości skutecznego i ciekawego nauczania o takich budynkach, o ich działaniu i o sposobach ich optymalizacji.

Nie tylko badaniami naukowymi i dydaktyką akademicką ma być wypełnione funkcjonowanie DLJM Lab. Można w nim będzie prowadzić prace czysto inżynierskie, związane z projektowaniem i wdrażaniem nowych systemów automatyki budynkowej. W szczególności możliwe będzie wspomaganie wynalazców, projektantów i konstruktorów poprzez prowadzenie prac zmierzających do właściwego uszeregowania priorytetów oraz do prawidłowego doboru urządzeń i oprogramowania dla potrzeb poprawnego skonfigurowania systemu dla konkretnego zastosowania. Bardzo ważna będzie także możliwość badania gotowych (firmowych) systemów automatyki budynkowej, dzięki czemu możliwe będzie ich obiektywne (niezależne) testowanie, ocenianie, a w przyszłości być może także akredytowanie.

W laboratorium, o którym mowa, znajdą więc potrzebne udogodnienia i wyposażenie zarówno naukowcy, jak i wynalazcy, konstruktorzy, projektanci i specjaliści od eksploatacji inteligentnych budynków. Prace laboratorium, a co za tym idzie, możliwość realizowania w nim pierwszych projektów, rozpoczną się pod koniec 2015 roku.


Najważniejsze w kontekście tego artykułu wydaje się to, że twórcy projektu DLJM Lab z góry zakładają, iż badane i testowane struktury wyposażenia inteligentnego budynku oraz koncepcje algorytmów sterowania tymi strukturami będą w większym niż dotychczas stopniu angażowały właśnie metody sztucznej inteligencji. I to jest właśnie

to, czego w aktualnej sytuacji najbardziej potrzeba!

Bibliografia

- [1] MIKULIK J. (RED): Referaty naukowe 4. Kongresu „Intelligent Building Systems”, Kraków 2006.
- [2] CLEMENTS-CROOME D.: *Intelligent Buildings: design, management and operation*. Thomas Telford LTD, 2006
- [3] KOMAR B., KUCHARCZYK-BRUS B., MASŁY D., NIEZABITOWSKA E., NIEZABITOWSKI A., NIEZABITOWSKI M.: *Oceny jakości środowiska zbudowanego i ich znaczenie dla rozwoju koncepcji budynku zrównoważonego*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.
- [4] OŻADOWICZ A.: *Analiza porównawcza dwóch systemów sterowania inteligentnym budynkiem – systemu europejskiego EIB/KNX oraz standardu amerykańskiego na bazie technologii LonWorks*. Rozprawa doktorska, Kraków 2006.
- [5] SZEPIETOWSKI M.: *Wysokie IQ; Porównanie systemów inteligentnego domu*. „Budujemy Dom” 8/2007.
- [6] WNUK R.: *Budowa Domu Pasywnego w praktyce*. Wydawnictwo Przewodnik Budowlany, 2006.
- [7] WNUK R.: *Instalacje w domu pasywnym i energooszczędnym*. Wydawnictwo Przewodnik Budowlany, 2007
- [8] ŻELKOWSKI M.: *Dom bezpieczny i inteligentny: Instalacje inteligentne*. „Budujemy Dom” 3/2008.

Obszerniejszy wykaz literatury na temat inteligentnych budynków znaleźć można pod adresem internetowym http://www.uci.agh.edu.pl/uczelnia/tad/dorobek_naukowy.php?id=pubwww

 **prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz**
Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra
Automatyki i Inżynierii Biomedycznej

artykuł recenzowany