

Dariusz KURZ*

PORÓWNANIE SYSTEMÓW AUTOMATYKI BUDYNKOWEJ DLA DOMU JEDNORODZINNEGO

W pracy dokonano przeglądu kilku wybranych systemów inteligentnego budynku pod kątem ich wykorzystania w budownictwie jednorodzinym. Scharakteryzowano wybrane systemy, określono założenia projektowe jakie powinna spełniać instalacja automatyki domowej. Oszacowano koszty systemu, wykonanego zgodnie z założeniami projektowymi. Wskazano na wady i zalety oraz różnice występujące w instalacjach wykonanych w oparciu o zaprezentowane systemy. Wskazano na możliwości rozbudowy istniejącego systemu.

SŁOWA KLUCZOWE: budynek inteligentny, automatyka budynkowa, systemy przewodowe, systemy bezprzewodowe

1. WPROWADZENIE

System inteligentnego zarządzania budynkiem sięga swą historią lat 70-tych i został opracowany w Stanach Zjednoczonych. Wywodzi się z systemów kontroli produkcji zautomatyzowanej i optymalizacji środowiska rozwoju roślin. Stworzone rozwiązania pozwoliły na skonstruowanie systemów zarządzania budynkiem, głównie w zastosowaniu biurowym, a z czasem zostały przeniesione na budynki prywatne. Budynek inteligentny posiada system czujników i detektorów oraz jeden zintegrowany system zarządzania wszystkimi instalacjami znajdującymi się w obiekcie. Dzięki temu, budynek może automatycznie reagować na zmiany środowiska wewnętrznego i zewnętrznego, co prowadzi do maksymalizacji funkcjonalności, komfortu i bezpieczeństwa oraz minimalizacji kosztów eksploatacyjnych. System nie powinien także wpływać negatywnie na ludzi znajdujących w jego środowisku [3, 4, 5].

Systemy inteligentnego budynku coraz mocniej wkraczają w sferę budownictwa jednorodzinne, nie są już dobrem luksusowym, na które mogli sobie pozwolić tylko nieliczni. Znaczna ilość producentów i różnego rodzaju systemów automatyki budynkowej powoduje konkurencję na rynku, a co za tym idzie spadek ich cen i większa dostępność, nawet dla tzw. „przeciętnego Kowalskiego”.

* Politechnika Poznańska.

Wśród standardów automatyki budynkowej można wyróżnić takie systemy jak EIB, LonWorks, Profibus lub BACnet, które mają już wieloletnią tradycję. Jednak na polskim rynku znanych jest jeszcze wiele innych systemów jak np. Teletask, LCN, DeltaDore. Na przestrzeni ostatnich lat, powstało także kilka polskich systemów: Fox, Nexo, Fibaro, Exta, F&Home, które są ciągle udoskonalane i zdobywają coraz większe uznanie klientów. Są to systemy zarówno przewodowe (wykorzystujące skrętkę lub przewody miedziane) jak i bezprzewodowe (wykorzystujące głównie pasmo częstotliwości ok. 868 MHz) [1, 2, 3, 4, 5, 10].

2. PRZEGLĄD SYSTEMÓW AUTOMATYKI BUDYNKOWEJ

Wśród wielu dostępnych na polskim rynku systemów wybrano kilka, które poddano analizie, pod względem możliwości oraz cen instalacji do zastosowania w indywidualnym budownictwie mieszkaniowym. Wzięto pod uwagę systemy przewodowe oraz bezprzewodowe, systemy bardzo proste (z małą liczbą urządzeń składowych) oraz rozbudowane, centralne (z jednostką centralną) i decentralne (wykorzystujące moduły logiczne) oraz w różnych przedziałach cenowych.

2.1. System Teletask

System automatyki Teletask jest belgijskim przewodowym systemem magistralnym, wykorzystującym skrętkę jako medium transmisyjne. Głównym elementem systemu jest jednostka centralna, która realizuje wszystkie zaprogramowane funkcje. Do jednostki centralnej, za pośrednictwem magistrali Autobus, podłączone są moduły wyjściowe oraz wejściowe co w połączeniu z odpowiednim oprogramowaniem pozwala na stworzenie inteligentnej instalacji zgodnej z wymaganiami i oczekiwaniami inwestorów. Dostępne są dwa rodzaje jednostek centralnych (Micros+ i Nanos), różniące się możliwościami i elementami składowymi. Wśród interfejsów wejściowych należy wyróżnić moduł wejść cyfrowych oraz szeroką gamę paneli dotykowych i wizualizacyjnych. Manipulacja funkcjami możliwa jest także poprzez urządzenia mobilne oraz Internet. Interfejsy wyjściowe (takie jak moduł przekaźników, silników AC i DC, wyjść analogowych) pozwalają np. na realizację sterowania oświetleniem, ogrzewaniem i roletami. W skład systemu wchodzi także czujniki temperatury, natężenia oświetlenia, wilgotności, piloty, interfejsy integracji systemów audio-wideo oraz bezpieczeństwa. System umożliwia połączenie automatyki budynkowej z innymi producentami, jak np. Satel czy DIVUS/KNX [6].

2.2. System Nexo

Polska firma Nexwell stworzyła centralny system Nexo, którego sercem jest płyta główna. Podejmuje ona wszystkie decyzje w systemie, odpowiada za system

alarmowy, oświetlenie, rolety, ogrzewanie, klimatyzację, multiroom oraz wideodomofon. Cała automatyka budowana jest tylko i wyłącznie z elementów należących do systemu (oczywiście oprócz czujników i włączników), możliwe jest także zintegrowanie urządzeń audio-wideo z systemem Nexo. Rozbudowa systemu opiera się na tzw. kartach rozszerzeń, odpowiedzialnych za poszczególne elementy automatyki. W przypadku awarii płyty głównej, użytkownik nie będzie miał dostępu do zaawansowanych funkcji automatyki, jednak poszczególne urządzenia, jak moduły oświetlenia, rolet czy przekaźniki, będą działały autonomicznie, pozwalając na obsługę światła, ogrzewania czy rolet z poziomu klasycznych przełączników. Dodatkowo klasyczny wyłącznik może mieć szersze zastosowanie niż w tradycyjnej instalacji, gdyż rozpoznaje trzy rodzaje przyciśnień: kliknij (złącz/wyłącz), przytrzymaj (ściemniej/rozjaśnij), podwójne kliknięcie (złącz/wyłącz inną funkcję). Obsługa systemu odbywa się za pomocą szerokiej gamy paneli dotykowych i wizualizacyjnych, aplikacji NexoVision na urządzenia mobilne z systemem Android i iOS, Internet oraz wiadomości SMS za pośrednictwem bramki GSM. System Nexo jest systemem magistralnym, wykorzystującym magistralę TUKAN, dołączanej do instalacji za pomocą specjalnej karty rozszerzeń – karty magistrali TUKAN. Magistrala TUKAN składa się z 4 linii (2 sygnałowych A i B oraz 2 zasilających ± 24 VDC), maksymalna długość magistrali wynosi 400 m, a max. ilość urządzeń magistralnych podłączonych do jednej linii to 128. W jednej instalacji można zainstalować do 32 kart magistrali TUKAN. Magistrala może przybierać topologię magistrali, gwiazdy lub mieszaną [7].

2.3. System Fox

Automatyka Fox, opracowana także przez firmę Nexwell, jest mniej rozbudowanym systemem w porównaniu do systemu Nexo z logiką rozproszoną. Całą instalację wykonuje się w oparciu o 4 moduły (wyjść przekaźnikowych Fox OUT, wyjść ściemnianych Fox DIMM, wyjść oświetlenia LED RGB – Fox LED, połączenia z siecią LAN lub Internet – Fox LAN). Dodatkowo niezbędny jest także zasilacz Fox POWER oraz szyny Fox BUS łączące moduły z zasilaczem. System wykorzystuje podobnie jak Nexo 4-przewodową magistralę 24 VDC. Obsługa systemu możliwa jest za pomocą aplikacji mobilnej, sieci Internet, klasycznych wyłączników oraz 6-pozycyjnych paneli dotykowych Fox TOUCH, realizujących do 13 funkcji. Panele mają także wbudowany czujnik temperatury oraz głośnik. Grawerowane ikony manipulatora wybiera użytkownik podczas zamawiania systemu. Niestety system Fox nie umożliwia rozbudowy lub integracji automatyki z systemami alarmowymi czy audio-wideo, brak jest także możliwości sterowania np. oświetleniem w oparciu o czujniki ruchu czy elektrozaworami grzejnikowymi CO z wykorzystaniem kontaktronów okiennych. System Fox umożliwia więc stworzenie tylko podstawowej automatyki budynkowej bez zaawansowanych funkcji czy integracji z innymi systemami [7].

2.4. System Fibaro

Alternatywą dla wymienionych wcześniej systemów przewodowych jest polski system bezprzewodowy Fibaro. Urządzenia systemu posiadają specjalny chip, odpowiadający za obsługę protokołu Z-Wave. Sieć ta jest siecią kratową mesh, wykorzystującą pasmo częstotliwości 868,42 MHz (w Europie). Dzięki modularności urządzeń instalacja systemu może odbywać się w dowolnym momencie (w trakcie budowy, zamieszkania czy być rozłożona na lata w zależności od potrzeb lub możliwości finansowych inwestora). Centralnym elementem systemu jest centrala Home Center Lite, co w połączeniu z modułami logicznymi pozwala na sterowanie różnymi elementami automatyki. Sterowanie wszystkimi funkcjami systemu może odbywać się za pomocą klasycznych wyłączników, aplikacji mobilnych na smartfonach i tabletach, sieci Interent. Brak natomiast jest paneli dotykowych czy wizualizacyjnych, choć ich funkcje może spełniać np. tablet z odpowiednią aplikacją powieszony na ścianie. System posiada moduły wyjść przekaźnikowych, ściemnianych, LED RGB, obsługę czujników np. temperatury, kontaktronów czy czujników ruchu. Na uwagę zasługuje element Motion Sensor, który skupia w sobie kilka czujników, a mianowicie czujnik ruchu, temperatury, natężenia oświetlenia oraz akcelerometr. Dzięki temu można ograniczyć liczbę urządzeń, jakie należy zamontować w pomieszczeniach [1, 8, 10].

2.5. System Exta Free

Exta Free jest bezprzewodową odmianą systemu Exta polskiej firmy Zamel, pracującą na częstotliwości 868,32 MHz. Elementem głównym systemu jest kontroler EFC-02 Mini, który po podłączeniu z routerem Wi-Fi daje możliwość sterowania wszystkimi odbiornikami systemu z poziomu aplikacji urządzeń mobilnych. Posiada on również możliwość tworzenia scen, funkcji czasowych oraz podglądu stanu czujników. Niestety komunikacja w tym systemie jest jednokierunkowa, tzn. w aplikacji można wysterować urządzenie, ale nie ma możliwości podglądu jego aktualnego stanu. Dostęp do systemu za pośrednictwem sieci Internet możliwy jest tylko dla użytkowników posiadających stały zewnętrzny adres IP po uprzednio wykonanych przekserowaniach na routerze. W przypadku dużych obiektów możliwa jest współpraca aplikacji mobilnej z kilkoma kontrolerami systemu. W skład systemu wchodzi nadajniki (dopuszkowe, na szynę TH35, klawiszowe, piloty) i odbiorniki radiowe (dopuszkowe i na szynę TH35 – wyjścia przekaźnikowe, roletowe, ściemniane, LED RGB). W aplikacji można dodać nieskończoną liczbę nadajników czy utworzyć scen, natomiast występują pewne ograniczenia co do liczby zdarzeń w jednej scenie (max. 15), jednocześnie załączonych scen (do 20), liczby zdarzeń w jednej funkcji czasowej (15), maksymalnej liczby zdefiniowanych funkcji czasowych do 50 oraz możliwe jest zdefiniowanie co najwyżej 50 czujników [9].

3. PROJEKT INSTALACJI INTELIGENTNEJ DOMU

W celu wykonania projektu instalacji inteligentnej wybrano przykładowy dom jednorodzinny o powierzchni użytkowej ok. 160 m², którego rzuty przedstawiono na rysunkach 1 i 2. Na planach dokonano przykładowego rozmieszczenia elementów podlegających kontroli i sterowaniu przez automatykę oraz części niektórych składników instalacji (legendę z oznaczeniami elementów pokazano na rysunku 3). W zależności od rozpatrywanego systemu automatyki, niektóre elementy nie występują w ogóle lub są zintegrowane z innymi. Liczba włączników także zależy jest od rodzaju systemu, a na rzutach zostało pokazane tylko ich umiejscowienie, a nie dokładna ich liczba. W tabeli 3.1 zestawiono elementy, które podlegały kontroli przez system inteligentnego budynku. Ich liczba i rodzaj determinuje wymaganą liczbę elementów każdego systemu w celu zaprogramowania określonej funkcjonalności.

Tabela 3.1. Zestawienie elementów instalacji podlegających analizie

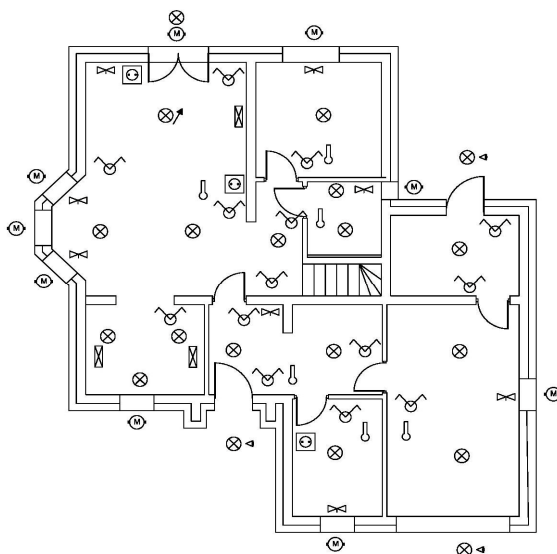
Lp.	Nazwa elementu	Liczba
1.	Rolety	12
2.	Elektrozawory grzejnikowe CO	16
3.	Oświetlenie	27
4.	Oświetlenie automatyczne	3
5.	Oświetlenie ściemniane	3
6.	Oświetlenie LED RGB	3
7.	Czujniki ruchu	3
8.	Czujniki temperatury	12
9.	Gniazdo sterowane	6
10.	Włączniki/panele/piloty	Zależne od rodzaju systemu

Projektowana instalacji inteligentnego domu powinna zapewniać:

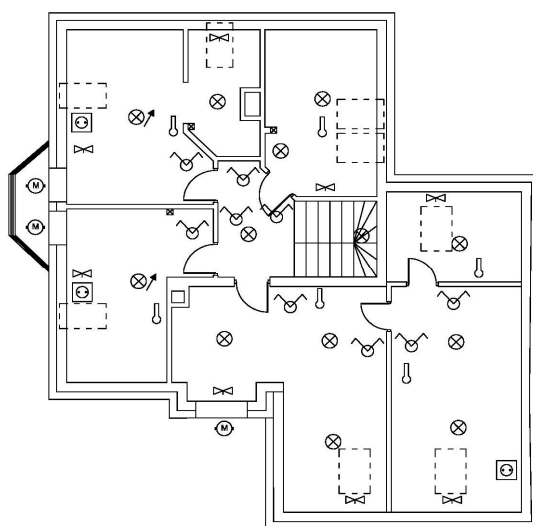
- zmianę poziomu oświetlenia (zwykłego, ściemnianego, automatycznego z wykorzystaniem czujników ruchu, LED RGB),
- sterowanie temperaturą (w oparciu o elektrozawory grzejnikowe CO i czujniki temperatury),
- załączanie napięcia w wybranych gniazdach elektrycznych,
- sterowanie roletami okiennymi,
- kontrolę i manipulację za pomocą włączników, pilotów, paneli dotykowych, sieci Wi-Fi, Internetu, smartfona (w zależności od systemu).

Projekt przewiduje sterowanie tylko podstawowymi elementami instalacji, które mają największy wpływ na oszczędności energii elektrycznej i cieplnej oraz dają użytkownikowi możliwość łatwego i zdalnego sterowania urządzeniami. Występują głównie punkty oświetleniowe załącz/wyłącz oraz kilka










opraw automatycznych (na zewnątrz budynku), ściemnianych oraz LED RGB. System umożliwia także sterowanie wszystkimi roletami okiennymi oraz załączenie/odłączenie napięcia w kilku gniazdach elektrycznych 230 V. Wydzielono 12 stref grzewczych, w których zainstalowanych będzie 16 grzejników CO z elektrozaworami.



Rys. 1. Rzut parteru budynku



Rys. 2. Rzut piętra budynku

 Silnik rolety	 Oświetlenie
 Elektrozawór	 Oświetlenie automatyczne
 Czujnik temperatury	 Ściemniacz
 Włacznik	 LED
 Gniazdo sterowane	

Rys. 3. Legenda zastosowanych oznaczeń na rzutach budynku

Zaprojektowany system powinien umożliwiać automatyczne sterowanie temperaturą w wyznaczonych strefach (pomieszczeniach), sterować roletami oraz oświetleniem. Odpowiednio dobrane elementy dla każdego systemu pozwolą na tworzenie różnego rodzaju funkcji i scen, które wzbogacą podstawową funkcjonalność automatyki.

4. PODSUMOWANIE SYSTEMÓW

Na podstawie danych producentów, ich katalogów produktów oraz posiadanej wiedzy dobrano niezbędne elementy składowe każdego z przedstawionych pięciu systemów automatyki budynkowej w celu właściwej obsługi instalacji. W niektórych systemach (jak Fox, Exta Free), dobrane elementy pozwolą tylko i wyłącznie na zapewnienie założonej funkcjonalności, natomiast w innych (bez dodatkowych nakładów sprzętowych) użytkownik otrzyma jeszcze inne możliwości funkcjonalne systemu. W tabeli 4.1 zestawiono koszty elementów instalacji poszczególnych systemów, wykonane w oparciu o aktualne cenniki firm. Jedynie dla systemu Teletask należało uwzględnić kurs waluty obcej (przyjęto 1 Euro = 4,2 zł), natomiast pozostałe systemy są produkowane przez polskie firmy w Polsce.

Tabela 4.1. Zestawienie cen elementów instalacji systemów automatyki

Lp.	Nazwa systemu	Cena brutto PLN
1.	Teletask	49 658
2.	Nexo	44 108
3.	Fibaro	30 102
4.	Fox	26 529
5.	Exta Free	12 155

Analizując otrzymane koszty można zauważyć bardzo duże różnice pomiędzy najtańszym a najdroższym systemem, bo aż 4-krotnie więcej kosztuje sys-

tem Teletask w porównaniu z Exta Free. Wśród porównywanych systemów przewodowych różnice cen są na poziomie 50%, podobnie jak w przypadku tylko systemów bezprzewodowych. Jednak trudno jest porównać wszystkie systemy pod względem funkcjonalnym. Exta Free oraz Fox są systemami oferującymi jedynie pewną podstawową automatykę, mają małe możliwości sterowania i niedużą liczbę urządzeń. Dodatkowo Exta Free posiada tylko komunikację jednokierunkową, a programowanie systemu polega głównie na parowaniu nadajników i odbiorników. System Fox posiada za to darmowe aplikacje do tworzenia własnych funkcji (jednak wymaga pewnej wiedzy, aby samodzielnie wykonać oprogramowanie automatyki), posiada większe możliwości i brak ograniczeń co do liczby funkcji. Natomiast nie ma możliwości jego rozbudowy czy integracji z systemem alarmowym. System Fibaro jest dobrą alternatywą, pozwalającą przy stosunkowo niedużych nakładach inwestycyjnych, stworzyć w pełni funkcjonalną instalację inteligentnego domu. Dodatkowo można go jeszcze wzbogacić o dodatkowe elementy, które nie zostały uwzględnione w niniejszym projekcie (jak np. kontaktrony) i wykorzystać je do jeszcze efektywniejszego sterowania domem. Systemy Nexo i Teletask posiadają podobne ceny oraz możliwości funkcjonalne i rozbudowy o dodatkowe elementy. System Teletask umożliwia integrację urządzeń/systemów różnych producentów (jak system alarmowy, ekran wizualizacyjny DIVUS/KNX, wideo domofon itp.), natomiast system Nexo posiada wszystkie swoje podsystemy, które można dołączyć za pomocą tzw. kart rozszerzeń. Z jednej strony integracja elementów pochodzących od różnych producentów pozostawia inwestorowi duże pole manewru w wyborze podzespołów, z drugiej jednak nie zawsze będzie możliwe dobranie wszystkich elementów pod względem wizualnym. Możliwe, że dzięki większej konkurencyjności cena urządzeń będzie niższa, jednak późniejsze gwarancje czy naprawy serwisowe będą wymagały zaangażowania osobnej firmy dla każdego podsystemu. Firma Nexwell oferuje kompletny system ze wszystkimi elementami (łącznie z alarmem, wizualizacją itd.), dzięki czemu wszystkie elementy będą w tym samym stylu a obsługą instalacji będzie zajmowała się jedna firma. Jednak trudności mogą pojawić się w momencie chęci rozbudowy systemu o urządzenia innych firm, które mogą pojawić się za kilka lat bądź likwidacji firmy i braku serwisu.

Należy zaznaczyć, że systemy takie jak Teletask, Nexo i Fox są systemami przewodowymi, dlatego też do ceny instalacji należałoby jeszcze dodać koszty niezbędnego oprzewodowania oraz jego ułożenia. Koszt i czas montaż urządzeń we wszystkich systemach jest podobny (w Fibaro i Exta Free o kilkanaście procent niższy niż w pozostałych). Dodatkowo montażu systemu bezprzewodowego można dokonać w dowolnym momencie, natomiast systemu przewodowego albo w trakcie budowy lub gruntownego remontu, gdyż wiąże się to z położeniem nowych przewodów w ścianach.

5. WNIOSKI

Systemy inteligentnego domu oferują wiele możliwości, ułatwiają życie użytkownikom, podnosząc jego komfort i bezpieczeństwo oraz minimalizują koszty eksploatacyjne budynku. Wśród wielu dostępnych na rynku systemów, inwestor musi przeprowadzić bardzo wnikliwą analizę, określić własne potrzeby i możliwości finansowe aby dokonać właściwego wyboru, gdyż jest to decyzja na wiele lat.

LITERATURA

- [1] Baranowski J., Chronowski J., Długosz M., Mitkowski W., Piątek P., Skruch P., Bezprzewodowy system automatyki domowej pracujący w standardzie sieci Z-Wave, *Pomiary Automatyka Robotyka*, nr 7–8/2013.
- [2] Borkowski P., *Podstawy integracji systemów zarządzania w obrębie obiektu*, WNT, Warszawa 2009.
- [3] Kamińska A., Boruta Z., Muszyński L., Radajewski R., *Nowoczesne techniki w projektowaniu energooszczędnych instalacji budynkowych w systemie KNX*, Poznań 2011.
- [4] Mikulik J., *Inteligentne budynki: Teoria i praktyka*, Oficyna Wydawnicza, Kraków 2010.
- [5] Niezabitowska E., *Budynek inteligentny. Tom I: Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.
- [6] <http://emiter.net>, dn. 20.01.2017
- [7] <http://nexwell.eu>, dn. 20.01.2017
- [8] <http://new.fibaro.com>, dn. 20.01.2017
- [9] <http://zamel.pl/pl,220,0,exta-free>, dn. 20.01.2017
- [10] <http://www.z-wave.com>, dn. 30.01.2017

COMPARISON OF BUILDING AUTOMATION SYSTEMS FOR SINGLE-FAMILY HOUSE

The paper is a review of a few selected intelligent building systems for their use in residential construction. Characterized selected systems, set design assumptions to be met by the installation of home automation. The costs of the system, made in accordance with the design assumptions. They pointed out the advantages and disadvantages and differences in systems made on the basis of presented systems. The possibilities of expanding the existing system.

(Received: 30. 01. 2017, revised: 15. 02. 2017)