

Comparative analysis of software for smart homes

Analiza porównawcza oprogramowania dla inteligentnych domów

Mateusz Woliński*, Tomasz Szymczyk

Department of Computer Science, Lublin University of Technology, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Poland

Abstract

The article presents the results of a comparative analysis of smart home software. For this purpose, the domestic market of producers of such solutions was analyzed and selected 17 systems that are among the most popular. A comparative methodology was developed to determine which of these solutions turned out to be the best. The results are presented in tables and graphs.

Keywords: intelligent building; intelligent home systems; communication methods; home automation

Streszczenie

W artykule zaprezentowano wyniki analizy porównawczej oprogramowania inteligentnych domów. W tym celu przeanalizowano krajowy rynek producentów takich rozwiązań i wybrano 17 systemów, które należą do najpopularniejszych. Do określenia które z tych rozwiązań okazało się najlepsze stworzono metodologię porównawczą. Wyniki przedstawiono w tabelach i na wykresach.

Słowa kluczowe: inteligentny budynek; systemy inteligentnego domu; sposoby komunikacji; automatyka domowa

*Corresponding author

Email address: mateusz.wolinski@pollub.edu.pl (M. Woliński)

©Published under Creative Common License (CC BY-SA v4.0)

1. Wstęp

Interakcja między ludźmi a ich otoczeniem może zachodzić na wiele różnych sposobów. Ludzie zazwyczaj większość czynności wykonują w domu i możliwe jest osiągnięcie wielu korzyści, jeżeli to środowisko potrafi interaktywnie reagować na ich zachowania i gesty. Inteligentny dom to inteligentne otoczenie, które jest w stanie działać odpowiednio do zachowania jego mieszkańców.

Koncepcja inteligentnych domów jest rozwijana od lat 90 [1]. Według badaczy tematu, dom inteligentny to dom, który jest w stanie pomagać mieszkańcom żyć niezależnie i komfortowo za pomocą nowych technologii [2]. W domu inteligentnym wszystkie urządzenia mechaniczne i cyfrowe są ze sobą połączone tak, by stworzyć sieć, gdzie mogą się między sobą komunikować oraz stworzyć z użytkownikiem interaktywną przestrzeń.

Inteligentne domy to coś więcej niż tylko innowacja techniczna. Inteligentne domy to pierwsza konieczność dla nowoczesnego człowieka. Jako że w mieszkaniach spędzamy znaczną część naszego życia, powinny one jak najbardziej przyczyniać się do utrzymania naszego zdrowia i dobrego stanu. W szczególności powinno to obejmować zachowanie zdrowia psychicznego, bowiem w obecnej epoce cyfrowej każdy odczuwa presję przepływu informacji, która może prowadzić do dyskomfortu, stresu, a nawet chorób. Przetworzenie tych informacji i wybór tych najbardziej potrzebnych i interesujących - to zadanie systemów inteligentnego domu.

2. Badane systemy

Spośród szerokiej gamy systemów automatyki budynkowej, oferowanych przez różnych producentów na polskim rynku wybrano 17, które zostały pokrótce scharakteryzowane i poddane dalszej analizie. Badane systemy to:

1. Fibaro - bezprzewodowy system automatyki domowej oparty na technologii radiowej. Stwarza to możliwość uinteligentniania istniejących już tradycyjnych instalacji elektrycznych bez działań inwazyjnych takich jak remont. System Fibaro współpracuje również z systemami sterowania głosowego Google Assistant, Amazon Alexa, Apple Siri. System został wykonany w technologii Z-Wave, która stanowi wiodącą metodę w zakresie bezprzewodowej automatyki domowej. Najnowsza centrala Home Center 3 jest w stanie także obsługiwać łączność WiFi. Na rynku dostępny jest szeroki zakres urządzeń od różnych producentów, które można ze sobą łączyć w jeden system, gdyż są wzajemnie kompatybilne. System może funkcjonować bez dostępu do internetu, jednak taki dostęp jest potrzebny, gdy użytkownik jest poza zasięgiem własnej sieci Z-Wave [3].
2. Grenton - to polski system automatyki budynkowej zaprojektowany dla wszelkiego rodzaju budynków. Jest to system hybrydowy, obsługujący zarówno łączność bezprzewodową jak i kablową, więc ma zastosowanie w nowo budowanych jak i w istniejących budynkach. Komunikacja między CLU odbywa się przez magistralę systemową opartą na standardzie Ethernet. Zapewniają także łączność

- z modułami IOM (Input/Output Module), które realizują funkcje wejść i wyjść. Komunikacja za pomocą magistrali lokalnej może odbywać się przewodowo (TF-Bus) lub bezprzewodowo, wykorzystując standard Z-Wave [4].
3. F&Home - kablowy system inteligentnego domu przeznaczony głównie do obiektów dopiero się budujących lub w trakcie generalnego remontu. Struktura instalacji w systemie F&Home ma schemat gwiazdy, co oznacza, że wszystkie instalacje kablowe schodzą się w jednym, centralnym punkcie [5].
 4. F-Home Radio - F&Home RADIO to mieszany system automatyki budynkowej przeznaczony głównie dla domów jednorodzinnych i mieszkań. Rozwiązania F&Home należą do jednych z najtańszych na rynku, a modułowość systemu daje możliwość rozłożenia rozbudowy instalacji w czasie. Największą zaletą systemu F&Home RADIO jest dowolne programowanie. Narzędzie to pozwala na swobodną konfigurację oraz tworzenie funkcji logicznych by jak najlepiej dopasować się do personalnych potrzeb użytkowników. Jest to system otwarty [6].
 5. DEIMIC - polski system inteligentnej automatyki domowej. Deimic One jest systemem uniwersalnym i może sterować automatyką budynkową, elementami wyposażenia oraz zarządzać instalacjami w praktycznie każdym obiekcie czy przestrzeni. Jednostka sterująca to Deimic One Master, opierająca się na systemie Linux i DEIMIC Core. Deimic to system kablowy działający w topologii gwiazdy z jednostką centralną, do której podłączone są wszystkie peryferia. Systemem można zarządzać za pomocą urządzeń mobilnych z zainstalowaną dedykowaną aplikacją, przez przeglądarkę lub wykorzystując standardowe przełączniki [7].
 6. Teletask - został stworzony w latach 70. w Belgii i ciągle jest rozwijany. Stosowany jest obecnie w ponad 30 krajach. Jest to przewodowy system posiadający własną, modułową architekturę, polegającą na tworzeniu sieci interfejsów z różnych czujników, przekaźników, silników itp. Połączone są one za pomocą magistrali kablowej AUTOBUS, wykorzystującą do transmisji danych skrętkę. Łączy ona wszystkie elementy systemu z głównym modulem, którym jest jednostka centralna. Teletask ma możliwość kooperacji także z innymi producentami [8].
 7. Exta Free - system bezprzewodowego sterowania to proste i elastyczne rozwiązanie sterowania radiowego. Exta Free znajduje zastosowanie w sterowaniu oświetleniem, roletami, napędami bram. Odbiorniki systemu pracują w trybie: monostabilnym, bistabilnym oraz czasowym. Użytkownik sam wybiera w jaki sposób ma działać urządzenie. System jest więc w pełni uniwersalny. Komunikacja odbywać się może nie tylko za pomocą nadajników radiowych, ale także za pomocą smartfonów czy tabletów [9].
 8. MyHome - umożliwia realizację projektów o różnej wielkości – od automatyki pojedynczych funkcji w domu takich jak oświetlenie czy rolety, po wielofunkcyjne i zintegrowane systemy. Do zasilania urządzeń i przesyłania danych między nimi wykorzystywana jest dwuprzewodowa magistrala SCS BUS. Uzupełnieniem systemu magistralnego są rozwiązania radiowe, wykorzystujące w komunikacji protokół ZigBee. Elementy wykonawcze dostępne są w dwóch wersjach – modułowej, która służy do montażu w rozdzielnicach oraz jako elementy osprzętu, które montowane są podtynkowo. Takie rozwiązanie umożliwia funkcjonowanie systemu o budowie scentralizowanej lub peryferyjnej, czyli rozproszonej, zależnie od rodzaju obiektu oraz indywidualnych potrzeb [10].
 9. KNX - opiera się na różnych mediach transmisyjnych. Najczęściej stosowanym jest jednoparowa skrętka (twisted pair), rzadziej przewody zasilające (power line) i fale radiowe. Czasami wykorzystywany jest także protokół internetowy. System KNX posiada najbardziej szerokie spektrum możliwości sterowania domem. Instalacja magistralna KNX jest trasowana dedykowanymi przewodami telekomunikacyjnymi. Jej podstawowym elementem jest linia łącząca wszystkie magistralne urządzenia. Każda z linii ma własne zasilanie. Projekt instalacji może mieć topologię dowolnego drzewa, łańcucha czy gwiazdy. Możliwe jest także łączenie i dowolne rozgałęzianie sieci. Jedynym warunkiem jest nietworzenie pętli. System KNX ma strukturę rozproszoną, więc nie wymaga jednostki centralnej. Każde urządzenie magistralne w instalacji posiada własny procesor niezbędny do niezależnej pracy. Dzięki temu w przypadku uszkodzenia jednego z urządzeń, wszystkie pozostałe działają normalnie. System KNX jest standardem wspieranym przez ponad 400 niezależnych producentów [11].
 10. LCN - niemiecki system sterowania domem, powstały w roku 1992. System LCN jest systemem magistralnym, gdzie magistralą jest dodatkowy przewód w instalacji elektrycznej. W instalacji jednofazowej będzie to czwarty przewód, a w trójfazowej szósty. Przekrój tego przewodu jest taki sam jak pozostałych w instalacji. Wraz z przewodem neutralnym pełniącym rolę żyły powrotnej, tworzą obwód magistralny. W systemie nie występuje typowy podział urządzeń magistralnych na aktery i sensory. Urządzenia mają znacznie większą autonomię i mogą realizować jednakowo funkcje wejścia i wyjścia. Urządzenie magistralne posiada własny mikroprocesor i pamięć, w której przechowywana jest jego konfiguracja [12].
 11. Loxone - jest systemem automatyki budynkowej powstałym w Austrii. Jest to system o architekturze scentralizowanej, gdzie jednostka centralna – Loxone Miniserver jest jednocześnie serwerem wizualizacji. Przetwarza on wszystkie sygnały przychodzące i wychodzące z systemu. System Loxone jest systemem hybrydowym. Łączność może być zarówno

- przewodowa, oparta na dedykowanym protokole Loxone Tree, jak również bezprzewodowa, wykorzystująca także autorski system Loxone Air. Dlatego system może być wdrażany zarówno w nowobudowanych budynkach, jak i już istniejących. Loxone jest systemem zamkniętym, jednak dzięki dedykowanym modułom istnieje możliwość integracji z urządzeniami w standardzie KNX lub np. urządzeniami alarmowymi [13].
12. Nexo - polski system automatyki budynkowej produkowany przez firmę Nexwell Engineering. Jest to system scentralizowany logicznie i fizycznie. Komunikacja między składowymi systemami zachodzi przewodowo, poprzez magistralę Tukan. W przypadku uszkodzenia jednostki centralnej, urządzenia funkcjonują w zakresie podstawowym bez wsparcia jednostki głównej. Możliwe jest wtedy sterowanie oświetleniem i roletami z poziomu tradycyjnych przełączników. System dzieli się na trzy warianty: podstawowy, rozszerzony i ekskluzywny. Nexo posiada swój własny system alarmowy, w pełni połączony z automatyką budynku, dostępny już w podstawowym wariantcie [14].
 13. Ampio - jest polskim systemem automatyki budynkowej. Jest to system o rozproszonej logice, ale fizycznie hybrydowy. Elementy mogą być mocowane na szynie DIN w rozdzielnicach lub w puszkach elektrycznych. Komunikacja odbywa się przewodowo, wykorzystując magistralę CAN firmy Bosch, jednak ma możliwość pracy bezprzewodowej. System posiada moduł redundancji zasilania magistrali, który praktycznie eliminuje awarie jednostki centralnej. Urządzenia mają własne mikroprocesory z zapisaną konfiguracją. Uszkodzenie jednego urządzenia wyklucza tylko odbiory/sensory podłączone do niego. System Ampio znajduje zastosowanie we wszystkich rodzajach budownictwa [15].
 14. Domatiq - jest rozwiązaniem systemowym, co oznacza, że jest zintegrowany z instalacją elektryczną. Działanie systemu realizowane jest w topologii multi-master, w której komunikacja pomiędzy poszczególnymi modułami zachodzi za pomocą magistrali CAN. Wdrażanie systemu odbywa się poprzez rozprowadzenie dedykowanej instalacji elektrycznej i zintegrowanie jej w tablicy rozdzielczej obiektu. Takie rozwiązanie jest gwarantem stabilności oraz znacznie mniejsza awaryjność i konieczność częstego serwisu elementów [16].
 15. Satel - Centrale alarmowe Integra firmy Satel są bardzo dobrym przykładem rozwiązania dającego możliwość połączenia systemu alarmowego oraz systemów automatyki budynkowej. Oprócz korzystania z klasycznych funkcji centrali alarmowej, możliwe jest stworzenie rozbudowanego systemu inteligentnego budynku. Producent daje do dyspozycji moduł INT-KNX-2, co pozwala rozbudowywać system o elementy działające w europejskim standardzie KNX. Efektem tego może być stworzenie systemu o bardzo dużej funkcjonalności i wygodzie użytkownika oraz pełnej kompatybilności z innymi podzespołami pracującymi w tym standardzie. Dodatkowe moduły rozszerzeń oraz komunikacji umożliwiają współpracę centrali z innymi systemami automatyki [17].
 16. xComfort - system bezprzewodowy, komunikujący się w częstotliwości 868,3 MHz. Transmisja odbywa się dwukierunkowo, czyli urządzenie, które otrzymało polecenie potwierdza jego odebranie i wysyła o tym sygnał do urządzenia nadawczego. System działa w oparciu o architekturę rozproszoną, więc uszkodzenie centralnego sterownika nie ma wpływu na pracę systemu. Centrala systemu xComfort pozwala na sterowanie maksymalnie 99 – cioma urządzeniami. Umożliwia ona zdalne sterowanie oraz wizualizację działania systemu z poziomu aplikacji smartfona, tabletu oraz przeglądarki www [18].
 17. Ferguson - kolejny polski system automatyki domowej. Cechami systemu są wszechstronność i modułowa budowa umożliwiająca dowolne konfigurowanie elementów, zależnie od potrzeb użytkowników. Najmocniejszą cechą systemu jest jego podsystem alarmowy. Komunikacja między urządzeniami odbywa się za pomocą protokołu ZigBee lub WiFi, natomiast całością zarządzać można z poziomu aplikacji na urządzenia mobilne lub przeglądarki [19].
- ### 3. Analiza porównawcza
- Celem analizy porównawczej jest zdefiniowanie, który system posiada najlepsze parametry techniczne oraz największą funkcjonalność.
- #### 3.1. Kryteria analizy
- Na potrzeby pracy została opracowana metodyka porównawcza. Zaproponowano przydział punktowy w trzech wariantach, ze względu na istotność danej właściwości: 1 – 3, 1 – 5, 1 – 10 oraz wyjątkowo 1 – 20 w ocenie kosztów systemu. System z największą sumą punktów został uznany za najlepszy. Wszystkie 68 cech branych pod uwagę zostało podzielonych i pogrupowane w 9 poszczególnych kategoriach:
1. Funkcje i cechy ogólne,
 2. Systemy HVAC (*heating, ventilation, air conditioning*),
 3. Bezpieczeństwo,
 4. Zarządzanie multimediami,
 5. Kontrola urządzeń,
 6. Sterowanie roletami,
 7. Monitoring mediów,
 8. Pozostałe cechy,
 9. Uśredniony koszt systemu.
- Dla przykładu do kategorii „Bezpieczeństwo” zostało przypisanych 16 funkcji systemów inteligentnych związanych z ochroną zdrowia i mienia domowników:
1. powiadamianie o sytuacjach alarmowych wybranych osób i służb,

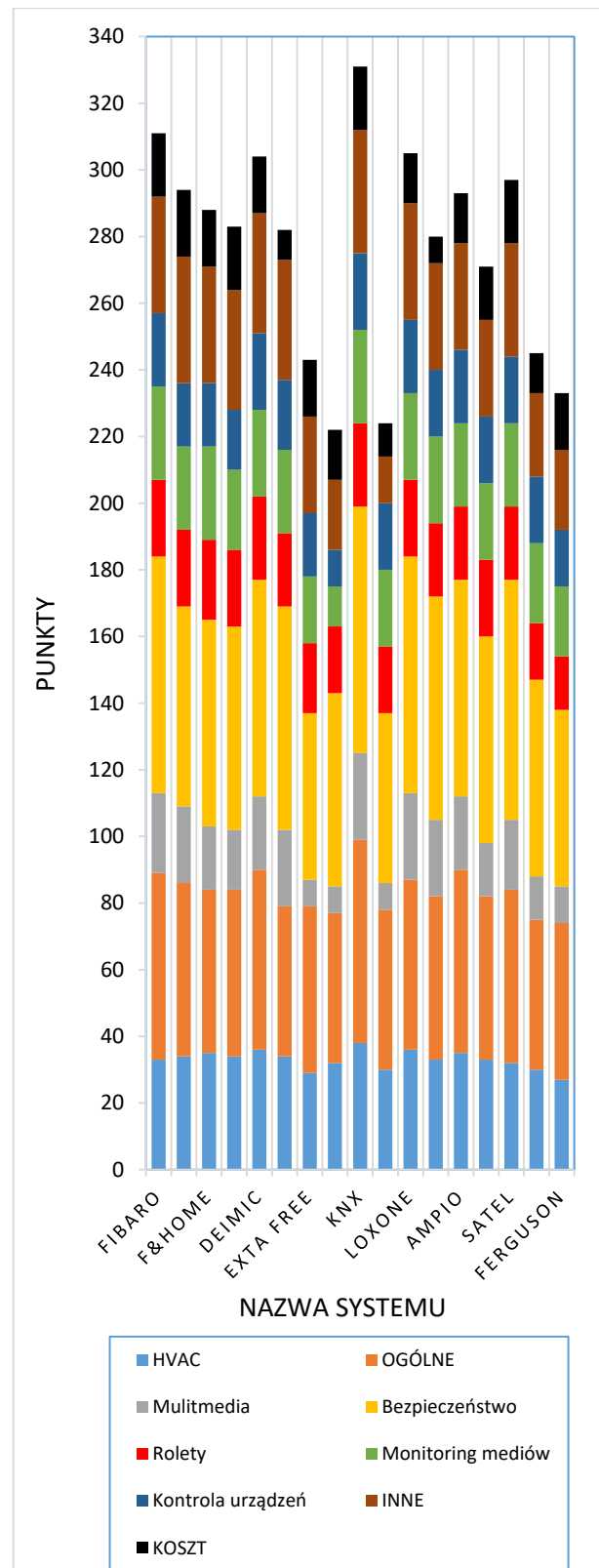
2. automatyczne odcinanie mediów w wypadku wykrycia zalania lub wycieku gazu,
3. symulacja obecności podczas pobytu poza domem,
4. automatyczne otwieranie rolet i bram w przypadku alarmu przeciwpożarowego,
5. informowanie lub automatyczne zamykanie otwartych okien,
6. przełączanie systemu wentylacji w wypadku alarmu pożarowego,
7. automatyczne zadziałanie systemu wentylacji i otwierania okien w przypadku wykrycia wycieku gazu lub tlenu węgla,
8. w przypadku alarmu miganie oświetlenia celem zwrócenia uwagi,
9. automatyczne rozbrajanie alarmu dla domowników nadchodzących od nieuzbrojonej części z wewnątrz domu,
10. własny podsystem alarmowy,
11. integracja z niezależnym alarmem,
12. możliwość sterowania kamerami obrotowymi poprzez smartfony i tablety z systemem Android, iOS lub przeglądarkę,
13. podgląd aktualnego obrazu z kamer,
14. programowanie czasowe (praca monitoringu w konkretnych godzinach, np. podczas pobytu w pracy),
15. tworzenie wirtualnych kluczy do domu,
16. powiadomienia i podgląd przez domofon.

W ocenie poszczególnych funkcji systemów inteligentnych domów w większości przyjęto zakres punktowy od 1 do 5, gdzie:

- 1 – oznacza brak danej cechy,
- 2 – dana zdolność występuje, jednak jest na podstawowym poziomie,
- 3 – zdolność jest na przeciętnym poziomie i pozwala użytkownikowi na więcej niż podstawowe możliwości,
- 4 – dana cecha jest bardzo dobrze rozwinięta, jednak do maksymalnej oceny brakuje szczegółów, które wyróżniają inne systemy,
- 5 – zdolność jest na bardzo wysokim poziomie i pozwala użytkownikom w pełni wykorzystywać daną funkcję systemu.

Analogicznie podział wygląda w pozostałych punktacjach (1 – 3, 1 – 10), tj. im więcej punktów, tym dany system lepiej wypada w danej kategorii.

Tabela 1 przedstawia sumaryczne zestawienie punktacji poszczególnych cech systemów smart home. Kolorem zielonym zaznaczono systemy z największą ilością punktów w danej kategorii. Całość zwizualizowano na wykresie: Rysunek 1.



Rysunek 1: Graficzne podsumowanie punktacji poszczególnych systemów.

Tabela 1: Zestawienie sum punktacji systemów smart home w poszczególnych kategoriach

| | Ogólny | H | Be | M | Ko | Ro | M | In | Ko |
|--------------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Fibaro | 56 | 33 | 71 | 24 | 22 | 23 | 28 | 35 | 19 |
| Grenton | 52 | 34 | 60 | 23 | 19 | 23 | 25 | 38 | 20 |
| F&Home | 49 | 35 | 62 | 19 | 19 | 24 | 28 | 35 | 17 |
| F&Home Radio | 50 | 34 | 61 | 18 | 18 | 23 | 24 | 36 | 19 |
| DEIMIC | 54 | 36 | 65 | 22 | 23 | 25 | 26 | 36 | 17 |
| Teletask | 45 | 34 | 67 | 23 | 21 | 22 | 25 | 36 | 9 |
| Exta Free | 50 | 29 | 50 | 8 | 19 | 21 | 20 | 29 | 17 |
| MyHome | 45 | 32 | 58 | 8 | 11 | 20 | 12 | 21 | 15 |
| KNX | 61 | 38 | 74 | 26 | 23 | 25 | 28 | 37 | 19 |
| LCN | 48 | 30 | 51 | 8 | 20 | 20 | 23 | 14 | 10 |
| Loxone | 51 | 36 | 71 | 26 | 22 | 23 | 26 | 35 | 15 |
| Nexo | 49 | 33 | 67 | 23 | 20 | 22 | 26 | 32 | 8 |
| Ampio | 55 | 35 | 65 | 22 | 22 | 22 | 25 | 32 | 15 |
| Domatiq | 49 | 33 | 62 | 16 | 20 | 23 | 23 | 29 | 16 |
| Satel | 52 | 32 | 72 | 21 | 20 | 22 | 25 | 34 | 19 |
| xComfort | 45 | 30 | 59 | 13 | 20 | 17 | 24 | 25 | 12 |
| Ferguson | 47 | 27 | 53 | 11 | 17 | 16 | 21 | 24 | 17 |

4. Wnioski

Automatyka domowa i systemy inteligentnego domu to wciąż rozwijające się dziedziny. Choć idea Smart Home ma już ponad pół wieku, to współczesne systemy ciężko nazwać inteligentnymi. Znaczna większość z nich działa na zasadzie akcji i reakcji. Wszelkiego rodzaju sensory zbierają informacje aktywując elementy wykonawcze według zapisanych wcześniej instrukcji i harmonogramów. Porównanie systemów inteligentnego domu dostępnych na rodzimym rynku pokazało, że obecnie nie ma idealnych rozwiązań. Producenci oferują bardzo konkurencyjną gamę rozwiązań, w stosunku jakość – cena. Głównymi kryteriami przy wyborze systemu automatyki staje się przede wszystkim sposób komunikacji elementów systemu. Zależne jest to od rodzaju budynku i jego instalacji oraz konieczności poważniejszych remontów. Według powyższego porównania, stabilność i pewność działania oraz bezpieczeństwo przesyłanych informacji gwarantuje przewodowy system KNX. Jest on także jednym z najbardziej rozbudowanych systemów dzięki swojej otwartości. W przypadku systemów bezprzewodowych, które dają możli-

wość nieinwazyjnej i łatwej instalacji oraz możliwości wdrożenia do dowolnego rodzaju obiektu, najlepiej wypadają firmy Fibaro, DEIMIC, Loxone i Ampio. Wszystko jednak zależy od klienta i opiera się na jego potrzebach, wizji oraz budżecie.

Literatura

- [1] M. Chan, D. Estève, C. Escriba, E. Campo, A review of smart homes-present state and future challenges, *Comput. Methods Progr. Biomed.* 91 (2008) 55–59.
- [2] J. Damico, *Smart Home: The Ultimate Guide For Beginners*, Independently Published, 2020.
- [3] Opis systemu Fibaro, <https://www.fibaro.com/pl/>, [12.06.2020].
- [4] Opis systemu Grenton, <https://www.grenton.pl/funkcje-inteligentny-dom.html>, [12.06.2020].
- [5] Opis systemu F&Home, <https://www.fhome.pl/pl/system-przewodowy.html>, [13.06.2020].
- [6] Opis systemu F&Home Radio, <https://www.fhome.pl/pl/system-przewodowy/katalog-przewodowy/mh-khmh-kf.html>, [13.06.2020].
- [7] Opis systemu DEIMIC, <https://ep.com.pl/rynek/prezentacje/11231-system-automatyki-budynkowejdeimic-one>, [01.05.2020].
- [8] Opis systemu Teletask, <https://teletask.be/en/solutions/end-user/>, [16.06.2020].
- [9] Opis systemu Exta Free, <https://www.zamel.com/pl-PL/produkty/exta-free-sterowanie-bezprzewodowe>, [16.06.2020].
- [10] Opis systemu MyHome, http://www.automatykadomowa.legrand.pl/pl/opis_myhome.html, [17.06.2020].
- [11] Opis systemu KNX, <http://knxtoday.com/2019/07/13941/the-new-knx-tpl-256-topology-more-devices-and-fewer-line-repeaters.html>, [25.06.2020].
- [12] Opis systemu LCN, <https://lcnpolska.pl/system/>, [25.06.2020].
- [13] Opis systemu Loxone, <https://www.loxone.com/pl/pl/smart-home/>, [25.06.2020].
- [14] Opis systemu Nexo, <http://nexwell.eu/smart-home/>, [26.06.2020].
- [15] Opis systemu Ampio, https://ampio.pl/dokumenty-strefy/dokumentacje/ampio_folder_2020.pdf, [19.06.2020].
- [16] Opis systemu Domatiq, <https://domatiq.pl/pl/smarthome>, [10.05.2020].
- [17] Opis systemu Satel, https://www.dobrzemieszkaj.pl/najlepsze-domy/technologie/334/inteligentny_dom_system_otwarty_czy_zamkniety.226695.html, [03.07.2020].
- [18] Opis systemu xComfort, https://www.moeller.pl/Documentation/Katalogi/Katalog_xComfort_2011.pdf, [21.06.2020].
- [19] Opis systemu Ferguson, https://ferguson-digital.eu/download/smarthome/FS1SH_Smart_Hub/manuals/Smart_Hub_user_manual_PL_v1.3.pdf, [22.06.2020].