



AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

WYDZIAŁ INFORMATYKI, ELEKTRONIKI I TELEKOMUNIKACJI

INSTYTUT ELEKTRONIKI

PRACA DYPLMOWA

*Projekt instalacji inteligentnego budynku bazującego na
podzespołach firmy "Satel"*

*Design of an intelligent building installation based on components from the "Satel"
company*

Autor:

Kierunek studiów:

Opiekun pracy:

Piotr Leszczyński

Elektronika i Telekomunikacja
dr inż. Jacek Ostrowski

Kraków, rok 2021

Spis treści

WSTĘP	4
CEL PRACY	5
ROZDZIAŁ 1 OMÓWIENIE SYSTEMU INTELIGENTNEGO BUDYNKU.....	6
1.1 HISTORIA INTELIGENTNYCH BUDYNKÓW	6
1.2 SYSTEMY INTELIGENTNEGO BUDYNKU.....	9
1.2.1 KNX.....	9
1.2.2 LCN.....	13
1.3 STANDARDY KOMUNIKACJI W INTELIGENTNYCH BUDYNKACH.....	16
1.3.1 X10.....	16
1.3.2 Z-wave.....	17
1.3.3 ZigBee.....	18
1.3.4 Wi-Fi.....	18
1.3.5 Bluetooth.....	19
1.4 INSTALACJE INTELIGENTNEGO BUDYNKU	20
1.4.1 Instalacja HVAC.....	20
1.4.2 Instalacja oświetleniowa.....	21
1.4.3 System kontroli dostępu (SKD).....	22
1.4.4 System sygnalizacji włamania i napadu.....	26
1.4.5 System telewizji dozorowej CCTV.....	28
1.4.6 System sygnalizacji pożarowej (SSP).....	31
ROZDZIAŁ 2 OPIS WYKORZYSTANYCH URZĄDZEŃ ORAZ PROJEKT STANOWISKA ...	33
2.1 HISTORIA FIRMY "SATEL"	33
2.2 URZĄDZENIA WCHODZĄCE W SKŁAD MAKIETY INTELIGENTNEGO BUDYNKU	33
2.2.1 Płyta główna centrali INTEGRA 32.....	33
2.2.2 Ekspander wejść i wyjść INT-PP	35
2.2.3 Ethernetowy moduł komunikacyjny ETHM-1 Plus	35
2.2.4 Manipulator z ekranem dotykowym INT-TSG-BSB.....	36
2.2.5 Programowalna czujka temperatury TD-1	37
2.2.6 Czujnik gazu ziemnego (metanu) DG-1 ME.....	37
2.2.7 Cyfrowa czujka dualna COBLAT Pro.....	38
2.2.8 Czujnik zasilania FD-1	39
2.2.9 Cyfrowa pasywna czujka podczerwieni do montażu sufitowego AQUA Ring.....	40
2.2.10 Akustyczna cyfrowa czujka zbitcia szyby INDIGO.....	40
2.2.11 Czujka magnetyczna K-1 i S-1.....	41
2.2.12 Autonomiczna optyczna czujka dymu ADR-20R.....	41

Spis treści

2.2.13	Czujnik ruchu PIR ISC-BPR2-WP	42
2.3	BILANS PRĄDOWY	43
2.4	SCHEMAT POŁĄCZEŃ ELEMENTÓW INTELIGENTNEGO BUDYNKU	45
2.5	MAKIETA INTELIGENTNEGO BUDYNKU.....	47
ROZDZIAŁ 3 OPIS WYKORZYSTANYCH URZĄDZEŃ ORAZ PROJEKT STANOWISKA ...		49
3.1	KONFIGURACJA I PROGRAMOWANIE.....	49
3.2	TESTY I SYMULACJE	53
3.2.1	Wyciek wody w łazience.....	53
3.2.2	Wyłączenie rekuperacji.....	54
3.2.3	Wykrycie gazu lub dymu	55
3.2.4	Automatyczne oświetlenie	56
3.2.5	Ogrzewanie i klimatyzacja	58
3.2.6	Makropolecenia	58
3.2.7	Aplikacja mobilna i zdalny dostęp	60
3.3	ĆWICZENIA.....	62
3.3.1	Ćwiczenie 1 - System inteligentnego budynku.....	62
3.3.2	Ćwiczenie 2 - System alarmowy.....	63
WNIOSKI.....		64
BIBLIOGRAFIA		65
SPIS ILUSTRACJI.....		66
SPIS TABEL		68

Wstęp

Inteligentne budynki stają się coraz bardziej popularne i powszechne. Na każdym kroku towarzyszą nam w życiu codziennym, czy to prywatnym czy zawodowym. Ze względu na stosunkowo niską cenę różnych komponentów, większość z chętnych może pozwolić sobie na zbudowanie takiego systemu, dostosowanego do jego indywidualnych potrzeb. Inteligentny dom nie musi być stosowany tylko w nowo powstałych obiektach. Dzięki coraz nowszym i lepszym standardom bezprzewodowym systemy automatyki można śmiało wkomponować do istniejących budynków.

Cel pracy

Celem pracy jest zaprojektowanie, zbudowanie i prezentacja stanowiska ukazującego działanie automatyki budynkowej w inteligentnym domu. Makieta docelowo ma być wykorzystywana przez studentów na zajęciach, tak aby w praktyce mogli zapoznać się z możliwościami, udogodnieniami i korzyściami jakie niesie za sobą inteligentny budynek.

Temat pracy inżynierskiej została przez autora wybrany w związku z wykonywaną pracą zawodową, opierającą się głównie na systemach zabezpieczeń, SSP, KD, CCTV czy SSWiN.

W rozdziale 1 pracy zostały pokazane wizje inteligentnych domów przyszłości, budowane i przedstawiane w XX wieku. Omówione zostały również najpopularniejsze systemy wykorzystywane podczas automatyzacji obiektów, przybliżono ich zasadę działania i strukturę budowy sieci opartą o dany standard. Opisano również główne instalacje jakie składają się na inteligentny budynek.

W kolejnym rozdziale 2 opisano i przedstawiono cechy oraz główne parametry urządzeń wykorzystanych do budowy stanowiska. Pokazano samą makietę, schemat połączeń oraz program zawarty w centrali.

W ostatnim rozdziale przedstawiono działanie systemu oraz możliwe zadania do realizacji na zbudowanym stanowisku. Wskazano również kierunek dalszego rozwoju projektu.

Rozdział 1

Omówienie systemu inteligentnego budynku

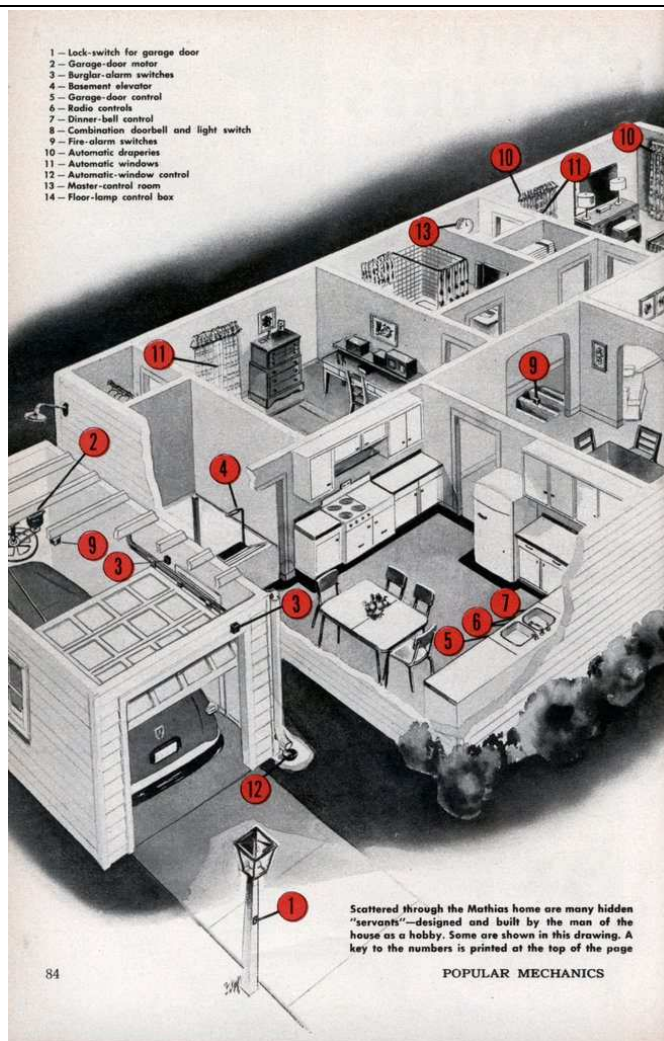
W rozdziale omówiono historię inteligentnych budynków, instalacje wchodzące w ich skład, systemy oraz standardy komunikacji. Definicja inteligentnego budynku stworzona przez European Intelligent Building Group (EIBG): *"inteligentny budynek to taki, który maksymalizuje efektywność działań użytkowników wykorzystujących go i pozwala na sprawne zarządzanie zasobami przy minimalnych kosztach eksploatacji"*.¹

1.1 Historia inteligentnych budynków

Początki inteligentnego domu (Smart Home) sięgają lat 50-tych XX wieku, kiedy to Emil Mathias zrealizował swoją wizję domu przyszłości, zwanego Push-Button Manor w mieście Jackson w USA (rysunek 1). Posiadłość wizjonera doczekała się artykułu w czasopiśmie „Popular Mechanics”. Dom ten posiadał takie udogodnienia jak: radio włączane rano, drzwi zamykane na wieczór, czujniki ognia, światła automatycznie włączane w komodzie podczas otwierania którejś z szuflad, okna zamykane automatycznie podczas deszczu czy rolety opuszczane z pilotów. To wszystko było możliwe dzięki ponad dwóm kilometrom przewodów oraz różnego rodzaju przełączników, przekaźników czy silników.²

¹ https://mfiles.pl/pl/index.php/Inteligentny_dom (dostęp 5.08.2021)

² <https://www.hotfootdesign.co.uk/white-space/push-button-manor-original-smart-home/> (dostęp 03.06.2021)



Rys. 1 Push-Button Manor³

Kolejnym przykładem, również z lat 50-tych XX wieku, a dokładnie z 1957 roku jest dom przyszłości Monsanto, który był atrakcją w parku rozrywki Disneyland w Kalifornii do 1967 roku, kiedy to został rozebrany. Budynek został w całości stworzony z włókna szklanego, dzięki współpracy firmy Monsanto, MIT oraz inżynierów Disneya (rysunek 2). Wszystko w tym domu zaskakiwało, ponieważ było automatyczne, elektryczne czy ruchome. Oto kilka udogodnień, które zostały w nim zastosowane: regulowana wysokość umywalki, elektryczna szczoteczka do zębów, elektryczna golarka, myjka ultradźwiękowa do naczyń czy mikrofalówka.⁴

³ Tamże

⁴ <https://magazif.com/architektura/house-of-the-future-dom-przyszlosci-w-disneylandzie/>
(dostęp 03.06.2021)

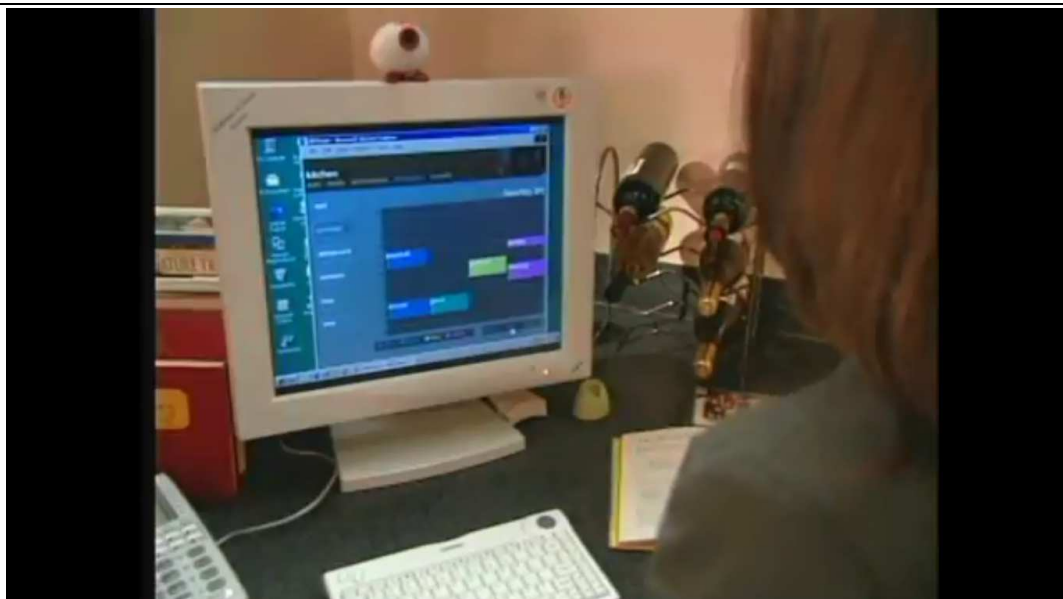


Rys. 2 Dom Monsanto w parku rozrywki Disneyland w Kaliforni⁵

W 1999 roku firma Microsoft przedstawiła swój pomysł na inteligentny budynek. W tym przypadku cały dom jest przedstawiony jako jeden wspólnie działający system. Wszystko jest zintegrowane i komunikuje się ze sobą (rysunek 3). Otwarcie drzwi wejściowych następuje po identyfikacji osoby przez skanowanie gałki ocznej, odcisk palca czy rozpoznanie głosu. Po wejściu do budynku można załączyć jeden z programów, który ma być realizowany i dom zachowa się dokładnie tak jak został zaprogramowany. Na filmie promocyjnym przedstawiono również integrację z domownikami, można śledzić ich za pomocą GPS oraz komunikować się z nimi poprzez wczesne koncepcje smartfonu oraz tabletu.⁶

⁵ Tamże

⁶ <https://pclab.pl/art70680.html> (dostęp 03.06.2021)



Rys. 3 Inteligentny dom firmy Microsoft z 1999 roku⁷

1.2 Systemy inteligentnego budynku

1.2.1 KNX

Jest on systemem magistralnym, od instalacji standardowych różni się tym, że sterowanie oraz zasilanie jest rozdzielone i wykorzystywane są do tego różne media. System KNX nie posiada żadnej centrali czy urządzenia centralnego, dlatego można nazwać go zdecentralizowanym. Jest to możliwe dzięki temu, że każde z urządzeń posiada mikroprocesor, a co za tym idzie mają one jednakowy dostęp do magistrali. Daje to zdecydowanie przewagę nad systemami centralnymi, gdzie uszkodzenie „mózgu” całego systemu powoduje jego paraliż. Awaria któregoś urządzenia w KNX spowoduje jedynie przerwanie funkcji realizowanych przez ten sprzęt, natomiast reszta systemu będzie działać normalnie. W tradycyjnym budynku wszystkie instalacje są niezależne. Sterowanie roletami nie jest zależne od ogrzewania czy oświetlenia, a przecież każda wartość wpływa na inne. W systemie KNX wszystkie systemy komunikują się ze sobą za pomocą magistrali, dzięki czemu dochodzi do współpracy między nimi. KNX monitoruje to co się dzieje i stara się przewidywać przyszłość. Dlatego może dojść do sytuacji, że w zimowy dzień ogrzewanie w ogóle nie zostanie włączone, ponieważ system wyliczy, że do nagrzania domu wystarczy promieniowanie słoneczne. Zakres zastosowań systemu KNX jest bardzo szeroki, można go stosować

⁷ kadr z filmu https://www.youtube.com/watch?v=9V_0xDUg0h0 (dostęp 03.06.2021)

w domkach jednorodzinnych, biurach, hotelach, fabrykach, magazynach, ogrodach, placach składowych czy nawet jachtach oraz statkach. one jest on z powodzeniem wykorzystywany do:

- sterowania oświetleniem;
- sterowania żaluzjami, roletami;
- sterowania i monitorowanie zużycia energii;
- wizualizacji stanów poszczególnych instalacji;
- zarządzania systemami kontroli dostępu oraz instalacjami alarmowymi;
- sterowania systemem multiroom;
- zarządzania urządzeniami AGD;
- monitorowania rozmaitych urządzeń, np. kotłów, pomp wodnych, central wentylacyjnych;
- sterowania urządzeniami audio-wideo.

Oczywiście KNX może odpowiadać zarówno za zarządzanie całym budynkiem, jak i również za pojedyncze pomieszczenia, w zależności od potrzeb użytkownika. To samo dotyczy się sterowania urządzeniami.

W zależności od rodzaju wykorzystywanych mediów do transmisji, KNX dzielimy na:

- KNX TP (Twisted Pair) - transmisja za pomocą skrętki telekomunikacyjnej;
- KNX PL (Power Line) - transmisja za pomocą elektrycznych przewodów zasilających;
- KNX IP (Internet Protocol) - transmisja za pomocą sieci komputerowej, standard 10/100Base-T;
- KNX RF (Radio Frequency) - transmisja za pomocą fal radiowych.

KNX posiada strukturę hierarchiczną, każdy z fragmentów instalacji zwanych liniami posiada separacje galwaniczną. Taka struktura ułatwia również projektowanie instalacji EIB, każda z linii może być projektowana osobno. Uruchomienie systemu także jest ułatwione, dopiero po sprawdzeniu każdej z linii można połączyć je w całość.

Najczęściej stosowaną magistralą jest skrętka telekomunikacyjna i na tej podstawie zostanie przedstawiona topologia KNX.

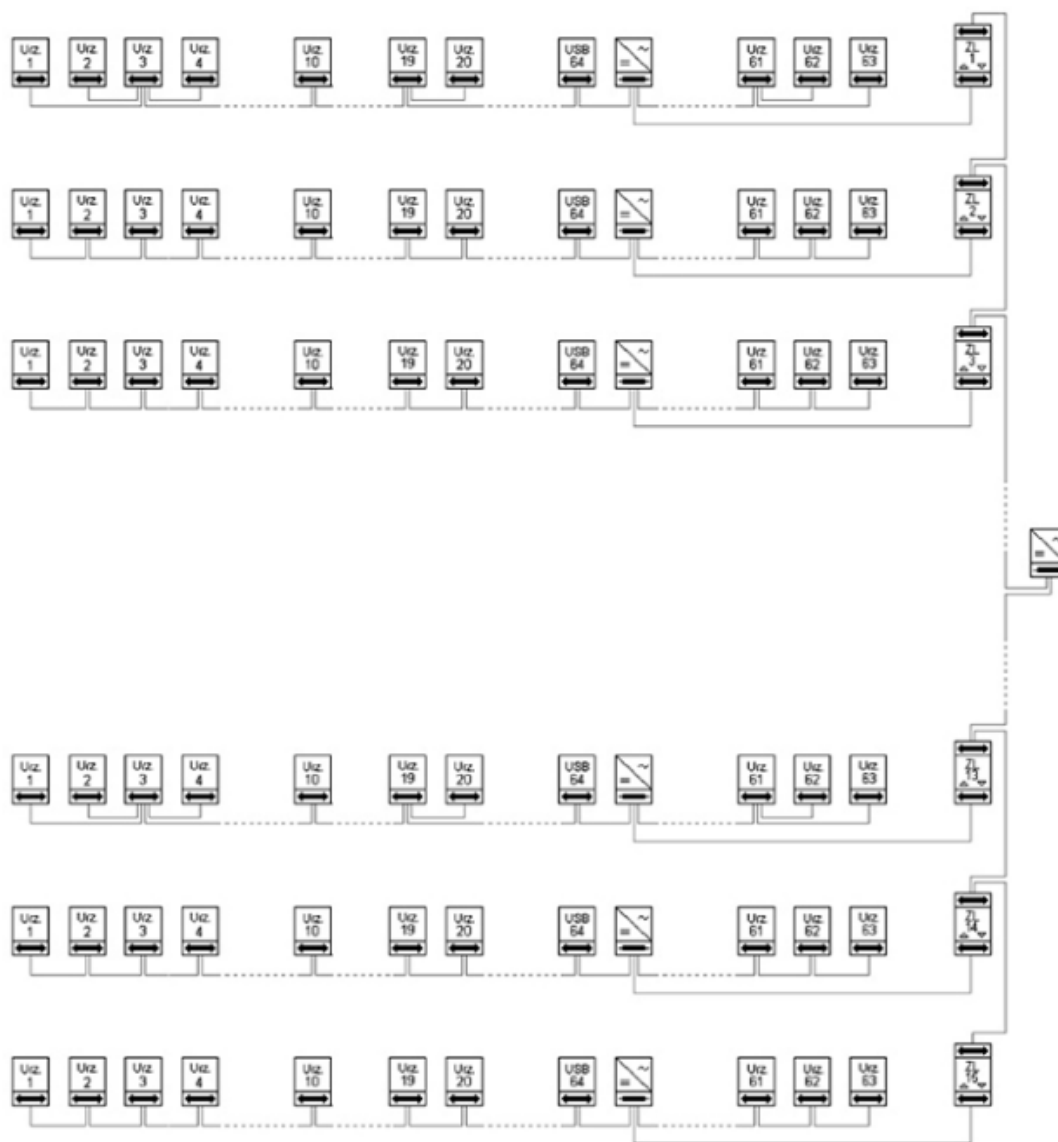
Podstawową jednostką w systemie KNX jest linia podrzędna, do niej przyłączone są urządzenia realizujące określone funkcje. Fragmenty linii mogą tworzyć łańcuchy oraz topologię gwiazdy. Jest to typowe rozwiązanie przy projektowaniu instalacji EIB, w związku z minimalizacją ilości użytych przewodów. Zadanie to jest ułatwione dzięki złączką przyłączeniowo-rozgałęźnym. Przyjęło się, że gwiazdy tworzone są przy urządzeniach, co nie oznacza, że nie jest możliwe tworzenie ich poza urządzeniem. Na linii może znajdować się do 64 urządzeń magistralnych. Elementem niezbędnym jest zasilacz systemowy wyposażony w dławik indukcyjny i zapewniający napięcie 29 do 32 VDC. Warunki które musi spełniać każda linia magistralna:

- każda linia musi posiadać własny zasilacz;
- każda linia może posiadać maksymalnie 64 urządzenia;
- największa odległość pomiędzy zasilaczem, a dowolnym urządzeniem magistralnym nie może przekroczyć 350 m;
- odległość pomiędzy dwoma urządzeniami magistralnymi w tej samej linii nie może przekroczyć 700 m;
- do wykonania jednej linii może być użyte nie więcej niż 1000 m przewodu magistralnego;
- przy zasilaniu dwustronnym zasilacze muszą być oddalone od siebie o co najmniej 200m.

Sama linia podrzędna może wystarczyć jedynie na niewielki domek jednorodzinny.

Kolejnym rodzajem linii jest linia główna (rysunek 4), która łączy linie podrzędne w całość. Są one przyłączane do linii głównej za pomocą złącz liniowych (ZL). Linia główna również musi posiadać zasilacz oraz musi spełniać warunki takie same jak linia podrzędna. Do linii głównej można podłączyć 15 linii podrzędnych, co razem tworzy obszar. Linia główna może również posiadać do 64 elementów, co umożliwia podłączenie dodatkowych 49 urządzeń magistralnych. Podłączanie urządzeń magistralnych do linii głównej jest jednak rzadko spotykane, może spowodować spowolnienie transmisji.

Liczba urządzeń magistralnych na obszar $15 * 64 + 49 = 1009$



Rys. 4 Linia główna z przyłączonymi do niej liniami podrzędnymi⁸

Linie główne podłączane są do linii obszarowych i tak jak poprzednio można podpiąć do nich maksymalnie 15 linii głównych. Linie główne podłączane są do złącz obszarowych. Również do linii obszarowej można podłączać urządzenia magistralne, oczywiście jest to rzadkością tak jak i w poprzednim przypadku.

Na jednej linii obszarowej może być $15 * (15 * 64 + 49) + 49 = 15184$ urządzeń.

⁸ Duszczyk K., Dubrawski A., Dubrawski A., Pawlik M., Szafrński M., *Inteligentny budynek*, Warszawa: PWN, 2019., s. 152

Taka liczba urządzeń magistralnych w zupełności wystarczy na obsłużenie dużych obiektów biurowych lub hal produkcyjnych. Oczywiście również linia obszarowa musi spełniać warunki podane przy opisie linii podrzędnej.

Dodatkowo przy rozbudowie istniejącego systemu, gdy nie ma już miejsca na kolejne linie, można do linii podrzędnej dołożyć segmenty. Maksymalnie można dołożyć 3 linie segmentowe, po 64 urządzenia magistralne każda, co daje łącznie 256 urządzeń. Linie segmentowe muszą posiadać oczywiście zasilacz oraz dodatkowo wzmacniacz, za którego pomocą są przyłączane. W dalszym ciągu linie te muszą spełniać warunki podane przy opisie linii podrzędnej.

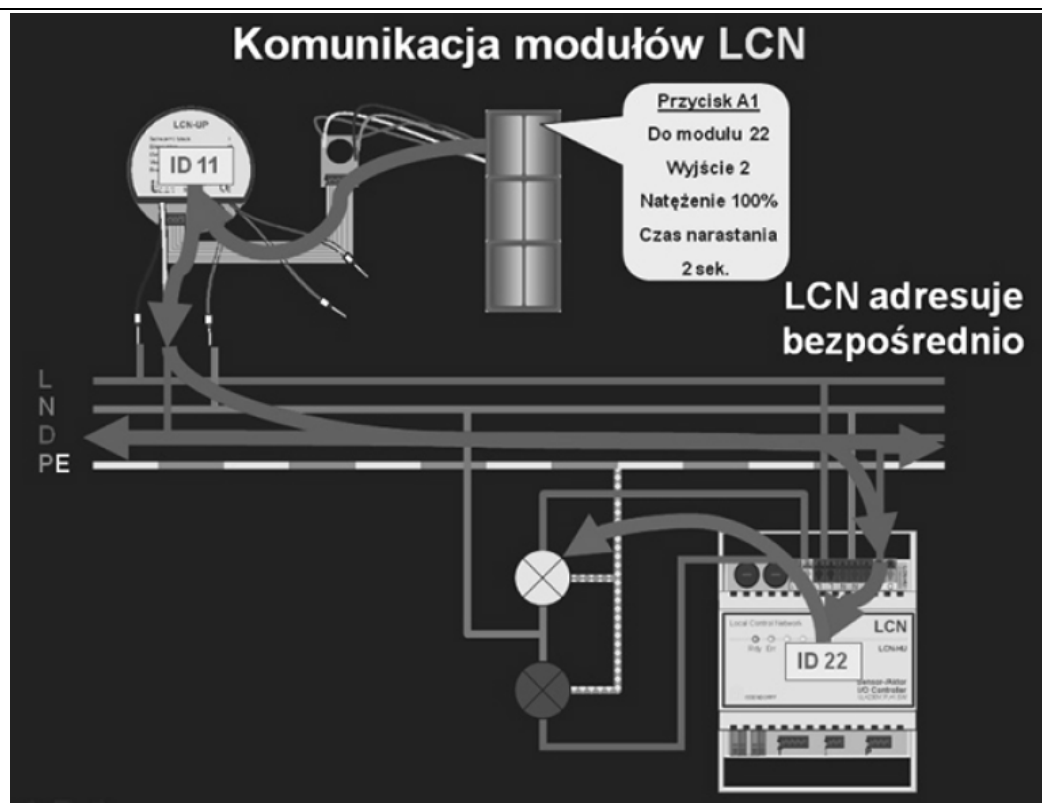
Tak rozbudowany system pozwala nam na $(252 * 15 + 49) * 15 + 49 = 57484$ urządzeń

Taka liczba urządzeń magistralnych wystarczy na obsługiwanie bardzo dużych obiektów oraz kompleksów budynków. Problem pojawia się z prędkością transmisji danych. Dla polepszenia tego parametru zamiast złącz liniowych czy obszarowych stosuje się złącza KNX IP, które stanowią połączenie z siecią komputerową.⁹

1.2.2 LCN

Stworzony w 1992 roku przez niemieckiego inżyniera, a obecnie profesora Eberharda Issendorffa. LCN przeznaczony jest do tworzenia inteligentnych budynków. Nie może być stosowany do zarządzania procesami produkcyjnymi. Można go stosować zarówno w małych domkach, jak i dużych budynkach czy grupach budynków. W systemie wykorzystywane są moduły logiczne, które mogą być programowane w rozmaity sposób. Moduły posiadają wejścia i wyjścia analogowe (Analog Input - AI, Analog Output - AO), wejścia i wyjścia cyfrowe (Digital Input - DI, Digital Output - DO) oraz port komunikacyjny do łączności z innymi sterownikami. System wyposażony został w zestaw 21 narzędzi podstawowych oraz szeroki wachlarz narzędzi pomocniczych, a dzięki nim można tworzyć zaawansowane aplikacje.

⁹ Duszczyk K., Dubrawski A., Dubrawski A., Pawlik M., Szafrński M., *Inteligentny budynek*, Warszawa: PWN, 2019., s. 141-159



Rys. 5 Podstawowy model komunikacji sterowników w systemie LCN¹⁰

Na rysunku 5 ukazano podstawowy model komunikacji w LCN na podstawie dwóch sterowników, jeden z nich znajduje się w rozdzielnicy elektrycznej, a drugi w przestrzeni obsługiwanej. To one są odpowiedzialne za nadzór pracy sieci - rozpoznają sygnały wejściowe, przesyłają informację czy zarządzają elementami systemu. Moduły logiczne podzielić można na kilka rodzajów, a każdy z nich ma inne zadanie. Konfiguracja składa się z dwóch etapów, pierwszy to podstawowa parametryzacja sterowników, natomiast drugi to już programowanie docelowe. Cały system LCN został tak przemyślany, aby jego programowanie było proste, dlatego interfejs programowania można opanować w jeden dzień.

LCN podobnie jak KNX może być stosowany w wielu rodzajach obiektów:

- domach;
- biurach;

¹⁰ Duszcyk K., Dubrawski A., Dubrawski A., Pawlik M., Szafrński M., *Inteligentny budynek*, Warszawa: PWN, 2019. s. 105

- hotelach,
- obiektach publicznych;
- mieszkaniach;
- apartamentowcach;
- fabrykach;
- halach produkcyjnych i magazynowych.

To jaki system zostanie zastosowany w danym obiekcie często nie zależy od czynników technicznych, ale od uwarunkowań rynkowych w danym kraju (ceny, przepisy, jakości, konkurencja).

LCN posiada "dwuwarstwowy" układ sterowników. Najwyżej w hierarchii jest projekt, który może składać się ze 124 segmentów, do nich podłączane są już sterowniki, których na jeden segment może być 249. Zakładając 10 wyjść na każdy sterownik, daje to możliwość sterowania 308 760 odbiornikami na jeden projekt.

Liczba urządzeń, które można podłączyć w zupełności wystarczy na zarządzanie sporych rozmiarów miasteczkiem uniwersyteckim. Podział na segmenty w systemie LCN może zostać wykonany za pomocą serwerów DOMIQ BASE, bazujących na sieci LAN lub sprzęgieł segmentowych czyli zwyczajnej magistrali dwużyłowej. Dla ułatwienia programowania tak dużej ilości sterowników zostały opracowane narzędzia wspomagające ten proces (edytor skryptów LCL).

System LCN ma możliwość wykorzystania sieci komputerowej do łączenia obszarów podsieci. Dzięki temu zwiększa się prędkość transmisji oraz znacząco rozszerza się obszar sterowania LCN. Głównymi mediami transmisyjnymi w systemie LCN są:

- kabel 4 x 1,5 mm²;
- skrętka komputerowa Cat. 5e lub wyższej;
- światłowód plastikowy lub szklany.¹¹

¹¹ Duszczyk K., Dubrawski A., Dubrawski A., Pawlik M., Szafrński M., *Inteligentny budynek*, Warszawa: PWN, 2019., s. 100-109

Niestety mimo ogromnych możliwości jakie dają systemy KNX oraz LCN są one przewidziane raczej dla dużych firm i bogatych inwestorów, którzy posiadają środki na zakup odpowiednich komponentów do budowy tych systemów. Ceny modułów KNX firmy Satel często dochodzą do 1000 zł/brutto, przykład:

- KNX-BIN24 moduł wejść binarny KNX - 885,60 zł
- KNX BSA12L aktor żaluzjowy KNX - 1180,80 zł
- KNX-USB interfejs programowania - 590,40 zł
- KNX-PS640 zasilacz magistrali - 1180,80 zł¹²

W związku z tym wiele firm szuka również innych rozwiązań. Niektóre decydują się na wdrażanie własnych pomysłów, inne wykorzystują dostępne już na rynku otwarte standardy i dzięki nim projektują własne urządzenia. Jest to doskonała alternatywa dla osób i firm, które tańszym kosztem chcą zrobić równie sprawny choć może nie tak zaawansowany system inteligentnego budynku.

1.3 Standardy komunikacji w inteligentnych budynkach

1.3.1 X10

Protokół X10 został opracowany w 1975 roku przez firmę Pico Electronics i zyskał ogromną popularność dzięki swojej prostocie, czyli sterowaniu za pomocą instalacji elektrycznej. To właśnie on zapoczątkował rozwój automatyki domowej, jako systemu dostępnego dla wszystkich. Niestety mimo swojej prostoty posiada bardzo dużą wadę jaką jest brak odporności na zakłócenia urządzeń pracujących z tym protokołem. Jest to związane z zakłóceniami w sieci elektrycznej, które są wytwarzane przez inne urządzenia używane na co dzień, komputer, telewizor czy ładowarka. Mimo wielu lat X10 nadal jest dość popularny, szczególnie w Stanach Zjednoczonych gdzie się narodził. W Polsce jak i w części Europy jest rzadkością.

Urządzenia działające w tym protokole można podzielić na nadajniki i odbiorniki. Są synchronizowane w momencie przejścia napięcia sieci przez zero. W związku z tym urządzenia „wiedzą” kiedy odbierać i kiedy nadawać dane. Nadajnik w trakcie przejścia przez zero, z opóźnieniem nie większym niż 200 mikrosekund, przesyła pakiet o czasie 1 ms o częstotliwości 120 kHz i amplitudzie nie większej niż 5 V. Odbiorniki w tym

¹² <https://ivel.pl/> (dostęp 17.08.2021)

czasie "nasłuchują" sieć i jeśli pojawią się sygnały przeznaczone dla nich, to w odpowiednim czasie realizują polecenia w nich zawarte. W związku z tym, że transmitowany jest jeden bit w każdym cyklu okresu sieci, w Europie prędkość transmisji wynosi 50 bitów na sekundę. Na nadanie sygnału zawierającego adres odbiornika i rozkaz potrzebne jest około 47 cykli co przy częstotliwości sieci 50 Hz, daje czas prawie jednej sekundy. Protokół ten obecnie został wyparty z rynku przez KNX.¹³

1.3.2 Z-wave

Protokół komunikacji bezprzewodowej opracowany przez duńską firmę Zensys. Został wprowadzony na rynek w 1999 roku. Zaprojektowano go z myślą o małych pakietach danych, z małymi opóźnieniami z szybkością do 100 kilobit na sekundę. Działa na niższych częstotliwościach niż WI-Fi i Bluetooth, od 800-900 MHz, dzięki czemu nie dochodzi pomiędzy nimi do zakłóceń. W różnych miejscach na świecie stosowane są różne częstotliwości, dlatego sprowadzając urządzenie z zagranicy należy mieć to na uwadze. Z-wave opiera się na sieci mesh, zwanej również kratową. Protokół z-wave idealnie nadaje się do urządzeń zasilanych bateryjnie, ponieważ przez dużą część czasu pozostaje w trybie oszczędzania energii, a staje się w pełni aktywny tylko podczas wykonywanych poleceń. Jest to cecha, która daje mu przewagę nad wi-fi zużywającym dużo energii. Zasięg Z-wave który wynosi około 90m w idealnych warunkach, a około 24 m wewnątrz budynku, góruje nad Bluetooth, który cechuje się raczej ograniczonym zasięgiem. Zaletą protokołu Z-wave jest także komunikacja z urządzeniami pomimo braku połączenia z Internetem. Wszystkie operacje są wykonywane lokalnie za pomocą centrali. Każde urządzenie Z-wave komunikuje się z centralą inteligentnego domu oraz przekazuje sygnał innym sprzętom.¹⁴

¹³ <https://pclab.pl/art70680-2.html> (dostęp 13.05.2021)

<https://electrohomepro.com/pl/main/automation/671-protokol-h10-v-umnom-dome-zhit-li-dalshe-veteranu.html> (dostęp 13.05.2021)

http://www.kpt.pollub.pl/mh/wp-content/uploads/sites/7/2020/03/Komputerowe_15.pdf (dostęp 13.05.2021)

¹⁴ <https://pclab.pl/art70680-2.html> (dostęp 13.05.2021)

<https://smarthingspolska.com/2020/04/14/protokoly-komunikacji-w-inteligentnym-domu/> (dostęp 13.05.2021)

1.3.3 ZigBee

Powstały w roku 1998 protokół komunikacyjny, działający w topologii siatki, oparty na standardzie IEEE 802.15.4. Dzięki temu w ZigBee komunikacja posiada klucze kryptograficzne oraz jest zaszyfrowana, charakteryzuje się również niskim poborem energii oraz dużym zasięgiem, do 100 m pomiędzy urządzeniami w dogodnych warunkach. Operuje na częstotliwościach 784-915 MHz w zależności od regionu oraz 2,4 GHz w każdym z regionów. Przepustowość w niższych częstotliwościach to 20 kilobit na sekundę, a w paśmie 2,4 GHz to 250 kilobit na sekundę. Urządzenia działające w tej sieci można podzielić na 3 typy:

- koordynator - centrala całego systemu inteligentnego budynku, zbiera informację ze wszystkich węzłów, do tego punktu są podpinane inne, kolejne urządzenia;
- router - umożliwia multi-hop routing, czyli przekazywanie danych pomiędzy węzłami, które się wzajemnie nie "widzą" w sieci;
- urządzenie końcowe - czujniki, które przesyłają dane do centrali, ale tylko wtedy gdy jest to konieczne, podczas pozostałego czasu pracuje w trybie zmniejszonego zużycia energii.

Od 2002 roku istnieje stowarzyszenie ZigBee Alliance, które zrzesza 150 firm z całego świata. Ich celem jest rozwój tego protokołu komunikacji. ZigBee posiada trzy poziomy członkostwa: Adopter, Participant oraz Promoter. Urządzenia, aby otrzymać certyfikat omawianego protokołu, muszą posiadać żywotność baterii co najmniej dwa lata. Urządzenia wspierające standard ZigBee są oznaczonego jego logo.¹⁵

1.3.4 Wi-Fi

Standard ten, głównie wykorzystywany jest do łączenia central z siecią, ale spotyka się go również przy komunikacji czujników z urządzeniami głównymi. Niewątpliwie zaletami tego standardu jest duża prędkość transmisji danych, w porównaniu do wcześniej omawianych standardów, szeroki zasięg, łatwość połączenia czy mobilność. Do wad można zaliczyć pasmo radiowe, na którym pracuje Wi-Fi (2,4 GHz). Pasma to wykorzystywane jest również przez Bluetooth, przez co może dochodzić do konfliktów.

¹⁵<https://smarththingspolska.com/2020/04/14/protokoly-komunikacji-w-inteligentnym-domu/> (dostęp 13.05.2021)

Dużo bardziej zakłócenia będą odczuwalne w większych miastach, gdzie mamy do czynienia z wieloma sieciami Wi-Fi pracującymi często na tych samych kanałach. Czas pracy urządzeń na zasilaniu bateryjnym jest zdecydowanie krótszy niż w Z-wav czy ZigBee, w związku z tym, że układy oparte o Wi-Fi pobierają więcej energii.¹⁶

Do zwiększenia wykorzystania Wi-Fi w inteligentnych domach, przyczyni się niewątpliwie opracowywany nowy standard Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax). Wersja 6 będzie zapewniać jeszcze bardziej efektywną wymianę danych, wzrost prędkości oraz przepustowości. Standard ax ma pozwolić osiągnąć prędkość rzędu 6 Gb/s. Dzięki wykorzystaniu techniki OFDMA (dzieli kanał radiowy na kilkadziesiąt subkanałów), efektywność widmowa może zwiększyć się nawet 10-krotnie. Poprawie uległ również czas pracy urządzeń na baterii, dzięki zastosowaniu TWT (Target Wake Time). TWT czyli czas aktywności urządzenia docelowego, wydłuży ich przebywanie w trybie uśpienia.¹⁷

1.3.5 Bluetooth

Standard Bluetooth nadal jest bardzo popularny jeśli chodzi o komunikację bezprzewodową w inteligentnym domu. Rozwijany od 1994 roku, z wersji na wersję ma większe możliwości (większy zasięg, rosnącą prędkość, zwiększone bezpieczeństwo transmisji). Niedawno wprowadzony Bluetooth 5 oraz Bluetooth Mesh, według ekspertów, znacznie zwiększa ilość urządzeń obsługujących Bluetooth na rynku Smart Home. Bluetooth 5 posiada czterokrotnie większy zasięg, osiem razy większą pojemność nadawania oraz dwa razy większą prędkość niż poprzednik (Bluetooth Low Energy). Dodatkowo Bluetooth Mesh umożliwia komunikację pomiędzy wieloma urządzeniami, a nie wymusza transmisji do węzła centralnego, co umożliwia tworzenie rozległych sieci opartych o standard Bluetooth.¹⁸

¹⁶<https://smarththingspolska.com/2020/04/14/protokoly-komunikacji-w-inteligentnym-domu/> (dostęp 3.06.2021)

¹⁷ <https://www.benchmark.pl/aktualnosci/wifi-6-lub-wifi-ax-co-to-jest.html> (dostęp 4.08.2021)

¹⁸<https://aspolska.pl/przyszlosc-inteligentnego-domu-beda-ksztaltowac-ujednoczone-protokoly-komunikacyjne/> (dostęp 4.08.2021)

1.4 Instalacje inteligentnego budynku

1.4.1 Instalacja HVAC

Ogrzewanie, wentylacja i klimatyzacja (Heating, Ventilation, Air Conditioning), są najbardziej energochłonnymi instalacjami w budynkach. Dla obniżenia kosztów eksploatacji tych systemów, stosuje się w nich właśnie inteligentną automatykę. Jest to możliwe do uzyskania dzięki monitorowaniu warunków środowiska wewnętrznego i zewnętrznego, analizie obecności osób w budynku czy w każdym pomieszczeniu. Programowanie czasowe pozwala zmniejszyć moc ogrzewania, wyłączenie nawilżania powietrza oraz wentylację podczas nieobecności domowników w mieszkaniu lub pracowników w biurze.

Ogrzewanie, wentylacja oraz klimatyzacja muszą ze sobą ściśle współpracować, aby wytworzyć odpowiedni mikroklimat, który będzie posiadał odpowiednie parametry:

- prędkość cyrkulacji powietrza;
- proporcja tlen/dwutlenek węgla;
- zawartość substancji organicznych;
- zawartość cząstek stałych;
- zawartość alergenów;
- zawartość mikroorganizmów.

Centrale wentylacyjno-klimatyzacyjne mają za zadanie wytworzyć odpowiednie środowisko w budynku. Można podzielić je ze względu na realizowane funkcje:

- centrale wywiewne - usuwa powietrze z pomieszczeń, sterując ich pracą, głównie zmienia natężenie przepływu powietrza wywiewanego. Często w jej skład wchodzi wentylatory, przepustnice wielopłaszczyznowe oraz jeden lub dwa filtry powietrza,
- centrale nawiewne,
- centrale nawiewno-wywiewne.

Centrale wyposażone są w takie elementy jak: termostaty, presostaty, siłowniki, różne rodzaju czujniki (ciśnienia, temperatury, wilgoci, zawartości różnych substancji w powietrzu), zawory itp. Oczywiście podstawowym wyposażeniem tych urządzeń są

wentylatory w sekcji nawiewnej i wywiewnej, których sterowanie odbywa się za pomocą silników elektrycznych.

Odpowiednia jakość powietrza uzyskiwana jest dzięki specjalistycznym filtrom, odpowiedzialnym za usuwanie pyłów, bakterii czy wirusów. Wyróżniamy 3 klasy filtrów: wstępne (klasa G), dokładne (klasa F) oraz absolutne (klasa H).

Zadana temperatura powietrza utrzymywana jest przez nagrzewnice lub chłodnice. Nagrzewnice stosowane w centralach to nagrzewnice: wodne (glikolowe), elektryczne, gazowe lub olejowe. Chłodnice natomiast spotyka się freonowe lub wodne.

Odpowiednia wilgotność w powietrzu zapewniana jest przez: komory zraszania, nawilżacze kanałowe, wytwornice elektryczne lub gazowe.

Oprócz trybu normalnej pracy, należy pamiętać, że może dojść do awarii lub zdarzenia losowego i centrala musi być zaprogramowana w odpowiedni sposób, zgodnie z tzw. matrycą sterowań, aby wiedziała jakie działania musi podjąć.¹⁹

1.4.2 Instalacja oświetleniowa

Współczesne instalacje oświetlenia są tworzone w oparciu o różne wymagania. Tyczą się one estetyki wykonania włączników i opraw oświetleniowych, współpracy z innymi systemami inteligentnego budynku, konieczności zapewnienia odpowiedniego natężenia światła, jak i stosowania energooszczędnych źródeł światła. Do tego celu wykorzystuje się różnego rodzaju regulatory, czujniki zmierzchu czy ruchu. Dzięki nim można płynnie regulować natężenie oświetlenia w zależności od pory dnia, aktualnego nasłonecznienia oraz z uwzględnieniem obecności ludzi w danym pomieszczeniu czy też budynku.

Na początku rozwoju systemów inteligentnego budynku producenci oferowali własne rozwiązania w zakresie sterowania oświetleniem, ale w obecnej chwili prawie wszyscy umożliwiają wykorzystanie dedykowanego w tym zakresie systemu DALI (Digital Addressable Lighting Interface). System DALI to tak naprawdę standard komunikacji, który działa w topologii Master-Slave, umożliwia wymianę informacji pomiędzy systemem sterującym, a elementami końcowymi. Komunikacja ta odbywa się dwukierunkowo, czyli inaczej niż w klasycznych systemach. Magistrala cyfrowa jest

¹⁹ Duszczuk K., Dubrawski A., Dubrawski A., Pawlik M., Szafrński M., *Inteligentny budynek*, Warszawa: PWN, 2019. s. 60-68

dwuprzewodowa, w jej centrum znajduje się sterownik, do którego podpięte są linie. Na jednej takiej linii może znaleźć się do 64 adresowalnych urządzeń z modułem DALI (przełączniki, styczniki, stateczniki do świetlówek czy regulatory natężenia światła), one z kolei mogą zostać przypisane do 16 grup. Dzięki takiemu rozwiązaniu użytkownik jest w stanie indywidualnie sterować każdą lampą, w prosty sposób znaleźć uszkodzenie źródła czy modułu oraz realizować zaprogramowane sceny świetlne. Ze względu na układanie dedykowanego okablowania, system DALI zalecany jest w nowo powstających budynkach, natomiast w istniejących już obiektach może okazać się to nieekonomiczne i technicznie bardzo trudne do wykonania. W dzisiejszych czasach system DALI, można uznać za nowoczesny, który spełnia standardy. Przyglądając się jednak sytuacji na rynku oraz obecnie panującym trendom np. komunikacji bezprzewodowej, można przypuszczać, że system bazujący na przewodach zostanie wyparty przez inne rozwiązania.²⁰

1.4.3 System kontroli dostępu (SKD)

Dzięki temu systemowi osoby nieuprawnione nie będą mogły dostać się na teren obiektu. Poza funkcją bezpieczeństwa SKD może również kontrolować czas pracy czy podawać ilość osób przebywających w danych strefach. W jego budowie można wyróżnić następujące elementy:

- sterownik (kontroler) dostępu;
- karty identyfikacyjne;
- czytniki;
- mechaniczne urządzenia blokujące;
- przycisk wyjścia;
- przycisk awaryjnego otwarcia drzwi;
- kontaktrony;
- oprogramowanie.

Jednym z głównych urządzeń SKD są mikroprocesorowe kontrolery, do nich fizycznie podłączone są czytniki, trzymacze drzwiowe oraz pozostałe elementy.

²⁰ Tamże

Sterowniki odpowiedzialne są za obsługę zdarzeń związanych z wejściem i wyjściem do przypisanych stref. Odczytują informacje zakodowane na karcie identyfikacyjnej i poprzez zapisane w swojej pamięci informacje lub komunikację z jednostką główną, decydują o otwarciu przejścia lub o jego dalszym zablokowaniu. Rodzaje kart identyfikacyjnych:

- karta z kodem kreskowym;
- karta typu Wiegand;
- karta zbliżeniowa;
- karta pojemnościowa;
- karta z kodem odczytywanym na podczerwień;
- karta magnetyczna;
- karta elektroniczna (chipowa) pamięciowa i procesorowa.

Karty z kodem kreskowym to jedno z najprostszych rozwiązań. Nie można usunąć lub zmienić zapisanych danych, ponieważ kod kreskowy jest przypisywany indywidualnie do karty w procesie personalizacji. Istnieje łatwy sposób ich podrobienia, dlatego nie stosuje się ich już w Systemach Kontroli Dostępu.

Karty typu Wieganda wykorzystywane są w przemyśle. W kartę wtopiony jest drut o niewielkiej średnicy, na który podczas zbliżania do czytnika działa zmienne pole magnetyczne. Rdzeń tego pręciku wykonany jest z materiału magnetycznie miękkiego, a płaszcz z materiału magnetycznie twardego. Przy zmianie natężenia pola w drucie generowany jest impuls Wieganda, który czytnik ma za zadanie odebrać oraz przeanalizować. Na karcie zapisanych jest do 40 bitów informacji, dane mogą być zakodowane tylko raz, a karty nie da się podrobić. Przepustki posiadają duży zakres tolerancji temperatury od -80 °C do +260 °C. Dzięki swoim właściwościom mogą być stosowane w obszarach o specyficznych warunkach (zagrożenie chemiczne, wysokie temperatury, silne pole elektromagnetyczne).

Karty zbliżeniowe występują w dwu podstawowych odmianach: aktywne i pasywne. Karty aktywne wyposażone są w zasilanie bateryjne, a pole elektromagnetyczne czytnika podczas zbliżenia ma za zadanie je aktywować. Natomiast karty pasywne pobierają potrzebną energię z pola wytwarzanego przez czytnik. Często spotyka się

podwójną weryfikację osoby, poprzez kartę oraz kod PIN. Ten rodzaj kart ze względu na wygodę jest bardzo często stosowany w SKD.

Karty magnetyczne można podzielić na: karty Lo-Co (Low Coercivity) oraz karty Hi-Co (High Coercivity). Karta posiada trzy ścieki z materiału magnetycznego. Na ścieżce może być do 40 znaków, a każdy z nich jest kodowany w formie 5 bitów. Karty Lo-Co posiadają niski współczynnik koercji, przez co są podatniejsze na rozmagnesowanie, a co za tym idzie utratę danych. Karty Hi-Co natomiast są wykonane z materiałów o lepszych parametrach, przez co trudniej je rozmagnesować, dlatego są bezpieczniejsze i droższe niż Lo-Co.

Karty elektroniczne pamięciowe posiadają pamięć elektroniczną, a karty procesorowe- mikroprocesor, dzięki czemu informacje na nich mogą być wielokrotnie odczytywane i zapisywane. Karty pamięciowe posiadają możliwość zapisu do 32 kB danych. Na kartach procesorowych można zapisać od 1 do 16 kB danych. Karty chipowe oferują również dodatkową ochronę w postaci czterocyfrowego kodu PIN.

Dla zapewnienia jeszcze większej ochrony budynków, pomieszczeń lub stref stosuje się identyfikację biometryczną. Oznacza to, że za pomocą informacji biologicznych lub behawioralnych identyfikowane są wchodzące osoby. Do najpopularniejszych informacji wykorzystywanych w SKD można zaliczyć:

- linie papilarne;
- geometria dłoni;
- cechy oka (tęczówka, siatkówka);
- geometria twarzy;
- analiza głosu.

Technologia linii papilarnych wykorzystuje dwie metody: optyczną i pojemnościową. W optycznej wykorzystywany jest skaner optyczny, który generuje cyfrowy obraz opuszki palca (po wcześniejszym przyłożeniu do skanera), a następnie porównuje go z zapisanym wzorcem. Zaletą tego rozwiązania jest szybki czas odczytu, około 1s, natomiast wadą jest duża wrażliwość na zanieczyszczenia oraz uszkodzenia powierzchni skóry. W pojemnościowej wykorzystywany jest czujnik pojemnościowy, który dokonuje pomiaru różnic głębokości oraz pojemności bruzd w głębi opuszki palca.

Rozpoznawanie geometrii dłoni polega na wykorzystaniu trójwymiarowego obrazu dłoni, stworzonego przez oświetlenie dłoni promieniami podczerwonymi i sczytaniu rzutu matrycą CCD. Podczas tworzenia wzorca, który przechowywany jest w bazie, wykonywany jest pomiar około 90 różnych cech charakterystycznych. Podczas autoryzacji obraz zeskanowanej dłoni z czytnika, porównywany jest ze wzorcami znajdującymi się w bazie. Do błędnych odczytów dochodzi niezwykle rzadko, są na poziomie 0,1 %.

Analiza siatkówki oka wykorzystuje strumień światła podczerwonego o małym natężeniu, który trafia przez źrenicę na dno oka. Następnie dzięki kamerze cyfrowej o wysokiej rozdzielczości odbierany jest rzut odbity od siatkówki, a system tworzy obraz danych referencyjnych siatkówki. Metoda ta wymaga przystawienia oka do skanera. Wskaźniki błędnych odczytów wynoszą ok 0,00005 %.

W metodzie analizy tęczówki oka kamera wysokiej rozdzielczości, zapisuje obraz tęczówki, a następnie system tworzy cyfrowy kod, w którym zawarte są 266 punkty charakterystyczne analizowanej tęczówki. W tym przypadku nie ma konieczności zbliżania oka do skanera, to kamera sama odnajduje twarz i tęczówkę. Urządzenie pomiarowe analizuje również ruch gałki ocznej oraz dynamikę zmian średnicy źrenicy, aby określić, że oko należy do osoby żywej. Zaawansowane skanery posiadają błąd rzędu 10^{-10} lub nawet 10^{-20} .

System rozpoznawania twarzy dokonuje identyfikacji na podstawie cech biometrycznych twarzy, które z wiekiem nie ulegają zmianą. Do tych cech można zaliczyć:

- kształt nosa;
- kształt brwi;
- kształt podbródka;
- kształt ust;
- odległość między środkami oczu;
- odległość między oczami a nosem;
- odległość między linią oczu a linią ust.

Na podstawie tych charakterystycznych punktów tworzona jest geometryczna siatka twarzy. Obraz przestrzenny wykonywany jest dzięki rejestracji kamerą. Porównanie dokonywane jest zawsze pomiędzy punktami charakterystycznymi twarzy, a nie między obrazami. Dzięki analizie tych punktów nie ma znaczenia czy ktoś zmienił fryzurę, używa szkieł kontaktowych czy nosi okulary. Skuteczność tego systemu, jak i pozostałych jest na bardzo wysokim poziomie.

System oparty na analizie głosu dokonuje sprawdzenia indywidualnych cech mowy danej osoby, takich jak: tempo, częstotliwość, dynamika czy chwilowe widmo mowy. Użytkownik identyfikowany jest poprzez porównanie wzorca z głosem osoby mówiącej odpowiednie hasło lub kilka fraz do mikrofonu. Bardziej bezpiecznym sposobem jest analiza brzmienia głosu, a niektóre systemy dodatkowo weryfikują posiadaną wiedzę. Metoda analizy głosu nie daje takiej skuteczności jak systemy biometryczne, ale wciąż trwają wzmożone prace nad jej ulepszeniem.²¹

1.4.4 System sygnalizacja włamania i napadu

SSWiN ma za zadanie wykryć i w odpowiedni sposób zareagować na intruza pojawiającego się w strefie. Reakcją systemu na włamanie może być włączenie sygnalizatorów oraz oświetlenia dla odstraszenia nieproszonego gościa lub wywołanie cichego alarmu, wysłanie sygnału o naruszeniu strefy do służby ochrony oraz zawiadomienie właściciela obiektu. Jest to zależne od użytkownika. SSWiN podzielony jest na klasy, od SA1 do SA4 i tak SA1 to oznaczenie dla obiektów o małym ryzyku szkód, a SA4 o bardzo wysokim ryzyku szkód (mennice). Do każdej z poszczególnych klas systemów można przypisać klasy urządzeń, które są w nich stosowane:

- A - popularna -> SA1;
- B - standardowa -> SA2;
- C - profesjonalna -> SA3;
- S - specjalna -> SA4.

²¹ Duszczuk K., Dubrawski A., Dubrawski A., Pawlik M., Szafrński M., *Inteligentny budynek*, Warszawa: PWN, 2019. s. 69-83

W skład systemów sygnalizacji włamania i napadu wchodzi: centrala alarmowa, czujniki (kontaktrony, bariery podczerwieni, czujki ruchu, czujki zbitcia szkła, czujki gazu), przyciski antynapadowe, sygnalizatory.

- a) Centrala alarmowa stanowi podstawowy i główny element systemu, posiada programowalne wejścia i wyjścia do których podłączone są czujniki czy sygnalizatory, pamięć zdarzeń, magistrale dla modułów rozszerzeń, układ kontroli stanu zasilania. Centrala alarmowa ma za zadanie:
 - zbierać sygnały z poszczególnych detektorów oraz reagować adekwatnie do zapisanych ustawień;
 - rejestrować, zapisywać czasami wysyłać sygnały i zdarzenia;
 - aktywować i dezaktywować alarmy;
 - sterować urządzeniami wykonawczymi.
- b) Kontaktron składa się z dwóch elementów, hermetycznej bańki szklanej, w której znajduje się para styków z materiału ferromagnetycznego oraz magnesu. Dodatkowo bańkę wypełnia się gazem obojętnym. Jeśli na styki kontaktronu zadziała zewnętrzne pole magnetyczne to przyciągną się one i ulegną zwarcia. Gdy takie pole nie będzie oddziaływać, dojdzie do rozwarcia obwodu.
- c) Bariery podczerwieni mogą być stosowane zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz obiektu czy terenu. Działają one na zasadzie emisji wiązki promieniowania podczerwonego. W zależności od warunków atmosferycznych ich czułość może być regulowana. Zasięg barier zewnętrznych wynosi do 500 m, natomiast wewnętrznych nawet do 750 m.
- d) Czujki ruchu można podzielić na czujki PIR i dualne. Ich głównym elementem jest czujnik piroelektryczny, który reaguje na zmiany promieniowania podczerwonego, a sygnał elektryczny z tego elementu analizowany jest przez układ elektroniczny. Ze względu na niewielką różnicę, pomiędzy mocą promieniowania człowieka, a tła, wykorzystuje się zaawansowane układy optyczne, które oparte są na soczewkach Fresnela lub technice lustrzanej. Dla poprawy jakości bezpieczeństwa i zmniejszenia liczby fałszywych alarmów stosuje się czujki dualne. Do toru podczerwieni

został dodany również tor mikrofalowy i dopiero wykrycie zmian przez oba tory generuje alarm. Obszar detekcji czujników można w łatwy sposób ograniczyć, przez zaklejenie części okna.

- e) Czujki zbitcia szkła to czujki mikrofalowe, które bardzo dobrze reagują na sygnały o wysokich częstotliwościach, czyli zbici szkła. Dzieje się tak dzięki wykorzystaniu wielostopniowych selektywnych wzmacniaczy. Na niskie częstotliwości detektory te również reagują (uderzenie w czasie tłuczenia).
- f) Czujki wstrząsowe reagują na wibrację podłoża, na którym są zamontowane. Dzięki temu nie można przebywać w strefie, w której uzbrojone jest czuwanie.
- g) Czujki gazu pełnią zarówno funkcję ochrony zdrowia i życia (detektory wykrywające gaz ziemny czy tlenek węgla), jak i ochrony przed intruzem (detektory wykrywające chloroform - gaz usypiający).
- h) Przycisk antynapadowy generuje cichy alarm zaraz po jego wyzwoleniu. Powinien znajdować się w miejscu łatwo dostępnym dla użytkownika, natomiast niewidocznym dla włamywacza i osób postronnych.
- i) Sygnalizatory dzielą się na akustyczne i akustyczno-optyczne oraz zewnętrzne i wewnętrzne. Sygnalizatory akustyczno-optyczne oprócz emisji dźwięku powyżej 75 dB generują jednocześnie sygnał świetlny.²²

1.4.5 System telewizji dozorowej CCTV

CCTV ma za zadanie w sposób wizyjny czuwać nad obiektami. W skład systemów telewizji dozorowej wchodzi:

- kamery;
- monitory;
- rejestratory;
- macierze dyskowe;
- urządzenia transmisyjne: nadajniki i odbiorniki;

²² Tamże

Kamery w CCTV są bardzo zróżnicowane. Jednym z kryterium podziału może być tryb pracy: monochromatyczne, kolorowe, dualne. Kamery monochromatyczne reagują na promieniowanie z zakresu widzialnego (400-770 nm) oraz z zakresu bliskiej podczerwieni (770-850 nm). Przy współpracy z doświetlaczami IR dobrze sprawdzają się w nocy. Kamery kolorowe posiadają mniejszą rozdzielczość (o około 10%) niż kamery monochromatyczne, związane jest to przesyłaniem informacji o kolorze. W obecnej chwili bardzo często spotyka się kamery dualne, które są połączeniem obu wyżej wymienionych kamer. Kamera w dzień pracuje jako kolorowa, a gdy ilość światła docierającego do obiektywu zmniejszy się do odpowiedniej wartości, kamera przejdzie w tryb monochromatyczny. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu ruchomego filtra podczerwieni, w trybie kolorowym znajduje się on przed przetwornikiem, natomiast gdy zrobi się ciemniej filtr zostaje odsunięty.

Kolejnym podziałem kamer jest rodzaj obudowy: kopułkowa, kompaktowa, tubowe oraz obrotowa (rysunek 6). Kamery kopułkowe posiadają już wbudowany obiektyw, tak samo kamery tubowe. Obiektyw ten w zależności od zaawansowania kamery może być o stałej lub zmiennej ogniskowej. Kamery kompaktowe należy doposażyć dodatkowo w obiektyw, który w większości przypadków musi być regulowany ręcznie. Ze względu na swoje wymiary oraz konieczność stosowania dodatkowych obudów do montażu zewnętrznego kamery te dużo bardziej rzucają się w oczy. Kamery obrotowe posiadają osie napędzane przez silniki, dzięki czemu kamerą można sterować w dwóch płaszczyznach. Kąt obrotu nie jest ograniczony, dzięki wyposażeniu w pierścienie ślizgowe. Nowsze kamery mogą obserwować obiekty z szybkością obrotową 400 °/s. Niezależnie od rodzaju kamery mogą być monochromatyczne, kolorowe lub dualne.



Rys. 6 Rodzaje obudów: a) tubowa, b) obrotowa, c) kopułkowa, d) kompaktowa²³

Można również uwzględnić podział kamer ze względu na rodzaj sygnału wyjściowego: BNC oraz sieciowe LAN. Kamery analogowe, które wyposażone są w złącze BNC, są obecnie coraz rzadziej stosowane na rzecz systemów IP. Dane z kamer IP mogą być odbierane w dowolnym miejscu w sieci przez użytkowników, urządzenia rejestrujące czy w celu wyświetlania obrazu na monitorze.

Rejestratory cyfrowe w systemie telewizji dozorowej pełnią rozmaite funkcje. Zapisują obraz na przestrzeni dyskowej, często zamontowanej bezpośrednio wewnątrz nich, a gdy jest ona niewystarczająca (ponieważ powinny umożliwiać nagrywanie

²³ <https://ivel.pl/> (dostęp 17.08.2021)

obrazu w bardzo dobrej jakości oraz 25 kl/s) istnieje również możliwość rozbudowania systemu o dodatkowe macierze dyskowe. Aby zoptymalizować ilość miejsca wykorzystywanego na nagrania, stosuje się nagrywanie od zdarzenia. Może to być realizowane za pomocą detekcji ruchu dostępnego w kamerze lub zewnętrznego czujnika PIR podłączonego do wejść alarmowych w rejestratorze. W momencie wykrycia ustawionego zdarzenia kamera przełącza się na nagrywanie, dzięki temu nie traci się na funkcjonalności, a oszczędza bardzo dużą ilość przestrzeni dyskowej. W czasie spoczynku kamera rejestruje obraz o gorszych parametrach. Rejestratory, jeśli tylko posiadają wyjście wideo mogą również wyświetlać obraz bezpośrednio na monitorze.²⁴

1.4.6 System sygnalizacji pożarowej (SSP)

W rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji, określone zostały obiekty, w których prawnie wymagany jest SSP. Są to zazwyczaj budynki użyteczności publicznej, gdzie może znajdować się znaczna ilość osób (np. kina, teatry, galerie, banki, szpitale, baseny i wiele innych). System ten ma za zadanie chronić życie ludzkie i mienie, jest to możliwe dzięki wykrywaniu zagrożeń związanych z pożarem, informowaniu o nich oraz wykonywaniu określonych sterowań. SSP jest zbudowany z:

- centrali pożarowej;
- czujek pożarowych (dymu, temperatury, ognia);
- ręczne ostrzegacze pożarowe;
- sygnalizatorów akustycznych i optycznych;
- elementów kontrolnych i sterujących.

Centrala pożarowa jest głównym elementem SSP. Jest urządzeniem, które ma za zadanie odebrać sygnał z czujników i dzięki wgranej odpowiedniej matrycy sterowań, zarządza pozostałymi podzespołami i elementami. W momencie wykrycia pożaru, osoby przeszkolone mają czas T1 na potwierdzenie przyjęcia zgłoszenia, następnie odliczany jest czas T2 (nawet do 10 min w zależności od wielkości obiektu), który daje możliwość weryfikacji alarmu. Po potwierdzeniu prawdziwości alarmu, centrala

²⁴ Duszczyk K., Dubrawski A., Dubrawski A., Pawlik M., Szafrński M., *Inteligentny budynek*, Warszawa: PWN, 2019. s. 83-91

wysterowuje sygnalizatory oraz systemy gaśnicze (jeśli takie istnieją w danym systemie), powiadamia również centrum monitoringu.

Czujki pożarowe są podstawowymi elementami większości systemów sygnalizacji pożarowej. Można podzielić je na:

- czujki dymu - mogą być liniowe lub punktowe, reagują na produkty spalania lub rozkładu termicznego. Dodatkowo czujki punktowe dzielą się na jonizacyjne i optyczne.
- czujki ciepła - wykorzystują termistory o ujemnym współczynniku temperaturowym (typ NTC), dzięki niewielkiej masie, szybko reagują na zmiany temperatury.
- czujki płomienia - wykrywają promieniowanie podczerwone lub ultrafioletowe wytwarzane przez płomienie.
- czujki wielosensorowe - dzięki zastosowaniu kilku sensorów w jednym czujniku, w znacznym stopniu eliminowana jest możliwość wystąpienia fałszywych alarmów.

W skład SSP wchodzi również ręczne ostrzegacze pożarowe (ROP), które umieszczane są przy wejściach do budynków i na ciągach komunikacyjnych. Po wciśnięciu przycisku następuje natychmiastowe zadziałanie całego systemu pożarowego, ponieważ jest to zdarzenie zweryfikowane przez człowieka. SSP bardzo często zintegrowany jest z innymi systemami, które są przez niego sterowane. Dzięki takim zabiegom możemy ograniczyć rozprzestrzenianie się ognia lub nawet jego likwidację. Do takich działań można zaliczyć: wyłączenie zasilania, uruchomienie systemu tryskaczy, otwarcie drzwi ewakuacyjnych, otwarcie bramek kontroli dostępu, otwarcie klap dymowych, zamknięcie bram pożarowych, otwarcie bram napowietrzających.²⁵

²⁵ Tamże

Rozdział 2

Opis wykorzystanych urządzeń oraz projekt stanowiska

W tej części pracy zostały opisane najważniejsze cechy i parametry urządzeń wchodzących w skład zbudowanej makiety inteligentnego budynku. Przedstawiono również makietę, schemat połączeń całego systemu, oprogramowanie.

2.1 *Historia firmy "Satel"*

Firma SATEL jest polską marką, która posiada ponad 30 letnie doświadczenie na rynku elektronicznych systemów zabezpieczeń. Jej produkty są sprzedawane do ponad 60 krajów, głównie w Europie i Azji. W 2002 roku korporacja otrzymała certyfikat zgodności ISO 9001:2000, co pokazuje wysoką dbałość o szczegóły proponowanych przez nich produktów. Zakład ten oferuje rozwiązania z zakresu systemów: sygnalizacji włamania i napadu, kontroli dostępu, sygnalizacji pożarowej, automatyki budynkowej, monitoringu oraz integracji z innymi systemami. Wszelkie produkty proponowane przez firmę powstają na terenie Polski, co daje możliwość czuwania nad każdym etapem ich produkcji. W procesie produkcyjnym wykorzystywane są dwie zautomatyzowane linie produkcyjne w technologii SMT wiodących producentów, ich wydajność to 70 tysięcy elementów SMD/h. Każde wyprodukowane urządzenie jest sprawdzane, co znacząco przewyższa normy. W tym celu używane są maszyny zaprojektowane i wykonane przez firmę Satel.²⁶

2.2 *Urządzenia wchodzące w skład makiety inteligentnego budynku*

2.2.1 *Płyta główna centrali INTEGRA 32*

Zaawansowana centrala alarmowa oferująca nie tylko funkcje alarmowe, ale również możliwości systemu kontroli dostępu, automatyki domowej czy niecertyfikowanego systemu pożarowego. Centrala może zostać rozbudowana o dodatkowe moduły

²⁶[https://www.satel.pl/firma/#elementor-](https://www.satel.pl/firma/#elementor-action%3Aaction%3Dlightbox%26settings%3DeyJ0eXBlljoidmlkZW8iLCJ2aWRlb1R5cGUiOiJ5b3V0dWJlIiwidXJsIjoiaHR0cHM6XC9cL3d3dy55b3V0dWJlLnNvbVwvZW1iZWRCeL2QwclNfYlFXd2xpP2ZlYXR1cmU9b2VtYmVklIn0%3D)

[action%3Aaction%3Dlightbox%26settings%3DeyJ0eXBlljoidmlkZW8iLCJ2aWRlb1R5cGUiOiJ5b3V0dWJlIiwidXJsIjoiaHR0cHM6XC9cL3d3dy55b3V0dWJlLnNvbVwvZW1iZWRCeL2QwclNfYlFXd2xpP2ZlYXR1cmU9b2VtYmVklIn0%3D](https://www.satel.pl/firma/#elementor-action%3Aaction%3Dlightbox%26settings%3DeyJ0eXBlljoidmlkZW8iLCJ2aWRlb1R5cGUiOiJ5b3V0dWJlIiwidXJsIjoiaHR0cHM6XC9cL3d3dy55b3V0dWJlLnNvbVwvZW1iZWRCeL2QwclNfYlFXd2xpP2ZlYXR1cmU9b2VtYmVklIn0%3D) (dostęp 13.05.2021)

rozszerzeń, dzięki czemu istnieje możliwość dostosowania systemu do aktualnych potrzeb. INTEGRA 32 posiada również, dzięki modułom GSM czy Ethernet, szerokie możliwości komunikacyjne. Centrale z całej serii INTEGRA spełniają wymagania norm:

- EN 50131-1 Grade 2,
- EN 50131-3 Grade 2,
- EN 50131-6 Grade 2,
- EN 50130-4,
- EN 50130-5 Klasa II.

Parametry techniczne i cechy:

- 8 wejść (maksymalnie 32 wejścia);
- 8 wyjść - 2 wysokoprądowe i 6 niskoprądowych (maksymalnie 32 wyjścia);
- 16 stref i 4 partycje;
- 3 wyjścia zasilające zabezpieczone bezpiecznikami polimerowymi;
- magistrale do podłączenia maksymalnie 4 manipulatorów i 32 modułów rozszerzeń;
- 8 numerów telefonów do powiadamiania;
- wejście do podłączenia syntezy mowy;
- 16 komunikatów głosowych;
- 28 timerów do automatycznego sterowania;
- pamięć 439 zdarzeń;
- port RS-232 (gniazdo RJ) umożliwiający programowanie z komputera, połączenie z ETHM-1 Plus czy podłączenie drukarki szeregowej;
- napięcie zasilania 18 V AC \pm 15 %, 50-60 Hz,
- maksymalny pobór prądu 234 mA;
- prąd wyjściowy zasilacza 1,2 A;
- napięcie wyjściowe zasilacza 10,5 - 14 V DC;

- obciążalność wyjść wysokoprądowych 2 A;
- obciążalność wyjść niskoprądowych 50 mA;
- obciążalność wyjść +KPD, +EX, AUX 0,5 A;²⁷

2.2.2 Ekspander wejść i wyjść INT-PP

Umożliwia rozbudowę central alarmowych o dodatkowe 8 wejść przewodowych oraz 8 wyjść programowalnych, OC i przekaźnikowych. Ekspander obsługuje konfiguracje wejść: NO, NC, EOL, 2EOL/NO, 2EOL/NC, 3EOL.

Parametry techniczne i cechy:

- 8 wejść;
- 8 wyjść (4 typu OC oraz 4 przekaźnikowe);
- obsługa czujek roletowych i wibracyjnych;
- magistrala RS-485 umożliwiająca aktualizacje oprogramowania;
- napięcie zasilania 12 V DC \pm 15 %;
- maksymalny pobór prądu 150 mA;
- obciążalność wyjść przekaźnikowych (obciążenie rezystancyjne) 1 A / 30 V DC;
- obciążalność wyjść OC 50 mA / 12 V DC;
- obciążalność wyjść +12 V - 2,5 A / 12 V DC;²⁸

2.2.3 Ethernetowy moduł komunikacyjny ETHM-1 Plus

Umożliwia korzystanie z komunikacji przez sieć Ethernet, w celu zdalnego programowania central czy prowadzenia monitoringu. Dzięki temu istnieje możliwość zdalnego sterowania systemem przy pomocy urządzeń mobilnych oraz komputera.

Parametry techniczne i cechy:

- monitoring TCP/IP lub UDP;
- programowanie za pomocą programu DLOADX;

²⁷ Konfigurator sprzętowy systemu alarmowego CONFX 2.0.10 (dostęp 08.11.2021)

²⁸ Tamże

- nadzór systemu za pomocą GUARDX;
- obsługa systemu z poziomu przeglądarki oraz aplikacji INTEGRA CONTROL;
- obsługa automatycznej konfiguracji DHCP;
- kodowanie transmisji danych;
- otwarty protokół do integracji kanałem TCP/IP z innymi systemami;
- napięcie zasilania 12 V DC \pm 15 %;
- maksymalny pobór prądu 80 mA;²⁹

2.2.4 Manipulator z ekranem dotykowym INT-TSG-BSB

Dzięki posiadaniu ekranu dotykowego jest idealnym rozwiązaniem dla użytkowników przyzwyczajonych do obsługi nowoczesnych smartfonów i tabletów. Ze względu na swój design oraz niewielkie wymiary bardzo dobrze prezentuje się w każdym wnętrzu. Duże, czytelne piktogramy ułatwią obsługę systemu. Dzięki wspieraniu funkcji MAKRO znacznie przyspiesza obsługę zaprogramowanych sterowań i sekwencji poleceń. Manipulator INT-TSG-BSB oferuje szybki i łatwy dostęp do najnowszych powiadomień w systemie.

Parametry techniczne i cechy:

- dotykowy ekran pojemnościowy 4,3";
- graficzny interfejs użytkownika z kolorowymi ikonami;
- diody informujące o obecnym stanie systemu;
- funkcje MAKRO ułatwiające sterowanie automatyką domową;
- możliwość przystosowanie ekranu statusu do wymogów użytkownika;
- opcja wybudzania i ramki foto;
- obsługa kart pamięci microSD oraz micro SDHC;
- napięcie zasilania 12 V DC \pm 15 %;
- maksymalny pobór prądu 265 mA;³⁰

²⁹ Tamże

2.2.5 Programowalna czujka temperatury TD-1

TD-1 wyposażony jest w wbudowany czujnik temperatury, ale na tym nie kończą się jego możliwości, ponieważ można do niego podłączyć również czujnik zewnętrzny. Monitoruje przekroczenie dwóch progów ustawionych parametrów. Ma możliwość informacji o zbyt szybkim przyroście lub spadku temperatury. Zamiast czujnika zewnętrznego możliwe jest podłączenie przełącznika bistabilnego, który umożliwi przełączanie ustawionych parametrów czujnika wewnętrznego pomiędzy dwoma zestawami. Przykładem może być ustawianie innych zakresów temperatury w dzień, a innych w nocy. Posiada wbudowane trzy przyciski pozwalające programować czujnik oraz czterocyfrowy wyświetlacz LCD. Na wyświetlaczu wyświetlana jest aktualna temperatura, sondy wewnętrznej lub zewnętrznej, kody błędów oraz odpowiednie funkcje podczas programowania.

Parametry techniczne i cechy:

- zakres pomiaru temperatury -35 °C do +60 °C;
- dwa przekaźniki do sterowania urządzeniami zewnętrznymi (na przykład centrala alarmowa);
- wbudowany przetwornik piezoelektryczny;
- napięcie zasilania 12 V DC \pm 15 %;
- maksymalny pobór prądu 50 mA;³¹

2.2.6 Czujnik gazu ziemnego (metanu) DG-1 ME

Mikroprocesorowa czujka gazu, której montaż zalecany jest w pomieszczeniach i przy urządzeniach narażonych na wyciek metanu. Takimi miejscami są: kotłownie, łazienki, kuchnie czy przyłącza gazu. W związku z tym, że metan jest lżejszy od powietrza, zaleca się montaż czujnika w najwyższym punkcie stropu pomieszczenia. Czujnik wywołuje alarm, gdy stężenie gazu ziemnego wyniesie 20% dolnej granicy wybuchowości lub 10% dla tzw. prealarmu. Dzięki wbudowanej żółtej diodzie LED oraz brzęczkowi DG-1 ME może działać jako autonomiczne urządzenie.

Parametry techniczne i cechy:

³⁰ Tamże

³¹ Tamże

- cyfrowa analiza sygnału;
- pełna autodiagnostyka;
- funkcja "prealarmu";
- napięcie zasilania 12 V DC \pm 15 %;
- maksymalny pobór prądu 45 mA;³²

2.2.7 Cyfrowa czujka dualna COBLAT Pro

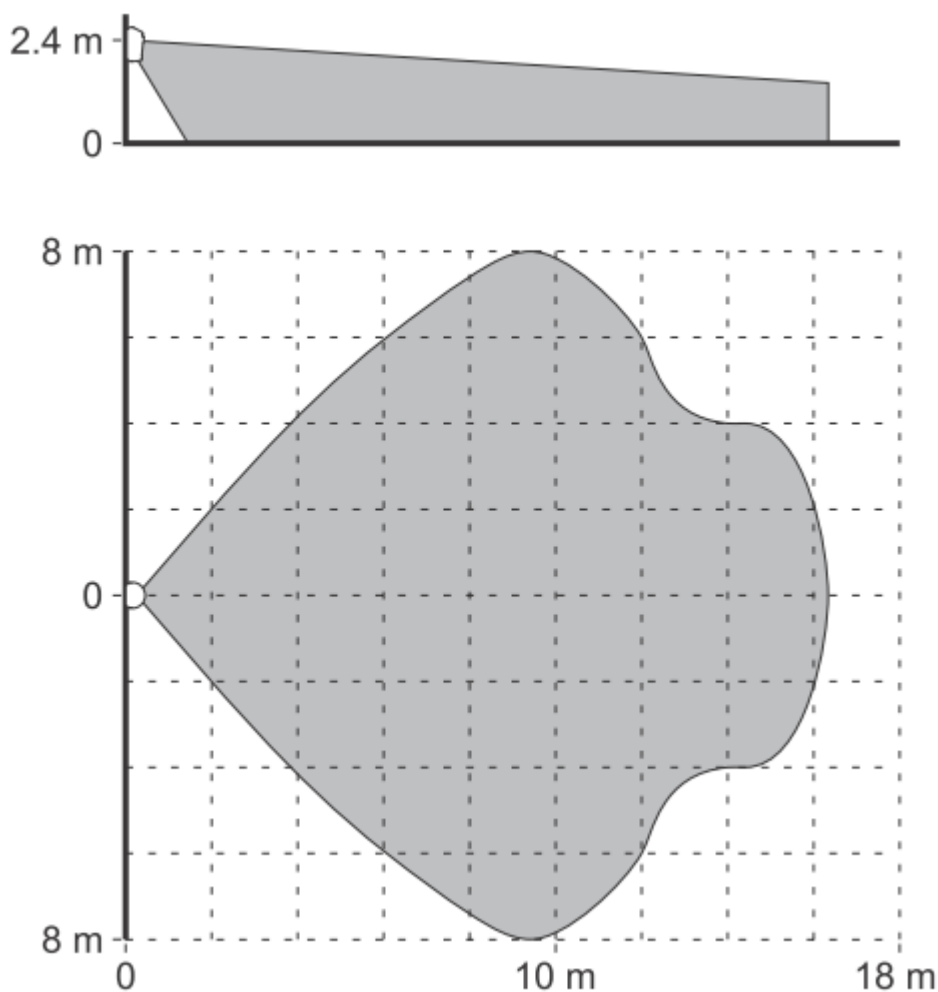
Czujka COBLAT Pro, jak sama nazwa wskazuje, ma dwa wbudowane sensory; czujnik podczerwieni - PIR z poczwórnym pyroelementem oraz czujnik mikrofalowy. Dzięki zaawansowanemu cyfrowemu algorytmowi detekcji ruchu, dualnej konstrukcji oraz funkcji kompensacji temperatury, czujnik wykazuje dużą niewrażliwość na fałszywe alarmy i zakłócenia w pomieszczeniach gdzie panują niekorzystne warunki, na przykład częste przeciągi. COBALT Pro umożliwia również pracę w dwóch trybach wykrywania: podstawowym i zaawansowanym. W trybie podstawowym, po naruszeniu obu czujników wyzwalany jest alarm, natomiast w zaawansowanym alarm zostaje uruchomiony po określonej liczbie naruszeń toru mikrofalowego. Tryb zaawansowany chroni przed wtargnięciem intruza, okrytego materiałem pochłaniającym ciepło jego ciała.

Parametry techniczne i cechy:

- tor PIR i mikrofalowy;
- cyfrowa algorytm detekcji;
- funkcja „antymaskingu”;
- zalecana wysokość montażu to około 2,4 m;
- częstotliwość mikrofali 10,525 GHz;
- wykrywalna prędkość ruchu 0,3 - 3 m/s;
- zasięg czujnika przedstawiono na rysunku 7;
- napięcie zasilania 12 V DC \pm 15 %;
- maksymalny pobór prądu 27 mA.³³

³² Tamże

Na rysunku 7 pokazano obszar detekcji czujnika.



Rys. 7 Obszar detekcji czujnika COBALT Pro³⁴

2.2.8 Czujnik zalania FD-1

Wyposzony jest w sondę na przewodzie 3m, co znacznie ułatwia instalację obu elementów w dogodnym dla użytkownika miejscu. FD-1 sygnalizuje zalanie za pomocą diody LED, po około 4 sekundach od chwili zetknięcia elektrod sondy z wodą. Czujnik zalania przeznaczony jest do instalacji m. in. w łazienkach, piwnicach, kuchniach, pralniach, tj do wszelkich pomieszczeń, w których istnieje ryzyko zalania.

Parametry techniczne i cechy:

- wykrywanie wody w pomieszczeniu zagrożonym zalaniem;

³³ Tamże

³⁴ źródło: instrukcja ogólna czujnika COBALT Pro; cobalt_int.pdf (dostęp 10.11.2021)

- napięcie zasilania 12 V DC \pm 15 %;
- maksymalny pobór prądu 4 mA;³⁵

2.2.9 Cyfrowa pasywna czujka podczerwieni do montażu sufitowego AQUA Ring

Czujnik idealnie sprawdza się w miejsca gdzie montaż na ścianach jest utrudniony lub niemożliwy. Ze względu na swoją konstrukcję umożliwia ochronę dużych obszarów. AQUA Ring posiada wbudowany poczwórny pyroelement oraz algorytm detekcji ruchu. Czujka charakteryzuje się odpornością na zakłócenia i dużą czułością, dzięki zastosowaniu dwutorowej analizy sygnału (wartościowej i ilościowej).

Parametry techniczne i cechy:

- obszar chroniony przy wysokości montażu 2,4 m - 36 m²;
- obszar chroniony przy wysokości montażu 4,5 m - 80 m²;
- zalecana wysokość montażu 2,2 - 4,5 m;
- napięcie zasilania 12 V DC \pm 15 %;
- maksymalny pobór prądu 8,5 mA;³⁶

2.2.10 Akustyczna cyfrowa czujka zbitcia szyby INDIGO

Czujnik przeznaczony jest do wykrywania stłuczenia szkła zwykłego, hartowanego oraz laminowanego. Sygnał akustyczny analizowany jest dwutorowo. Najpierw pod kątem niskiej częstotliwości (uderzenie w szybę), a następnie wysokiej częstotliwości (dźwięk rozbijanego szkła). Jedynie przy wykryciu obu, INDIGO zgłasza alarm. Jest to zabezpieczenie przed fałszywymi alarmami, powodowanymi przez gałęzie drzew czy ptaki uderzające w okna. Zaleca się montaż czujnika naprzeciwko chronionej szyby, tak aby mikrofon był skierowany bezpośrednio na nią.

Parametry techniczne i cechy:

- zasięg do 6m;
- napięcie zasilania 12 V DC \pm 15 %;

³⁵ Konfigurator sprzętowy systemu alarmowego CONFX 2.0.10 (dostęp 08.11.2021)

³⁶ Tamże

- maksymalny pobór prądu 15 mA;³⁷

2.2.11 Czujka magnetyczna K-1 i S-1

Czujniki magnetyczne służą do zabezpieczania drzwi czy okien. Reagują na ich otwarcie. Przeznaczone są do montażu powierzchniowego. Składają się z dwóch wodoszczelnych elementów, czujnika kontaktronowego (magnetycznego) oraz magnesu. Dodatkowo kontaktron S-1 wyposażony jest w pętlę sabotażową. Podczas odsuwania magnesu od kontaktronu, obwód zostaje otwarty, co sygnalizowane jest jako alarm.

Parametry techniczne i cechy:

- Odległość zamknięcia styków kontaktronu 18 mm.
- Odległość otwarcia styków kontaktronu 28 mm.³⁸

2.2.12 Autonomiczna optyczna czujka dymu ADR-20R

Czujnik przeznaczony jest do zamkniętych pomieszczeń, ma za zadanie wykryć pożar we wczesnym stadium, wtedy gdy materiał zaczyna się tlić. ADR-20R jest czujnikiem typu rozproszeniowego. Odbiornik promieniowania- fotodioda, która znajduje się w komorze pomiarowej, nie odbiera promieniowania podczerwonego, wysyłanego przez nadajnik (diode elektroluminescencyjną) dopóki do komory nie dostaną się cząstki dymu. Dym rozprasza promieniowanie, w wyniku czego dostaje się ono na odbiornik. Po przekroczeniu odpowiedniego progu, czujnik przełącza się w stan alarmu oraz uruchamia sygnalizację optyczną i akustyczną.

Parametry techniczne i cechy:

- obszar ochrony 60-80 m²;
- napięcie zasilania 12 V DC \pm 20 %;
- maksymalny pobór prądu 17 mA.³⁹

³⁷ Tamże

³⁸ Tamże

³⁹ źródło: karta katalogowa czujnika ADR-20R; ADR-20R.pdf (dostęp 10.11.2021)

2.2.13 Czujnik ruchu PIR ISC-BPR2-WP

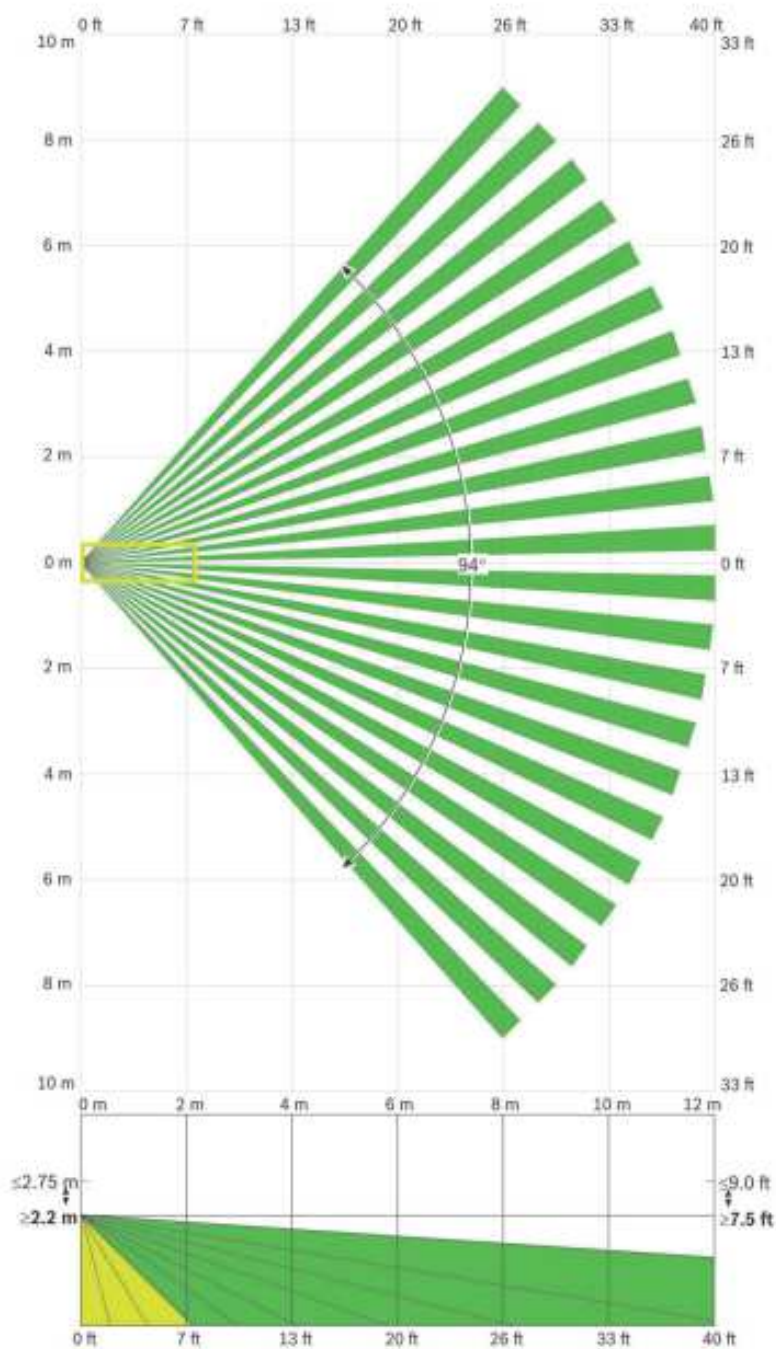
Czujnik wykorzystuje dwie soczewki Fresnela zapewniając wysoką skuteczność wykrywania włamywaczy. Soczewki posiadają wysoką gęstość (77 stref) w układzie 7-warstwowym. ISC-BPR2 posiada funkcję niewrażliwą na zwierzęta do 20 kg, którą można włączyć lub wyłączyć. Dzięki dynamicznej kompensacji temperatury, czujnik wykrywa intruzów z taką samą dokładnością, niezależnie od temperatury. Urządzenie posiada hermetycznie zamkniętą komorę optyczną i dedykowany układ elektroniczny, dzięki czemu jest odporne na fałszywe alarmy, powodowane przez owady i cyrkulacje powietrza.

Parametry techniczne i cechy:

- zalecana wysokość montażu 2,2 - 2,75 m;
- napięcie zasilania 9 - 15 V DC
- maksymalny pobór prądu 10 mA (przy 12 V DC);⁴⁰

Rysunek 8 pokazuje obszar detekcji czujnika.

⁴⁰ źródło: karta katalogowa czujnika ISC-BPR2-WP12; karta_katalogowa_isc_bpr2_wp12 (dostęp 10.11.2021)



Rys. 8 Obszar detekcji czujnika ISC-BPR2⁴¹

2.3 Bilans prądowy

Przed przystąpieniem do realizacji założonego systemu automatyki budynkowej, należy oszacować, czy serce projektowanego systemu-centrala, będzie posiadało

⁴¹ Tamże

wystarczającą wydajność prądową, aby zasilić wszystkie urządzenia. Bilans energetyczny pokazuje tabela 1.

Tabela 1 Bilans energetyczny systemu.

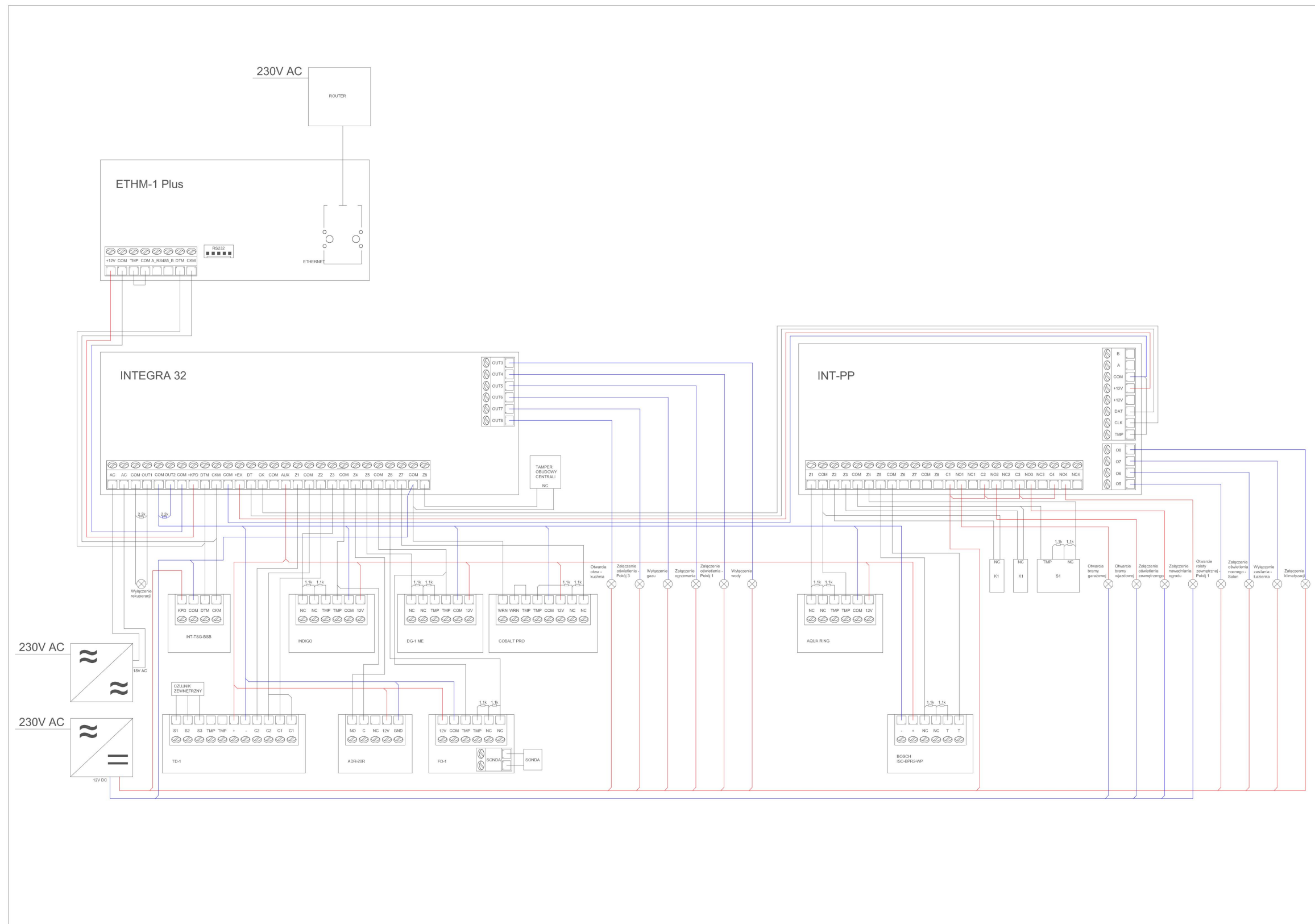
Lp.	Urządzenie	Ilość	Pobór prądu [mA]		Suma poborów prądu [mA]	
			Średni	Maksymalny	Średni	Maksymalny
1	INTEGRA 32	1	527*	634*	527*	634*
2	INT-PP	1	35	150	35	150
3	ETHM-1 Plus	1	70	80	70	80
4	INT-TSG-BSB	1	250	265	250	265
5	TD-1	1	15	50	15	50
6	DG-1 ME	1	35	45	35	45
7	COBLAT PRO	1	22	27	22	27
8	FD-1	1	2,5	4	2,5	4
9	AQUA Ring	1	10	12	10	12
10	INDIGO	1	12,5	15	12,5	15
11	K-1 oraz S-1	3	0	0	0	0
12	ADR-20R	1	8	17	8	17
13	ISC-BPR2-WP	1	10	10	10	10
14	Diody sygnalizujące	15	0	14	0	210
15	Suma [mA]				997	1519

* przy ustawionym prądzie ładowania akumulatora 400 mA

Wydajność prądowa centrali INTEGRA 32 wynosi 1200 mA. Jeśli byłby to bilans prądowy przygotowany dla systemu zamontowanego w rzeczywistości w domu lub mieszkaniu, można by założyć, że wydajność centrali jest wystarczająca. Nawet w trakcie alarmu włamaniowego, czy też wykonania sekwencji sterowań, nie wystąpiłaby sytuacja pełnego obciążenia centrali.

Jednakże jest to bilans makiety, która w przyszłości będzie wykorzystana do celów dydaktycznych. Należało więc przyjąć, za wartość odniesienia, całkowity maksymalny pobór prądu, który wynosi 1519 mA. Dlatego został zamontowany dodatkowy zasilacz o mocy 25 W, do którego zostały przyłączone diody sygnalizujące oraz manipulator, aby odciążyć centrale.

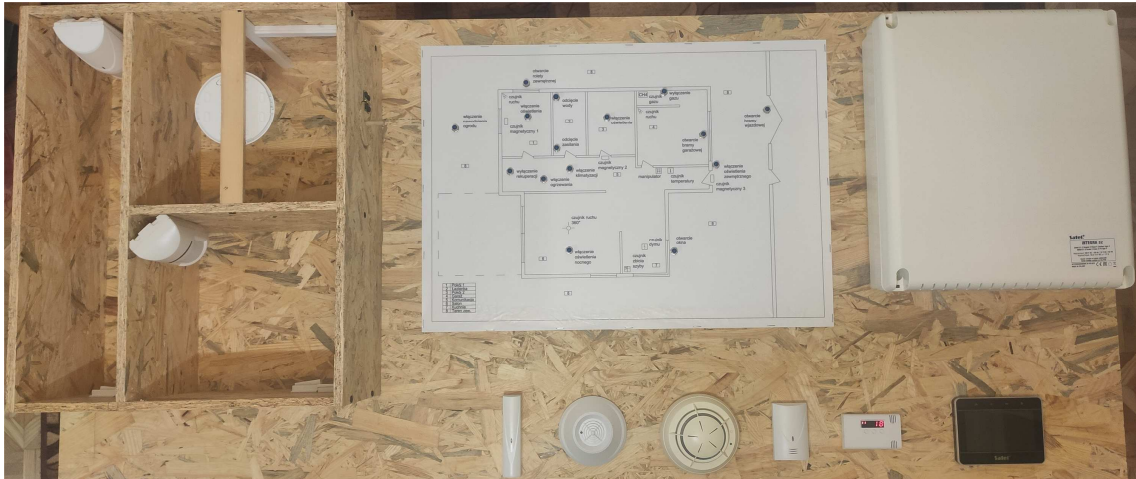
2.4 Schemat połączeń elementów inteligentnego budynku



Rys. 9 Schemat połączeń elementów inteligentnego budynku

2.5 Makieta inteligentnego budynku

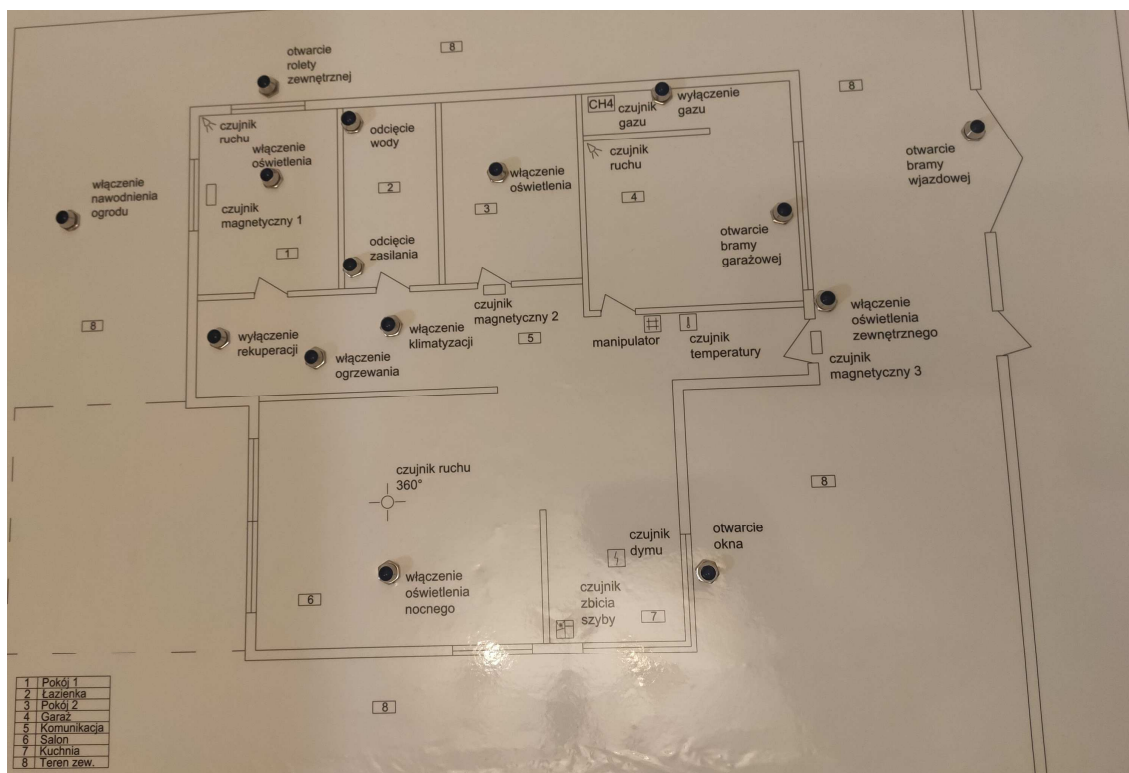
Makieta została zbudowana w głównej mierze na podzespołach firmy "Satel", ale wykorzystano również kilka urządzeń innych producentów tak, aby zobrazować możliwość elastycznego łączenia elementów różnych marek w całe, funkcjonujące systemy.



Rys. 10 Makieta

Projekt został zbudowany na płycie OSB 11 mm o wymiarach 1500 mm x 700 mm (długość x szerokość). Makieta (rysunek 10) o takim rozmiarze jest praktyczna, ponieważ wszystkie zawarte na niej elementy są dostępne dla użytkownika, a jednocześnie nie zajmuje dużo miejsca. Po lewej stronie planszy został stworzony poglądowy obiekt o wysokości 200 mm, składający się z trzech pomieszczeń. W nich znalazły się czujniki ruchu oraz czujniki magnetyczne na ruchomych elementach, umożliwiających ich testowanie. Stworzenie takiej konstrukcji było konieczne, dla lepszej możliwości testowania czujników ruchu. W obecnej postaci makiety to użytkownik decyduje kiedy przetestować jakiś czujnik i sprawdzić daną funkcjonalność. Gdyby czujniki ruchu zostały zamontowane bezpośrednio na płycie, wykrywałyby wszelki ruch wokół makiety co utrudniałoby przeprowadzenie symulacji. W środkowej części przedstawiony został rysunek inteligentnego budynku, wydrukowany na folii w formacie A2. Na rysunku zostały opisane pomieszczenia oraz naniesiono wszystkie czujniki i elementy, wchodzące w skład budowanego systemu. Dla zobrazowania funkcji sterowniczych, wykorzystano diody LED, umieszczone bezpośrednio na schemacie budynku (rysunek 11). Każda z diod jest odpowiedzialna z inne sterowanie. W dolnej części umieszczono czujniki reagujące na konkretne

bodźce, które można kontrolować i symulować w dowolnym czasie. Po prawej stronie zamontowana została obudowa z głównym elementem systemu, centralą INTEGRA 32. W skrzynce umieszczono również elementy zasilające, moduł rozszerzeń oraz moduł i router, umożliwiające zdalne połączenie. Pod obudową przytwierdzono również ważny element do obsługi lokalnej- manipulator. Dla lepszej estetyki i przejrzystości makiety, większość okablowania zostało poprowadzone pod spodem płyty OSB w korytkach instalacyjnych.



Rys. 11 Schemat budynku

Rozdział 3

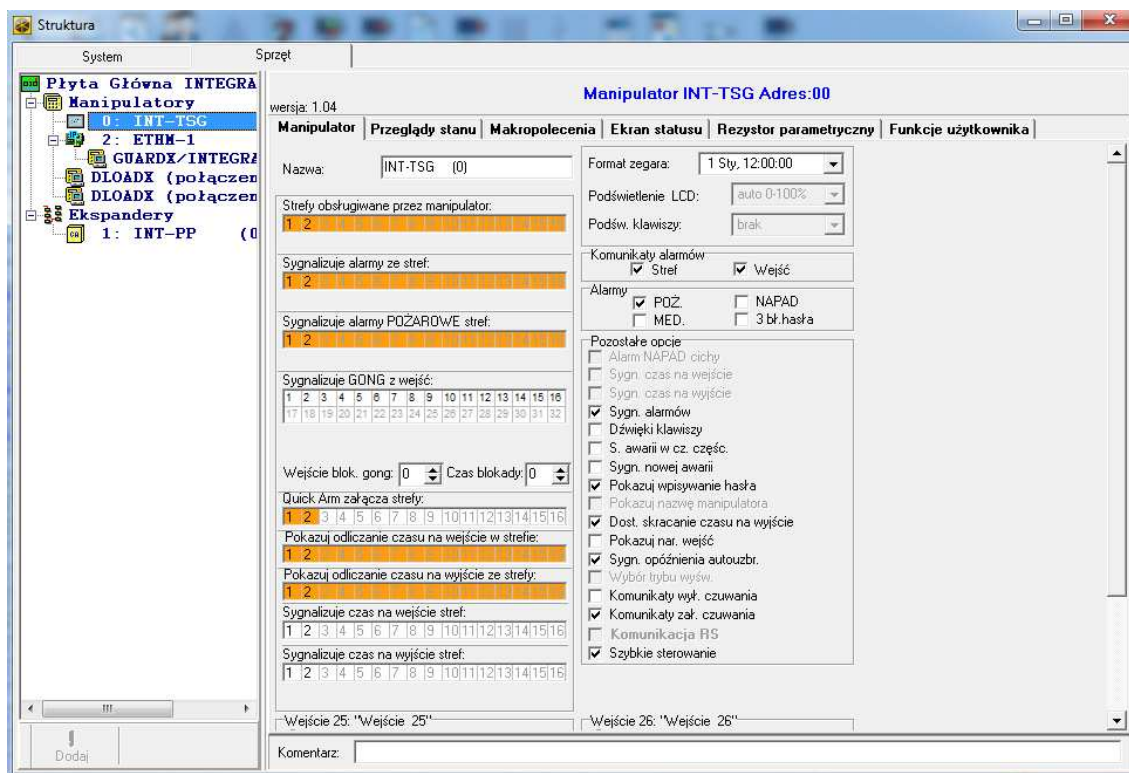
Opis wykorzystanych urządzeń oraz projekt stanowiska

W tym rozdziale zaprezentowane zostały możliwości, jakie daje zbudowana instalacja inteligentnego budynku. Przedstawiono parametry zaprogramowane w systemie. Reakcje systemu w odpowiedzi na to co dzieje się po naruszeniu różnych czujników, co dzieje się samodzielnie oraz jak dzięki aplikacji można ułatwić i uprościć obsługę systemu.

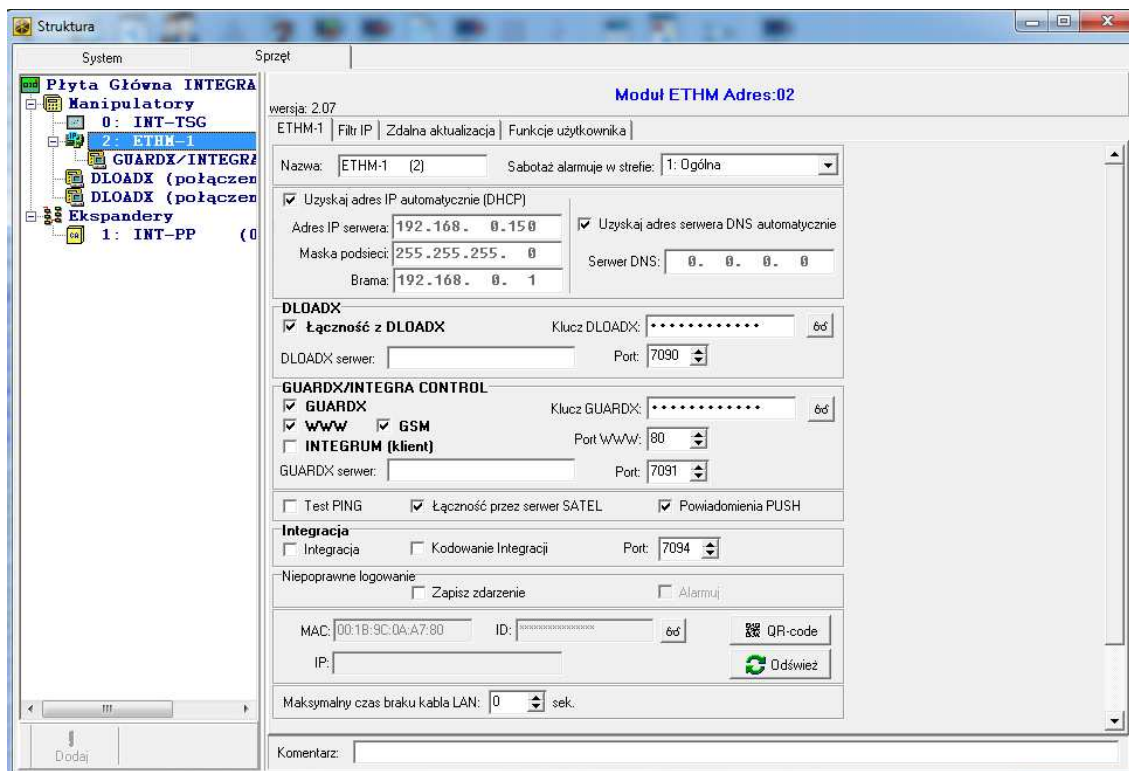
3.1 Konfiguracja i programowanie

Do podstawowej konfiguracji i obsługi systemu służy oczywiście manipulator. Jednak dla osób przyzwyczajonych do interfejsu graficznego bardziej intuicyjne będzie korzystanie z dedykowanego programu firmy Satel do central z rodziny Integra, DLOADX. Za pomocą odpowiednich przewodów lub dedykowanego konwertera można podłączyć komputer do portu RS-232 centrali.

Gdy zostały już podłączone przewody od czujników, modułów rozszerzeń, urządzeń wykonawczych i innych elementów systemu, można przystąpić do konfiguracji i programowania. Najpierw, po podłączeniu zasilania do centrali, należy ustawić zegar w systemie i uruchomić funkcję DWNL-RS. Jest to konieczne, aby można było skomunikować się komputerem z INTEGRA 32. W następnej kolejności uruchamiany jest program DLOADX i dokonuje się identyfikacji manipulatorów oraz ekspanderów. Następnie trzeba określić i ustawić wszystkie wejścia i wyjścia, które na ten moment znajdują się w systemie. W dalszej części należy skonfigurować cały system, według własnych potrzeb czy wskazań użytkownika.



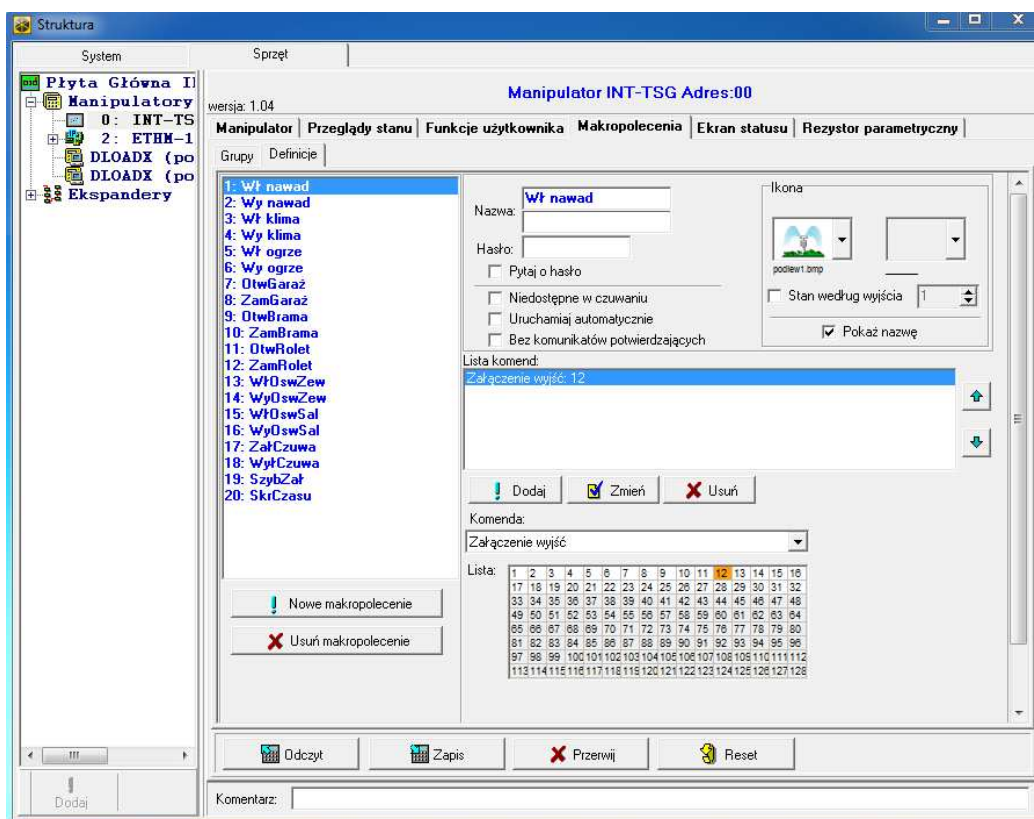
Rys. 12 Manipulator INT-TSG



Rys. 13 Ethernetowy moduł komunikacyjny ETHM-1

Rysunek 12 oraz 13 ukazują okna z programu DLOADX, na których ukazane są główne zakładki z podstawowymi i zaawansowanymi funkcjami oraz sposobami zadziałania modułu komunikacyjnego oraz manipulatora.




Tworzenia Makr można dokonać wchodząc w zakładkę „Makropolecenia” na manipulatorze (który posiada taką funkcję) lub w module komunikacyjnym ETHM-1 (rysunek 14). Makra w bardzo dużym stopniu ułatwiają i upraszczają korzystanie z systemu automatyki budynkowej. Dzięki nim można jednym kliknięciem z manipulatora lub poprzez aplikację mobilną Integra Control, otworzyć/zamknąć bramę garażową czy wjazdową, otworzyć/zamknąć rolety zewnętrzne i wiele więcej funkcji. Dzięki dużemu wyborowi ikon, można już za pomocą przedstawienia graficznego, pokazać jakie zadanie ma dane makropolecenie. Dodatkowym ułatwieniem w obsłudze makr jest możliwość podziału ich na grupy, których może być maksymalnie cztery. Funkcjonalna jest również możliwość eksportu pliku z makrami. Nie trzeba robić tego osobno na manipulatorze, a osobno na ETHM. Wystarczy utworzyć makra na jednym urządzeniu, wyeksportować plik i wgrać na kolejne. Utworzony w ten sposób plik może również ułatwić konfigurację nowo budowanego systemu.



Rys. 14 Definicje makropoleceń

Wejścia						
Wejścia		Liczniki	Blokady	Grupy zak./wyk.		
Nr	Nazwa wejścia	Str.	Typ linii	Czułość	Typ reakcji	Czas na we.
1	Cz temp wysoka	1	1: NC	320 ms	55: 24h pom.-zbyt wysoka temperatura	0 sek.
2	Cz temp niska	1	1: NC	320 ms	56: 24h pom.-zbyt niska temperatura	0 sek.
3	Cz zbicia szyby	1	4: 2EOL/NC	320 ms	5: Zwykła	0 sek.
4	Cz dymu	1	4: 2EOL/NC	320 ms	32: 24h pożarowa	0 sek.
5	Cz gazu ziemnego	1	4: 2EOL/NC	320 ms	49: 24h pom.-czujka gazu	0 sek.
6	Cz zalania	1	4: 2EOL/NC	320 ms	52: 24h pom.-wyciek wody	0 sek.
7	Cz ruchu garaż	1	4: 2EOL/NC	320 ms	5: Zwykła	0 sek.
8	Sabotaż centrali	1	1: NC	320 ms	9: 24h sabotażowa	0 sek.
9	Cz 360 Aqua	1	4: 2EOL/NC	320 ms	5: Zwykła	0 sek.
10	K-1 okno pok 1	2	1: NC	320 ms	5: Zwykła	0 sek.
11	K-1 drzwi pok 3	2	1: NC	320 ms	5: Zwykła	0 sek.
12	S-1 drzwi wej	1	4: 2EOL/NC	320 ms	0: Wejścia/Wyjścia	20 sek.
13	Cz ruchu pok 1	2	4: 2EOL/NC	320 ms	5: Zwykła	0 sek.
14	Wejście 14	1	0: Brak czujki	320 ms	5: Zwykła	0 sek.
15	Wejście 15	1	0: Brak czujki	320 ms	5: Zwykła	0 sek.
16	Wejście 16	1	0: Brak czujki	320 ms	5: Zwykła	0 sek.

Komentarz:

 Drukuj  Szczegóły  OK

Rys. 15 Wejścia

Na rysunku 15 pokazano wszystkie 13 wejść zaprogramowanych i wykorzystywanych w zbudowanej makiecie. Każde z zaprogramowanych wejść posiada unikalną nazwę, która jednoznacznie identyfikuje je z pośród pozostałych. Zgodnie z fizycznym podłączeniem czujników, ustawiony jest odpowiedni typ linii, na każdym wejściu. Wszystkie detektory, mają przypisany odpowiedni typ reakcji, zależny od pełnionej roli w systemie.

Nr	Nazwa wyjścia	Typ wyjścia	Czas działania	Wyśw. stanu	Pol.+	Pulsuj	Zatrask	Wyzwalanie:	Wy
1	Wył rekuperacji	46: Iloczyn logiczny wyjść	0 min. 10 sek.	0: standardowo	X			wyjścia: 25+26	
2	Wyjście 2	0: Niewykorzystane	0 min. 10 sek.	0: standardowo	X				
3	Wył wody łaz	24: Przełącznik MONO	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 6	
4	Wł ośw pok 1	46: Iloczyn logiczny wyjść	0 min. 10 sek.	0: standardowo	X			wyjścia: 18+19	
5	Wł ogrzewania	46: Iloczyn logiczny wyjść	0 min. 10 sek.	0: standardowo	X			wyjścia: 20,22	
6	Wył gazu	24: Przełącznik MONO	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 4+5	
7	Wł ośw pok 3	25: Przełącznik BI	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 11	
8	Otw okna kuchnia	24: Przełącznik MONO	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 4+5	
9	Otw bramy garaż	47: Suma logiczna wyjść	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wyjścia: 23+24	
10	Otw bramy wjazd	24: Przełącznik MONO	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X		X	wejścia: -	
11	Wł ośw zewn	46: Iloczyn logiczny wyjść	0 min. 10 sek.	0: standardowo	X			wyjścia: 19,29	
12	Nawodnienie ogro	24: Przełącznik MONO	30 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wejścia: -	
13	Otw rolety pok 1	24: Przełącznik MONO	0 min. 10 sek.	0: standardowo	X		X	wejścia: -	
14	Wł ośw noc salon	46: Iloczyn logiczny wyjść	0 min. 10 sek.	0: standardowo	X			wyjścia: 19,32	
15	Wył zasil łaz	24: Przełącznik MONO	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 6	
16	Wł klimy	46: Iloczyn logiczny wyjść	0 min. 10 sek.	0: standardowo	X			wyjścia: 22,27	
17	Osw zew stałe	24: Przełącznik MONO	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X		X	wejścia: -	
18	Osw pok 1 wej	24: Przełącznik MONO	0 min. 5 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 13	
19	Osw timer	26: Timer	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X			timery: 1	
20	Wł ogrz wej	24: Przełącznik MONO	30 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 2	
21	Wył cyrk pow wej	24: Przełącznik MONO	0 min. 5 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 10,12	
22	Wył ogrz klim wy	47: Suma logiczna wyjść	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wyjścia: 8+9,21	
23	Zadz gaz i dym	24: Przełącznik MONO	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 4+5	
24	Otw stałe bramy	24: Przełącznik MONO	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X		X	wejścia: -	
25	wł rek gaz dym	24: Przełącznik MONO	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 4+5	
26	Wył rekuperacji	47: Suma logiczna wyjść	0 min. 20 sek.	0: standardowo	X			wyjścia: 21,24	
27	Wł klimy wej	24: Przełącznik MONO	30 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 1	
28	Wł ośw salon wej	24: Przełącznik MONO	0 min. 10 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 9,12	
29	Osw zew wyjsc	47: Suma logiczna wyjść	0 min. 0 sek.	0: standardowo	X			wyjścia: 10,17,24,30	
30	Osw zew wejścia	24: Przełącznik MONO	0 min. 10 sek.	0: standardowo	X			wejścia: 12	
31	Osw salon stałe	24: Przełącznik MONO	0 min. 20 sek.	0: standardowo	X		X	wejścia: -	
32	Wł ośw salon wyj	47: Suma logiczna wyjść	0 min. 20 sek.	0: standardowo	X			wyjścia: 28,31	

Wyzwalanie wyjścia 1

WYJŚCIA sterujące:

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32

Z manipulatorów:

0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

Ze stref / klawiatur strefowych:

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16

Kasowanie

Kasowanie sygnalizacji na wyjściu w strefach:

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16

Poprzednie Następne + Grupy wyjść Komentarz: Drukuj OK

Moduł: Płyta główna

Rys. 16 Wyjścia

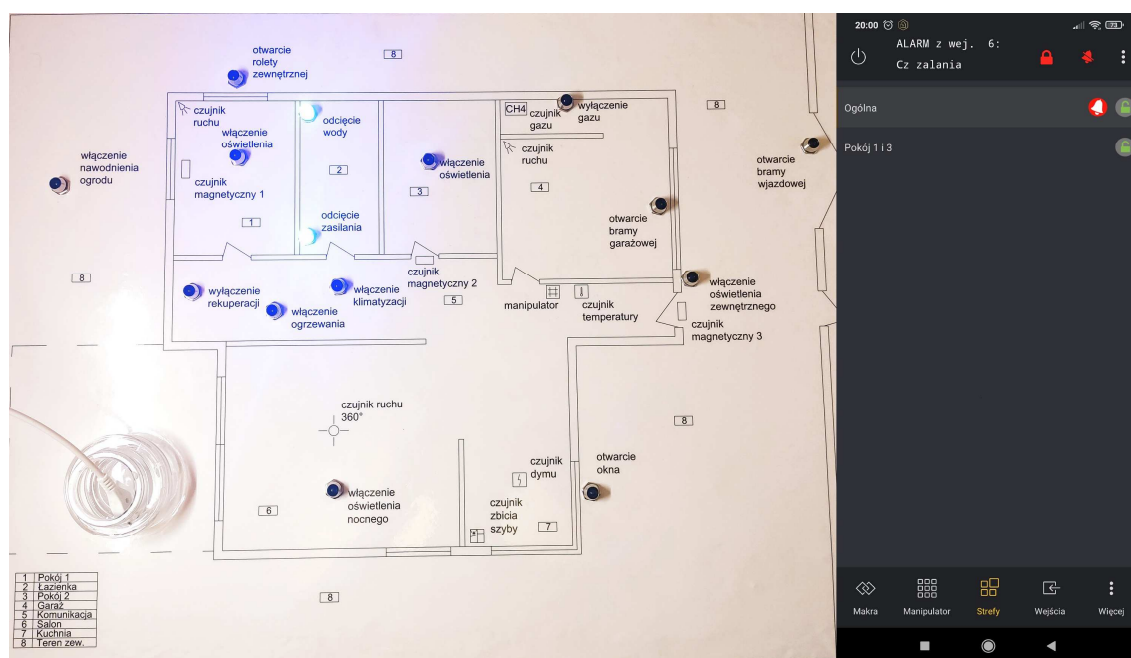
Rysunek 16 przedstawia wyjścia fizyczne i wirtualne w programowanym systemie, których jest odpowiednio 15 i 16. Ze względu na ograniczenia centrali nie ma możliwości dodania więcej niż 32 wyjść, nawet wirtualnych. Na wyjściach rzeczywistych są stworzone logiki i zależności dzięki, którym system może działać w pewnych kwestiach autonomicznie.

3.2 Testy i symulacje

Na potrzeby testów czasy zostały odpowiednio skrócone, tak aby nie przedłużać czasu oczekiwania na zadziałanie lub wyłączenie jakiejś funkcji.

3.2.1 Wyciek wody w łazience

Przeprowadzenie symulacji zadziałania zabezpieczeń przed zalaniem wodą łazienki, należy wykonać poprzez zanurzenie elektrod sondy w pojemniku z wodą.



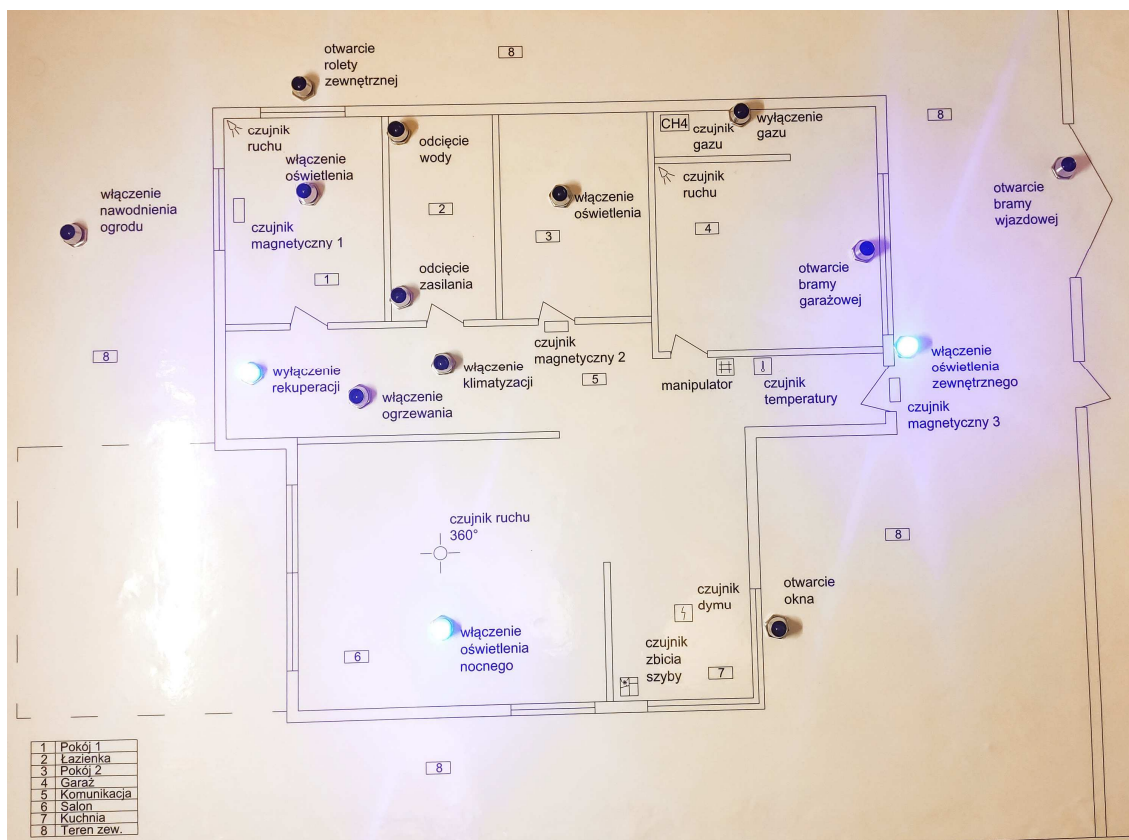
Rys. 17 Uruchomienie diod po wykryciu zalania oraz alarm w systemie

Diody sygnalizacyjne, oznaczające odcięcie wody, odcięcie zasilania zaświecą się natychmiast (rysunek 17), po kontakcie sondy z wodą i będą świeciły się dotąd, aż wejście, do którego podłączony jest czujnik zalania, nie przestanie być aktywne. Po wyciągnięciu sondy z wody, od razu, bez zwłoki, zostaje włączone zasilanie oraz obieg wody w łazience, tak jak zostało to zaprogramowane.

3.2.2 Wyłączenie rekuperacji

W trakcie normalnej pracy wszystkich systemów w domu, rekuperacja jest włączona. Do wyłączenia wentylacji mechanicznej może dojść w następujących okolicznościach:

- podczas otwarcia okien lub drzwi zewnętrznych (rysunek 18);
- podczas otwarcia bramy garażowej.



Rys. 18 Wyłączenie rekuperatora po otwarciu drzwi wejściowych

Analogicznie jak w poprzednim teście, po zakończeniu naruszenia wejścia (zamknięcie okna lub drzwi), rekuperator włączy się. Z drobną różnicą, że stanie się to po czasie 5 s.

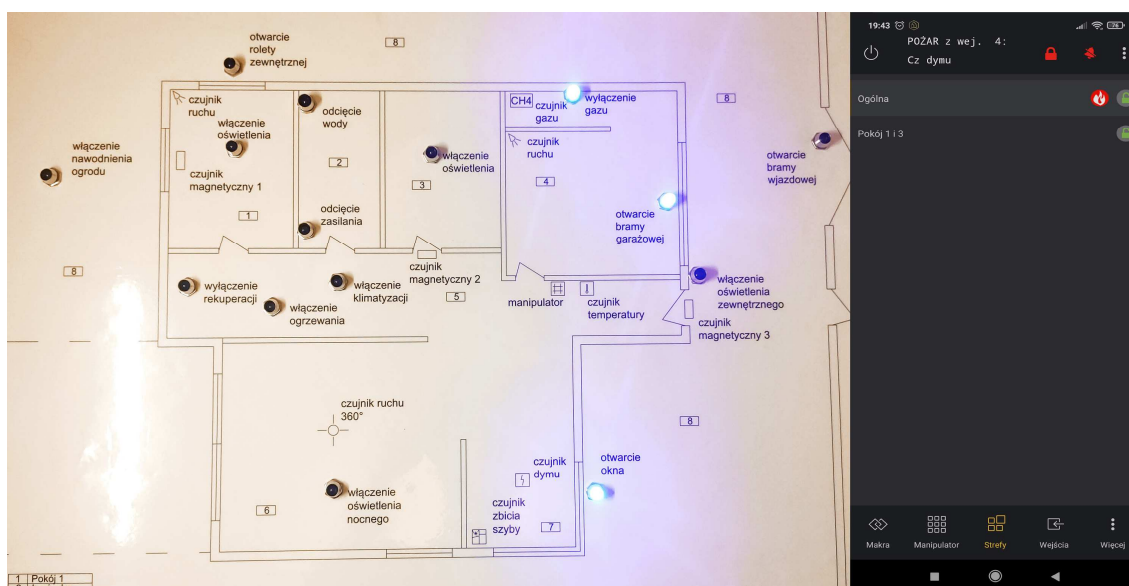
Różnice można zauważyć również przy włączaniu się rekuperatora, po wyłączeniu go przez otwarcie bramy garażowej. Przy takim wariantcie rekuperator włączy się natychmiast po zamknięciu bramy. Jest to związane z ustawieniami logiki wyjść.

3.2.3 Wykrycie gazu lub dymu

Do zasymulowania wykrycia gazu i dymu w budynku posłużyć mogą kolejno: gaz testowy do czujek LPG i gazu ziemnego oraz Smokesabre tester. Po zadymieniu czujnika dymu, dzieją się kolejno następujące funkcje (rysunek 19):

- okno oddymiające w kuchni zostaje otwarte;
- otwiera się również brama garażowa jako napowietrzenie;
- w przypadku gdy rekuperator będzie wyłączony, po wykryciu dymu, włączy się;

- w systemie pojawia się informacja o wykryciu pożaru lub gazu.



Rys. 19 Zadziałanie systemu po wykryciu dymu

Wszystkie sterowania wymienione powyżej, mają również miejsce podczas zadziałania detektora gazu. Oprócz sygnalizacji dźwiękowej na manipulatorze, oba czujniki posiadają wbudowany sygnalizator dźwiękowy, który podczas zadziałania włącza się.

3.2.4 Automatyczne oświetlenie

Oświetlenie automatycznie włącza się w kilku pomieszczeniach, jak i również na zewnątrz budynku. Najbardziej oczywistym wyborem jeśli chodzi o sterowanie oświetleniem są oczywiście czujniki ruchu i magnetyczne. Tak też również zostało to zaprojektowane i wykonane na makiecie. Każde z oświetleń jest sprzężone również z harmonogramem zadziałania.

W pomieszczeniu 1 na schemacie, światło zapala się po wykryciu ruchu przez czujnik ISC-BPR2-WP i świeci się przez cały czas gdy wejście jest naruszone. Gdy czujnik przestanie wykrywać ruch, po 10 sekundach nastąpi jego wyłączenie. Jeśli w trakcie odliczania 10 sekund wejście zostanie naruszone, procedura zacznie się od początku.

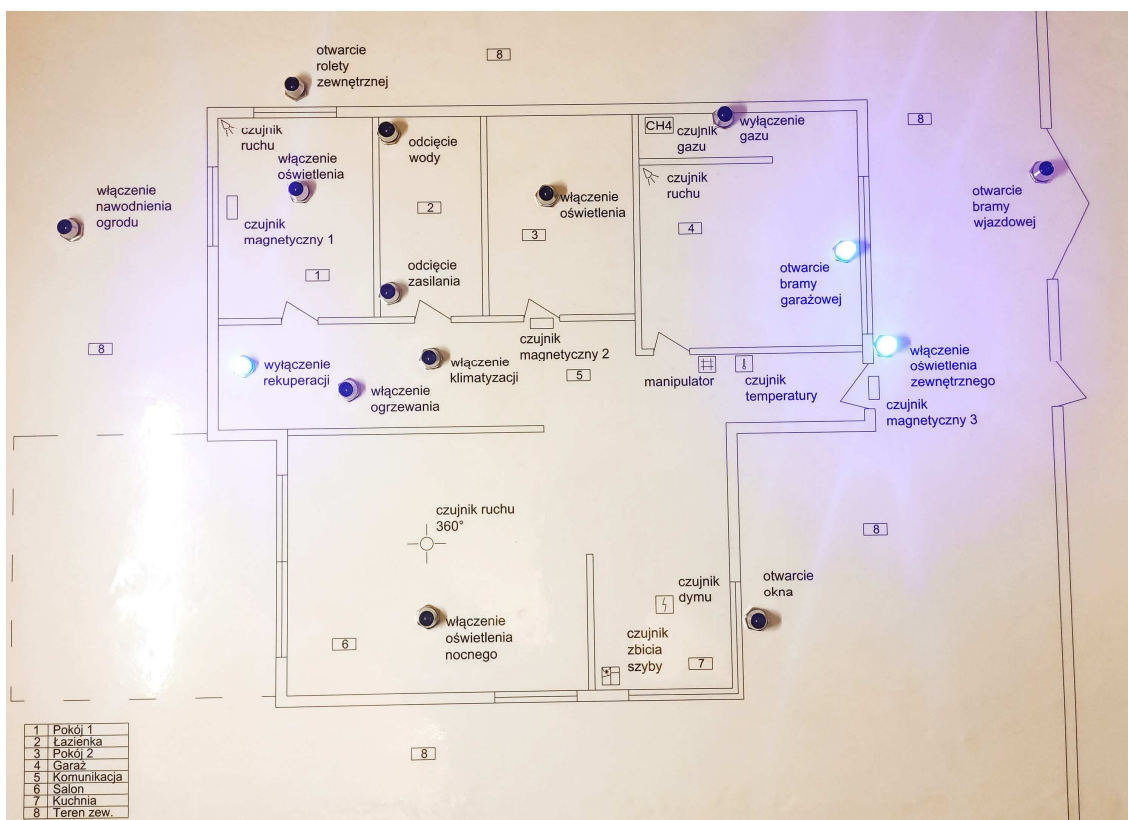
W pokoju 3 na schemacie, umieszczony został czujnik magnetyczny, który odpowiada za włączenie i wyłączenie oświetlenia w tym pomieszczeniu. Po naruszeniu

kontaktronu natychmiast zapala się światło. Dopóki czujnik nie zostanie ponownie naruszony, dopóty w pomieszczeniu 3 będzie włączone oświetlenie.

Salon to pomieszczenie gdzie oświetlenie nocne automatycznie włącza się po naruszeniu czujnika AQUA Ring lub podczas wejścia do budynku, czyli po rozwarciu obwodu czujnika magnetycznego, który się tam znajduje. Analogicznie jak w pomieszczeniu 1, światło w salonie pali się przez cały czas naruszenia wejść oraz 10 sekund po skończonym naruszeniu. Dodatkowo oświetlenie nocne można włączyć bądź wyłączyć z aplikacji, bądź manipulatora, za pomocą stworzonego makropolecenia.

Oświetlenie zewnętrzne włączy się automatycznie podczas:

- otwarcia bramy wjazdowej;
- otwarcia bramy garażowej (rysunek 20);
- otwarcia drzwi wejściowych do budynku.

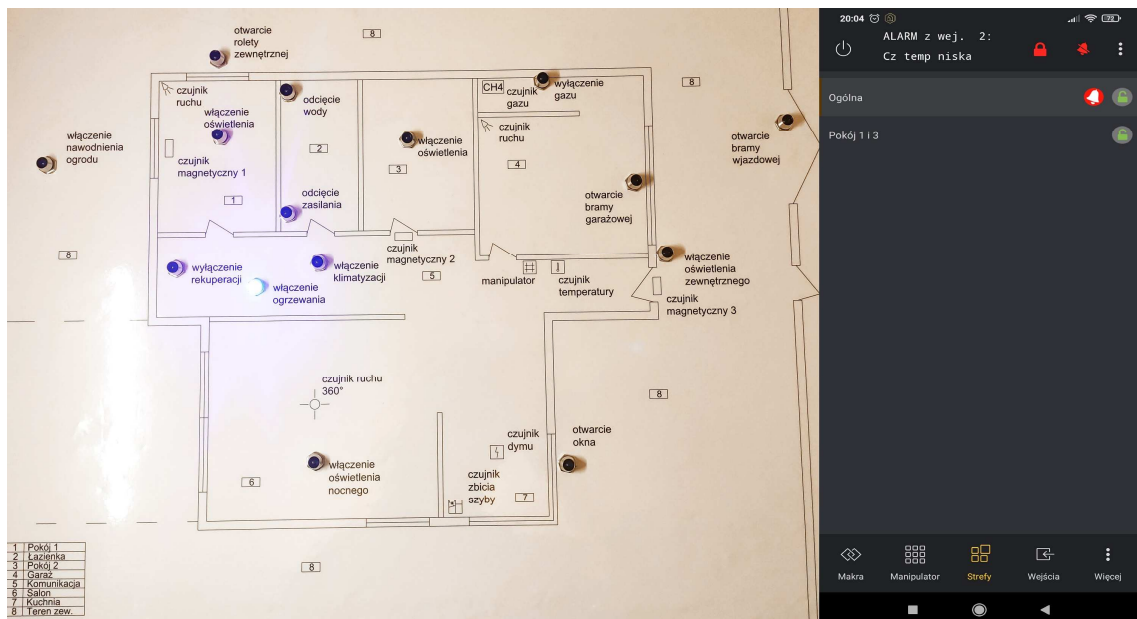


Rys. 20 Otwarcie bramy garażowej

Podobnie jak w przypadku oświetlenia nocnego w salonie, można sterować oświetleniem zewnętrznym, za pomocą utworzonego makropolecenia.

3.2.5 Ogrzewanie i klimatyzacja

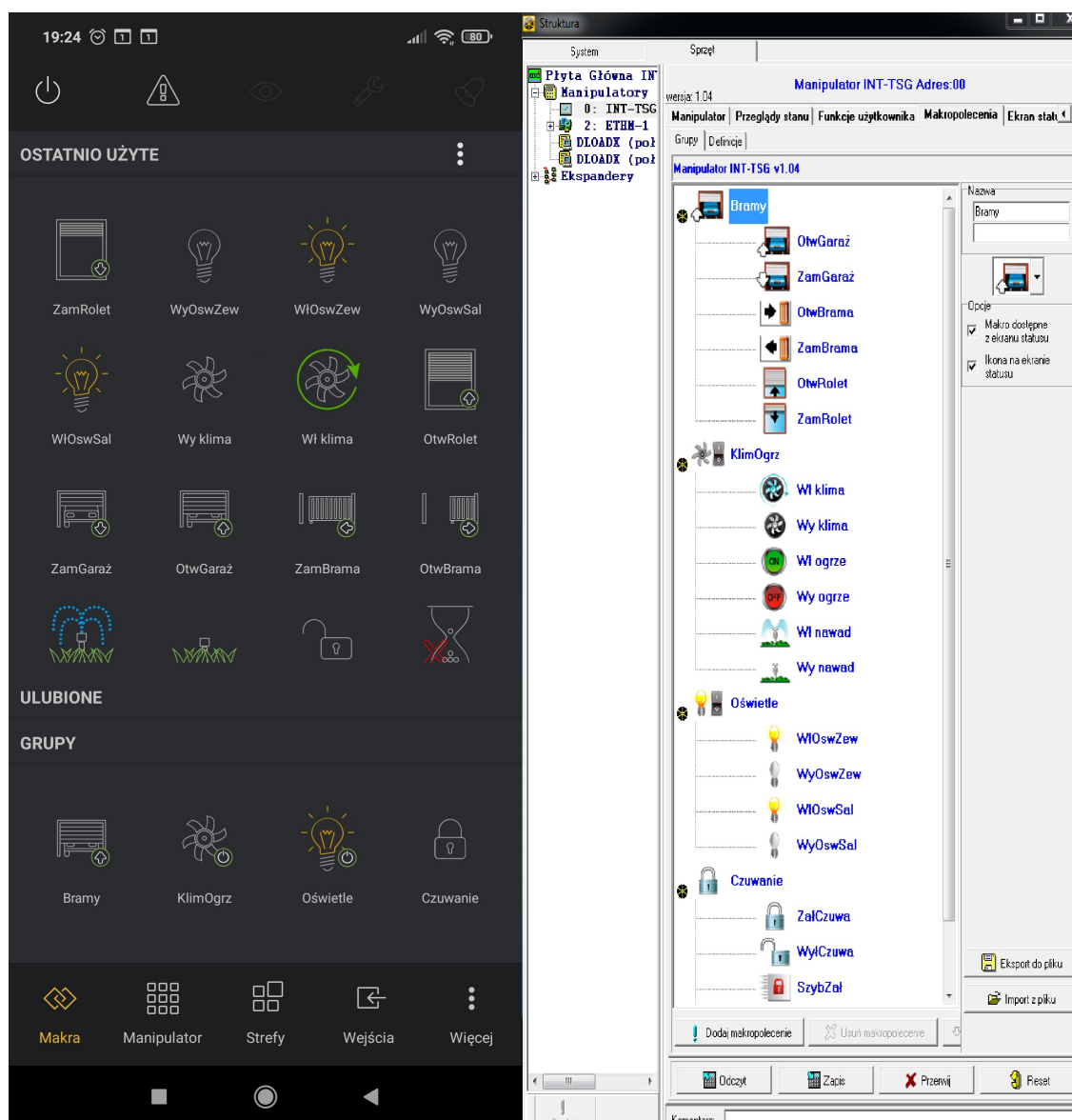
Dzięki czujnikowi temperatury, ogrzewanie (rysunek 21) i klimatyzacja włączą się automatycznie, gdy temperatura osiągnie odpowiednio niską lub wysoką, zaprogramowaną temperaturę. Dodatkowo po otwarciu drzwi wejściowych, bramy garażowej (rysunek 20), okna w pomieszczeniu 1 oraz uruchomieniu siłownika w kuchni, ogrzewanie i klimatyzacja, jeśli są włączone, zostają wyłączone.



Rys. 21 Włączenie ogrzewania po wykryciu niskiej temperatury przez czujnik

3.2.6 Makropolecenia

W systemie zostało stworzone kilkanaście makropoleceń, dzięki którym, za pomocą manipulatora lub aplikacji mobilnej można wygodniej obsługiwać systemu.



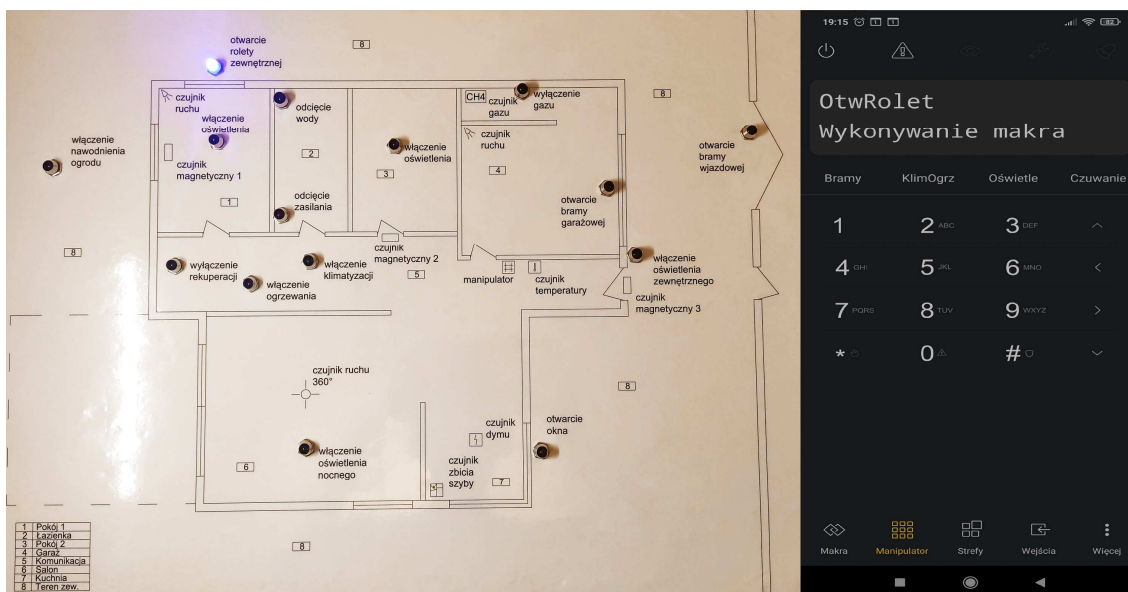
Rys. 22 Makropolecenia widoczne z poziomu aplikacji mobilnej oraz programu DLOADX

Wykorzystane zostały wszystkie cztery dostępne grupy (rysunek 22). Za ich pomocą w zbudowanym systemie można sterować i realizować funkcje:

- otwarcia/zamknięcia bramy garażowej;
- otwarcia/zamknięcia bramy wjazdowej;
- otwarcia/zamknięcia rolety zewnętrznej w pomieszczeniu 1;
- włączenia/wyłączenia klimatyzacji;
- włączenia/wyłączenia ogrzewania;
- włączenia/wyłączenia nawodnienia ogrodu;

- włączenia/wyłączenia oświetlenia zewnętrznego;
- włączenia/wyłączenia oświetlenia nocnego w salonie;
- załączenie/wyłączenie czuwania;
- szybkie załączenie czuwania;
- skrócenie czasu na wyjście.

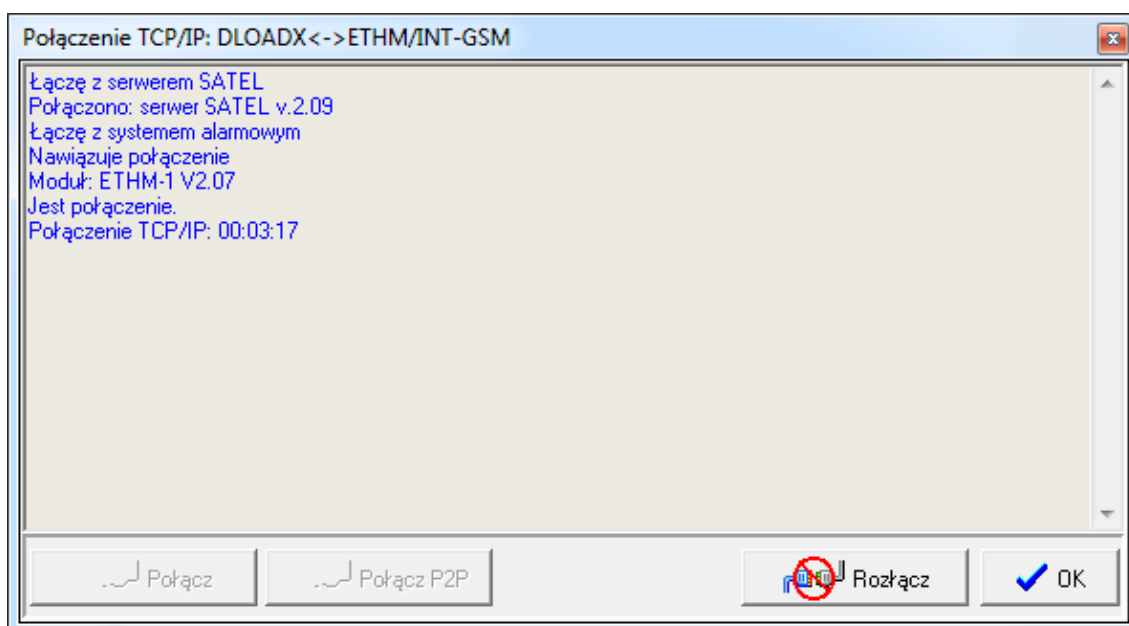
Włączenie otwarcia rolety zewnętrznej w pomieszczeniu 1 zostało przedstawione na rysunku 23.



Rys. 23 Sygnalizacja otwarcia rolety zewnętrznej

3.2.7 Aplikacja mobilna i zdalny dostęp

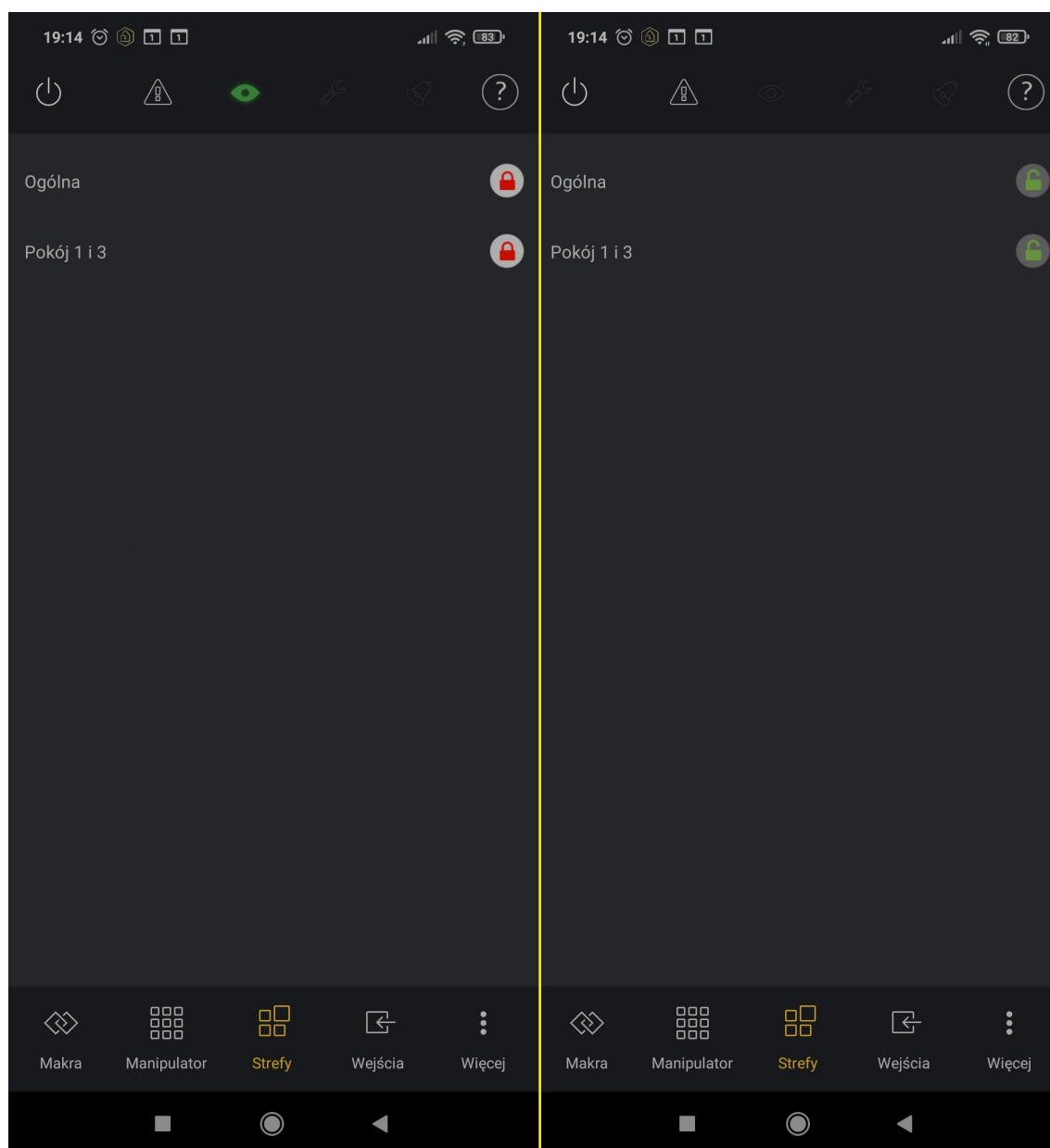
Dzięki ethernetowemu modułowi komunikacji, który został zaprogramowany, podłączony do routera i do serwera SATEL, istnieje możliwość zdalnej obsługi i konfiguracji z komputera oraz aplikacji INTEGRA Control. Wystarczy posiadać dostęp do Internetu. Jeżeli system został prawidłowo skonfigurowany z serwerem SATEL wówczas istnieje możliwość otrzymywania powiadomień push z aplikacji mobilnej na smartfonie.



Rys. 24 Połączenie z serwerem Satel

Rysunek 24 pokazuje nawiązywanie połączenia z centralą za pomocą programu DLOADX, przy wykorzystaniu serwera firmy SATEL, bez fizycznego podłączenia.

Rysunek 25 przedstawia stan systemu przed i po wykonaniu polecenia uzbrojenia systemu na aplikacji mobilnej. Na rysunku po lewej stronie można zauważyć świecenie na zielono ikony przedstawiającej ludzkie oko, co oznacza, że strefy w systemie czuwają.



Rys. 25 Stan systemu po uzbrojeniu (po lewej) i przed uzbrojeniem (po prawej)

3.3 Ćwiczenia

W rozdziale zaproponowano przykładowe ćwiczenia laboratoryjne na zajęcia z przedmiotu „Automatyka przemysłowa”.

3.3.1 Ćwiczenie 1 - System inteligentnego budynku

Po zapoznaniu się z opisem makiety, proszę zweryfikować działanie systemu automatyki budynkowej. Można w tym celu naruszyć kilka wejść jednocześnie, uruchomić makropolecenia i zaobserwować w jaki sposób zachowa się system. Istnieje również możliwość stworzenia krótkiej symulacji, która miałaby na celu weryfikację

wartości użytkowych makiety. Symulacja miałaby polegać na napisaniu w punktach harmonogramu czynności wykonywanych przez użytkownika obiektu (makiety). Następnie należy wykonać wszystkie czynności zapisane w harmonogramie i wypisać obserwacje, uwagi i wnioski, które nasuwały się podczas przeprowadzanego testu.

Na koniec można również spróbować dokonać zmian w konfiguracji i logice wyjść, tak aby otrzymać sterowanie, którego brakowało lub które wydaje się być bardziej przydatne niż te pierwotnie zaprogramowane.

3.3.2 Ćwiczenie 2 - System alarmowy

Jako, że system inteligentnego budynku został stworzony na bazie centrali alarmowej INTEGRA 32, należy zweryfikować działanie systemu, jako systemu sygnalizacji włamania i napadu oraz zapisać wnioski i obserwacje:

- działanie czujników ruchu, czujników magnetycznych oraz zbicia szyby (proszę pamiętać o dodatkowej możliwości czujki ISC-BPR2-WP);
- działanie zabezpieczeń sabotażowych wszystkich urządzeń znajdujących się na makiecie (należy pamiętać, że czujnik dualny COBALT PRO, posiada tzw. "antymasking");
- zweryfikować uzbrajanie i rozbrajanie systemu w różny sposób (min. sześć sposobów, np. aplikacja mobilna, makropolecenia, manipulator);
- zweryfikować działanie makropoleceń podczas uzbrojonego systemu;
- zweryfikować działanie automatyki budynkowej podczas uzbrojonego systemu;
- sprawdzić działanie systemu na zasilaniu awaryjnym (należy pamiętać, że zgodnie z bilansem energetycznym, manipulator pracuje wyłącznie na zasilaczu impulsowym);
- sprawdzić poprawność konfiguracji wejść;
- po przeprowadzeniu testu zezwala się na zmianę różnych parametrów w systemie (podział na partycje, zmiana czułości i typu reakcji wejść, dodatkowi użytkownicy z ograniczonymi uprawnieniami itp.), należy jednak pamiętać, że po zakończeniu działań z centralą należy wgrać początkową konfigurację.

Wnioski

Projekt inteligentnego budynku miał na celu wykonanie stanowiska do celów dydaktycznych. Makieta posiada wystarczającą ilość elementów, aby można było zaznajomić się z podstawowymi urządzeniami, wykorzystywanymi w budowie automatyki domowej, ich budową i zasadą działania. Schemat wraz z diodami sygnalizacyjnymi obrazuje, które procesy w życiu codziennym można zabezpieczyć lub zautomatyzować.

Makieta została stworzona tak, aby istniała możliwość jej dalszej rozbudowy i rozwoju. Stanowisko może być w dalszym ciągu rozwijane, czy to przez dokładanie nowych elementów, czy przez zmiany wprowadzane w konfiguracji systemu. Niestety centrala alarmowa INTEGRA 32, posiada tylko 32 wyjścia, które w obecnej konfiguracji są zajęte. Nie ma jednak żadnych przeciwwskazań, aby tworzyć krótkie scenariusze rozwoju pewnych zdarzeń, a nie jak obecnie, ująć w programowaniu sterowanie całym budynkiem. Cel pracy został osiągnięty. Efektem końcowym jest w pełni funkcjonalne stanowisko dydaktyczne, przydatne na zajęciach z przedmiotu „Automatyka przemysłowa”.

Bibliografia

- [1] Duszczyk K., Dubrawski A., Dubrawski A., Pawlik M., Szafrński M.,
Inteligentny budynek, Warszawa: PWN, 2019.;
- [2] <https://pclab.pl/art70680-2.html> (dostęp 13.05.2021)
- [3] <https://www.hotfootdesign.co.uk/white-space/push-button-manor-original-smart-home/> (dostęp 03.06.2021)
- [4] <https://magazif.com/architektura/house-of-the-future-dom-przyszlosci-w-disneylandzie/> (dostęp 03.06.2021)
- [5] https://mfiles.pl/pl/index.php/Inteligentny_dom (dostęp 5.08.2021)
- [6] <https://ivel.pl/> (dostęp 17.08.2021)
- [7] <https://electrohomepro.com/pl/main/automation/671-protokol-h10-v-umnom-dome-zhit-li-dalshe-veteranu.html> (dostęp 13.05.2021)
- [8] http://www.kpt.pollub.pl/mh/wp-content/uploads/sites/7/2020/03/Komputerowe_15.pdf(dostęp 13.05.2021)
- [9] <https://smarthingspolska.com/2020/04/14/protokoly-komunikacji-w-inteligentnym-domu/>(dostęp 13.05.2021)
- [10] <https://www.benchmark.pl/aktualnosci/wifi-6-lub-wifi-ax-co-to-jest.html> (dostęp 4.08.2021)
- [11] <https://aspolska.pl/przyszlosc-inteligentnego-domu-beda-ksztaltowac-ujednolicone-protokoly-komunikacyjne/> (dostęp 4.08.2021)
- [12] <https://www.satel.pl/> (dostęp 13.05.2021)
- [13] źródło: karta katalogowa czujnika ISC-BPR2-WP12;
karta_katalogowa_isc_bpr2_wp12 (dostęp 10.11.2021)
- [14] źródło: karta katalogowa czujnika ADR-20R; ADR-20R.pdf (dostęp 10.11.2021)
- [15] źródło: instrukcja ogólna czujnika COBALT Pro; cobalt_int.pdf (dostęp 10.11.2021)
- [16] Konfigurator sprzętowy systemu alarmowego CONFX 2.0.10 (dostęp 08.11.2021)
- [17] kadr z filmu https://www.youtube.com/watch?v=9V_0xDUg0h0 (dostęp 03.06.2021)

Spis ilustracji

RYS. 1	PUSH-BUTTON MANOR	7
RYS. 2	DOM MONSANTO W PARKU ROZRYWKI DISNEYLAND W KALIFORNI.....	8
RYS. 3	INTELIGENTNY DOM FIRMY MICROSOFT Z 1999 ROKU	9
RYS. 4	LINIA GŁÓWNA Z PRZYŁĄCZONYMI DO NIEJ LINIAMI PODRZĘDNymi	12
RYS. 5	PODSTAWOWY MODEL KOMUNIKACJI STEROWNIKÓW W SYSTEMIE LCN14	
RYS. 6	RODZAJE OBUDÓW: A) TUBOWA, B) OBROTOWA, C) KOPUŁKOWA, D) KOMPAKTOWA	30
RYS. 7	OBSZAR DETEKCJI CZUJNIKA COBALT PRO.....	39
RYS. 8	OBSZAR DETEKCJI CZUJNIKA ISC-BPR2.....	43
RYS. 9	SCHEMAT POŁĄCZEŃ ELEMENTÓW INTELIGENTNEGO BUDYNKU	46
RYS. 10	MAKIETA.....	47
RYS. 11	SCHEMAT BUDYNKU	48
RYS. 12	MANIPULATOR INT-TSG	50
RYS. 13	ETHERNETOWY MODUŁ KOMUNIKACYJNY ETHM-1.....	50
RYS. 14	DEFINICJE MAKROPOLECENÍ.....	51
RYS. 15	WEJŚCIA	52
RYS. 16	WYJŚCIA.....	53
RYS. 17	URUCHOMIENIE DIOD PO WYKRYCIU ZAŁANIA ORAZ ALARM W SYSTEMIE	54
RYS. 18	WYŁĄCZENIE REKUPERATORA PO OTWARCIU DRZWI WEJŚCIOWYCH.....	55
RYS. 19	ZADZIAŁANIE SYSTEMU PO WYKRYCIU DYMU	56
RYS. 20	OTWARCIE BRAMY GARAŻOWEJ.....	57
RYS. 21	WŁĄCZENIE OGRZEWANIA PO WYKRYCIU NISKIEJ TEMPERATURY PRZEZ CZUJNIK	58
RYS. 22	MAKROPOLECENIA WIDOCZNE Z POZIOMU APLIKACJI MOBILNEJ ORAZ PROGRAMU DLOADX.....	59
RYS. 23	SYGNALIZACJA OTWARCIA ROLETY ZEWNĘTRZNEJ	60
RYS. 24	POŁĄCZENIE Z SERWEREM SATEL.....	61

RYS. 25 STAN SYSTEMU PO UZBROJENIU (PO LEWEJ) I PRZED UZBROJENIEM (PO PRAWEJ) 62

Spis tabel

TABELA 1	BILANS ENERGETYCZNY SYSTEMU.....	44
-----------------	---	-----------