



Poradnik

INTELIGENTNY BUDYNEK



Porównanie mediów w systemach automatyki budynkowej

Sterowanie urządzeniami w inteligentnych instalacjach

Inteligentny budynek - instalacje wideodomofonowe i oświetleniowe

Partnerzy publikacji



KONTAKT simon

APAGROUP
YOUR BUSINESS. REINVENTED.



merXu

FIBARO
a Nice company

Redakcja

WAGO

Adres redakcji

ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 810 65 61
faks 22 810 27 42
redakcja@elektro.info.pl
www.elektro.info.pl

Reklama: Karolina Rosa, krosa@medium.media.pl
Hanna Witkowska, hwitkowska@medium.media.pl

Redakcja: Anna Kuziemska, akuziemska@elektro.info.pl

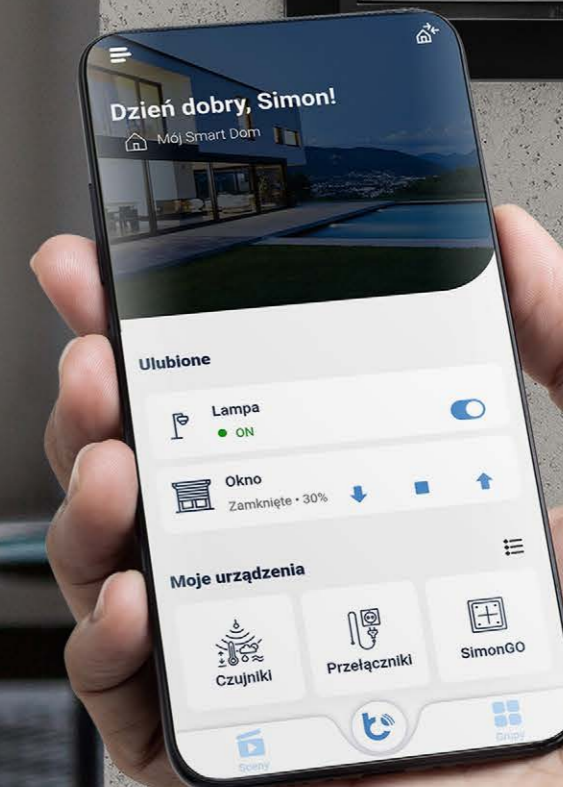


Grupa MEDIUM
Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K.
ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 810 21 24, faks 22 810 27 42
ISBN 978-83-64094-10-1

Spis treści

- Urządzenia do sterowania i interakcji z użytkownikiem w inteligentnym budynku. 4
- Poznaj system smart home FIBARO w czterech krokach – prezentacja 8
- Rozwiązania inteligentnego budynku w rewitalizacji budynków użyteczności publicznej 10
- 9 wyzwań, na które warto zwrócić uwagę, wdrażając system BMS – prezentacja. 16
- Integracja elementów instalacji klasycznej z systemami automatyki budynkowej na przykładzie LCN i KNX . . 20
- Porównanie mediów transmisyjnych w systemach automatyki budynkowej. 24
- Finder Polska Sp. z o.o.: Automatyka budynkowa – jak żyć wygodniej, lepiej i oszczędniej 28
- Charakterystyka i perspektywy rozwojowe systemów zabezpieczeń i automatyki budynku 30
- merXu: Nasza misja: łączymy producentów i usługodawców z odbiorcami – prezentacja 34
- Inteligentny budynek – instalacje wideodomofonowe i oświetleniowe. 36
- Sterowanie urządzeniami w inteligentnych instalacjach. 40
- Efektywność energetyczna według dyrektywy EPBD oraz narzędzia WAGO wspierające jej osiągnięcie – prezentacja 44
- Analiza rozwiązań instalacji inteligentnych w kontekście oszczędności energii elektrycznej 48
- Wybrane aspekty techniczne i ekonomiczne zasilania odbiorców energii elektrycznej (część 1.) 52
- Wybrane aspekty techniczne i ekonomiczne zasilania odbiorców energii elektrycznej (część 2.) 60
- Katalog firm 66

KONTAKT simon



Kontroluj rolety i oświetlenie
w swoim domu za pomocą
smartfona.

Simon 54
GO

Dowiedz się więcej na stronie
simon-go.pl

Urządzenia do sterowania i interakcji z użytkownikiem w inteligentnym budynku

Inteligentne domy wyróżniają się oszczędnością energetyczną, bezpieczeństwem i komfortem. Dzięki zintegrowaniu wszystkich instalacji możliwy jest przepływ informacji między nimi. Wymaga to jednolitego formatu danych i wspólnej magistrali. Każde urządzenie przyłączone do magistrali ma dostęp do wszystkich informacji nią przesyłanych. W szczególności dotyczy to urządzeń obsługowych, które można dowolnie programować. Inteligentny dom to nie tylko automatyka, to przede wszystkim inteligentny dobór funkcji spełniających potrzeby użytkowników.

Komfort jest główną z cech oczekiwanych od urządzeń obsługowych. A są one różne. Najczęściej używane są przyciski, czujki, panele dotykowe. Jedne służą do realizacji pojedynczych funkcji, inne pozwalają na zarządzanie całymi obiektami. Przy doborze należy się kierować prostotą obsługi, estetyką oraz zakresem funkcjonalności. Pierwszym krokiem jest zawsze analiza funkcji przydatnych w danym miejscu.

Najprostszymi urządzeniami są przyciski. Pod względem wyglądu można podzielić je na wyglądające identycznie jak zwykłe wyłączniki oraz projektowane specjalnie do inteligentnych instalacji. Te pierwsze mogą z wyglądu niczym nie różnić się od zwykłych wyłączników jedno- i dwuklawiszowych. Także realizowane funkcje mogą być identyczne. Na przykład naciśnięcie górnej połówki klawisza może załączyć oświetlenie, a dolnej gasić. Ten sam klawisz może także służyć do ściemniania jakiejś lampy lub grupy lamp. Jest to możliwe, gdyż przycisk odróżnia krótkie naciśnięcia od długich. Krót-



Przyciski KNX o wyglądzie tradycyjnym, jednoklawiszowy (jedno- lub dwufunkcyjny) Gira ClassiXArt i dwuklawiszowy (dwo- lub czterofunkcyjny) Gira Esprit szkło fot. GIRA

kim można załączać lub wyłączać, a dłuższym przytrzymaniem rozjaśniać i ściemniać. Inaczej zaprogramowany sterować będzie roletami, podnosić, opuszczać i zmieniać kąt ustawienia listew. Także dzięki krótkim i długim naciśnięciom (krótkie zmienia kąt ustawienia listew, a długie powoduje całkowite zamknięcie lub otwarcie). Oczywiście w każdej chwili żaluzję, roletę czy markizę można zatrzymać. Podobnie działa dwuklawiszowy. Każdy klawisz do innej

lampy lub żaluzji, albo jeden do lampy, drugi do żaluzji. Możliwe jest też działanie naprzemienne (tak jak w lampce nocnej: jedno naciśnięcie załącza, drugie wyłącza i tak na przemian). Osobno programując każdą końcówkę klawisza można ją przeznaczyć do sterowania oddzielnymi odbiornikami. Wtedy dwuklawiszowy przycisk obsłuży np. dwie lampy ściemniane, jedną żaluzję i jedną lampę załączaną.

Klasyczny wygląd łączników magistralnych nie ma wiele wspólnego z tradycyjnymi łącznikami. W systemach magistralnych nie ma pojęć „wyłącznik”, „przełącznik schodowy”, „wyłącznik i przełącznik świecznikowy czy krzyżowy”, albo „ściemniacz” względnie „przełącznik żaluzjowy”. W systemie KNX każdy przycisk może być wykorzystany do dowolnej funkcji. Wszystko zależy od jego parametryzacji i zaprogramowania. Dzięki temu nie ma potrzeby doboru innych przycisków do załączania pojedynczych lamp, wyłączania oświetlenia w całym domu, czy sterowania żaluzjami na jednej kondygnacji. To wszystko zależy od wgranej aplikacji. Przy doborze kierujemy się przede wszystkim liczbą funkcji, które mają być dostępne w danym punkcie.

W miejscach, w których konieczne jest korzystanie z większej liczby funkcji, zwykle używa się

przycisków zaprojektowanych specjalnie do instalacji magistralnych. Większość producentów oferuje przyciski jedno- do sześcioklawiszowych.

Za pomocą takich przycisków można realizować wiele funkcji:

- » załączanie,
- » ściemnianie,
- » załączanie na określoną wartość,
- » sterowanie żaluzjami,
- » nadawanie wartości,
- » przywoływanie (i zapamiętywanie) scen,
- » zmienianie ustawień, np. regulatora temperatury w pomieszczeniu,
- » blokowanie czujników wzgl. przycisków.

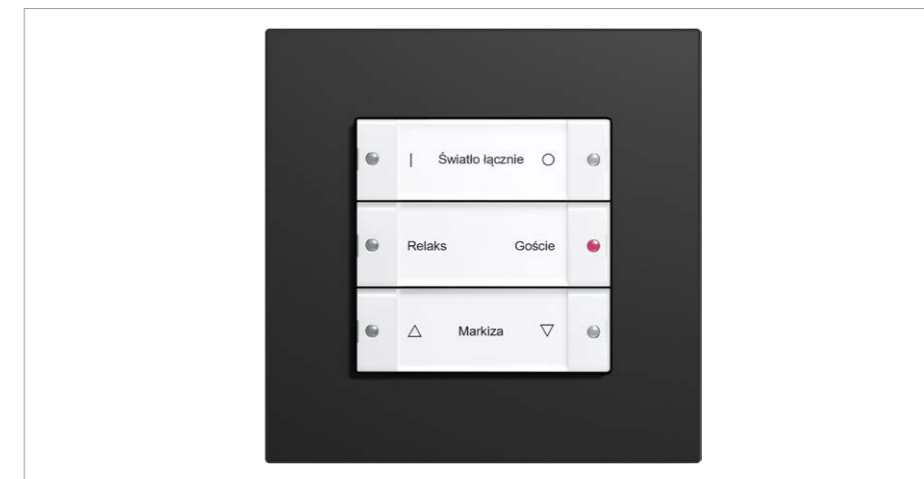
Oprócz klawiszy przycisk posiadają różnokolorowe (czerwono-zielono-niebieskie) LED służące do sygnalizacji stanów dowolnych urządzeń, nie tylko tych sterowanych danym przyciskiem. Diody te załączają się na odpowiedni kolor po odebraniu komunikatów magistralnych.

Niezależnie od powyższego diody sygnalizacyjne są także wykorzystywane do informowania o alarmie. Po otrzymaniu takiego komunikatu wszystkie LED-y przycisku zaczynają mrugać. Przyciski z polami opisowymi mają podświetlenie, które może działać w określonych godzinach z różną intensywnością. Dodatkową funkcją jest pomiar temperatury powietrza w pomieszczeniu. Czujnik przyciskowy w sposób ciągły dokonuje pomiaru i odczytaną wartość temperatury wysyła za pośrednictwem magistrali.

Każdy klawisz takiego przycisku może być zaprogramowany jako dwa niezależne przyciski, podobnie jak wyżej opisane przyciski o wyglądzie tradycyjnym. Dlatego czasem przyciski te są skonstruowane jako osobne, a nie jako końcówki klawisza. Przycisk trójklawiszowy jest równocześnie sześcioprzyciskowy.

Niektórzy, np. Gira, dodają dodatkowo możliwość zaprogramowania kolejnej funkcji wywoływanej naciśnięciem środka klawisza. Większość przycisków KNX dokonuje pomiaru temperatury otaczającego powietrza. Niektóre z nich dodatkowo są wyposażone w regulatory temperatury i zegary sterownicze. Z wyglądu różnią się najczęściej tym, że w miejscu górnego klawisza znajduje się wyświetlacz LCD. Regulator, na podstawie dokonanych pomiarów i w porównaniu do wartości zadanej, wysyła do magistrali telegramy sterujące pracą napędów zaworów. W zależności od pory dnia i otrzymanych telegramów pracuje w kilku trybach:

- » komfort: utrzymywanie komfortowej temperatury w okresie aktywności użytkowników,



Trójklawiszowy przycisk zaprogramowany do za- i wyłączania oświetlenia w całym domu, przywoływania (i ewentualnie zapamiętywania) dwóch scen oraz sterowania markizą fot. GIRA

- » standby: utrzymuje temperaturę oczekiwaną w okresie nieobecności,
- » noc: dokonuje korekty temperatury, gdy użytkownicy śpią,
- » ochrona przed zamrażaniem w czasie długich nieobecności lub awarii, na przykład rozbicia szyby lub otwarcia okna,
- » podobnie ochrona przed przegrzaniem w pomieszczeniach klimatyzowanych.

Tryby pracy zmieniane są automatycznie za pomocą wbudowanego zegara lub wymuszone przez zdarzenia nadzwyczajne, np. wywołane alarmem sygnalizującym otwarcie (na dłużej) okna lub drzwi. Niezależnie od ustawień zegara i regulatora można ręcznie zmieniać temperaturę zadaną albo przedłużać temperaturę komfortową, gdy obecni postanowią później udać się na spoczynek.

Jeden przycisk z regulatorem ogrzewania steruje dwoma źródłami ciepła (lub zimna). Na przykład ogrzewaniem konwekcyjnym i podłogowym lub ogrzewaniem i chłodzeniem. Złazacza ta druga możliwość jest pożądana, gdyż całkowicie eliminuje możliwość jednoczesnej pracy ogrzewania i chłodzenia. Między ogrzewaniem a chłodzeniem zawsze jest zaprogramowana martwa strefa zapobiegająca zbyt szybkim przełączeniem przy zmiennej temperaturze otoczenia. Regulator używa dwóch algorytmów, proporcjonalno-całkującego lub dwustanowego z histerezą. W przypadku PI jest możliwa regulacja ciągła (za pomocą napędów, które otwierają zawory termostatyczne zgodnie z rozkazami regulacyjnymi) lub PWM (sterowanie szerokością impulsu za pomocą napędów dwustanowych). W dużych pomieszczeniach usprawnieniem regulacji jest skorzystanie z dwóch dodatkowych źródeł informacji o temperaturze. Do regulatora można przyłączyć sondę temperaturową. A po-

nadto można do niego wysyłać informacje pomiarowe z innego urządzenia, np. ze zwykłego przycisku KNX (tj. bez regulatora).

Zadanie wyświetlacza LCD nie ogranicza się do podawania temperatury czy stanu grzejnika. Zegar sterowniczy (28 terminów sterowniczych) wyświetla także aktualną godzinę. Poza tym mogą pojawiać się na nim komunikaty tekstowe (jedno- lub dwuwierszowe). Po zmierzchu LCD jest podświetlany.

Do urządzeń obsługowych zalicza się także różnego rodzaju czujki i czujniki. Najczęściej czujki ruchu i czujki obecności. Umieszczone w strefach przejściowych, a także łazienkach i ubikacjach. Samoczynnie wykrywają ruch i załączają oświetlenie (lub także wentylację) w zależności od jasności otoczenia. Ich działanie można też uzależnić od pory dnia lub innych czynników. Wyłączenie następuje po nastawionym czasie od wykrycia ostatniego ruchu. Wiele z nich dokonuje pomiaru natężenia oświetlenia i zaobserwowaną wartość wysyła do magistrali.

Nieco rzadziej instaluje się czujki wilgotności względnej i stężenia dwutlenku węgla. Mierzone wartości służą do uruchamiania wentylacji w salach szkoleniowych czy konferencyjnych lub łazienkach i sanitariatach. W tych ostatnich dość często spotyka się czujki zalania. Po wykryciu wody na posadzce system automatycznie odcina dopływ wody. Podobne przeznaczenie mają czujki gazu. Po wykryciu określonego stężenia zamykają dopływ gazu i uruchamiają wentylację mechaniczną.

Zupełnie inną kategorię stanowią panele dotykowe. Wyposażone w wyświetlacze o przekątnej od kilku do ponad dwudziestu cali są centralami do zarządzania całymi obiektami lub ich częściami. Mniejsze są przeznaczone do sal konferencyjnych czy salonów w domach przy-



Przyciski typowe dla KNX: dwuklawiszowy (czteroprzyciskowy) Gira F100 i sześcioklawiszowy (dwunastoprzyciskowy) Gira E22 fot. GIRA



Czujki przyciskowe z regulatorami temperatury i wyświetlaczami: z lewej dwuklawiszowy z regulatorem i potrójny w podwójnej ramce (Gira ClassiX mosiądz), z prawej sześcioklawiszowy z regulatorem i LCD (Gira F100) fot. GIRA



Czujka ruchu (naścienna) i czujka obecności sufitowa wykrywają ruchy źródeł ciepła

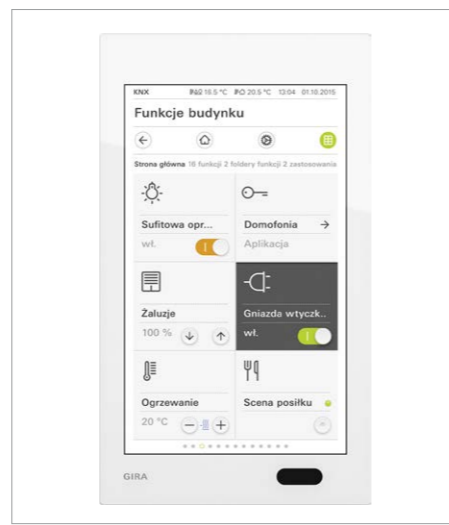
watnych. Przykładem takiego panelu jest Gira G1 o 6" ekranie. Jednak jego możliwości funkcjonalne znacznie przekraczają potrzeby jednego pomieszczenia. Do dyspozycji jest 125 funkcji i dodatkowo tyle samo zegarów sterowniczych. To niewielkie urządzenie montuje się w miejscu typowego przycisku magistralnego. Dzięki wyjątkowo prostej intuicyjnej obsłudze rzeczywiście doskonale spełnia funkcję przycisku. Czujnik zbliżeniowy samoczynnie załącza podświetlenie, gdy ktoś zbliża się do niego. A pierwszą funkcją załącza po przyłożeniu dłoni do wyświetlacza. Taką funkcją może być zarówno włączenie oświetlenia komunikacyjnego, jak i przywołanie sceny obejmującej dowolną liczbę lamp, żaluzji i innych urządzeń. Gira G1 jest także wideounifonem, a dzięki łączności z Internetem pozwala na wyświetlanie np. prognoz pogody. Na ekranie G1 znajdującym się w stanie gotowości wyświetlane jest menu w postaci kafelków (wyjątkiem jest tylko wywołanie z bramofonu, wtedy pojawia się obraz osoby stojącej przed wejściem). Kafelki te dają dostęp do bezpośrednich funkcji lub dalszych części menu.

Na samej górze znajduje się pasek stanu zawierający m.in. informacje o otwartej aplikacji (KNX lub domofon), temperaturze zewnętrznej

i wewnętrznej, dacie i godzinie. Poniżej znajduje się pasek nawigacji (powrót, strona główna, ustawienia i widok szczegółowy). Najczęściej na ekranie pokazują się kafelki (maksymalnie 6). Alternatywnie można ustawić widok szczegółowy, tj. tekstowy, zawierający do 25 wierszy. Na ilustracji pokazano Gira G1 z zaprojektowanymi 5 funkcjami. Na pierwszym miejscu zaplanowano sterowanie lampą sufitową, którą można załączać (O i I) i ściemniać (- i +). Nieco niżej kafelek przeznaczony do sterowania żaluzjami (↓ i ↑). Obok miejsce, którego dotknięcie przywoła scenę zaplanowaną na czas spożywania posiłku. Kafelki znajdujące się najniżej służą dołączania lampy stojącej i do przejścia do gabinetu. Dotknięcie tego ostatniego spowoduje otwarcie podobnego okna zawierającego kafelki służące do sterowania technicznym wyposażeniem gabinetu. Równie dobrze można skonfigurować przejście do zarządzania żaluzjami czy podlewaniami ogrodu. Lub do podglądu z kamery domofonowej, albo prognozy pogody. Z każdego kafełka można odczytać, jaki jest stan sterowanego nim odbiornika. W ten sposób łatwo sprawdzić, czy w pokoju dzieciennym jest zgaszone światło, zamknięte okno i jaka panuje w nim temperatura. Bez budzenia dziecka i chodzenia



Regulator temperatury, wilgotności i CO2 może do złudzenia przypominać zwykły wyłącznik (Gira E22 stal) fot. A. Dubrawski



Gira G1 to miniaturowe centrum zarządzania domem. Spełnia wszystkie funkcje przycisku KNX, domofonu i modułu logicznego fot. GIRA

na inną kondygnację. Dowolnie programowane kafelki zawsze zapewniają szybki dostęp do najczęściej używanych funkcji. Te, z których rzadziej się korzysta, mogą być dostępne w drugim lub trzecim kroku. Menu szczegółowe jest mniej czytelne, ale zawiera znacznie więcej informacji. Jest przydatne do szybkiej oceny stanu wielu urządzeń znajdujących się w domu.

Większe ekrany dotykowe pozwalają na jednoczesny dostęp do większej ilości informacji. Zwykle mają typowy dla danego producenta interfejs graficzny. Także i one oprócz sterowania i kontroli mogą spełniać funkcję wideodomofonu, komputera, czy wyświetlacza obrazu z kamer. Oprócz tego można je skonfigurować do sterowania multiruumem, zużyciem energii czy do symulacji obecności. Większość funkcji oferowanych przez panele różnej wielkości jest taka sama. Także taka sama, jak w przypadku zarządzania za pośrednictwem komputera czy tabletu. Praktycznie wszystko zależy od wielkości ekranu. Dotyczy to także dowolnych urządzeń mobilnych. Także one mogą służyć do zarządzania inteligentnym domem.

MerXu | nowa platforma zakupowa w branży przemysłowej.

Szeroka oferta i łatwość w obsłudze.



Wejdź na merXu.com

- 1 Zarejestruj swoją firmę.
- 2 Znajdź produkty, które chcesz kupić lub dostawcę, z którym już współpracujesz.
- 3 Sprzedawaj swoje produkty bez opłat i prowizji, również na rynkach zagranicznych: **Czech, Słowacji, Węgier, Rumunii, Estonii, Niemiec i Litwy.**
- 4 Sprawdź liczne promocje na [merXu!](https://merXu.com)

Masz pytania? Jesteśmy do Twojej dyspozycji!

e: pomoc@merXu.com

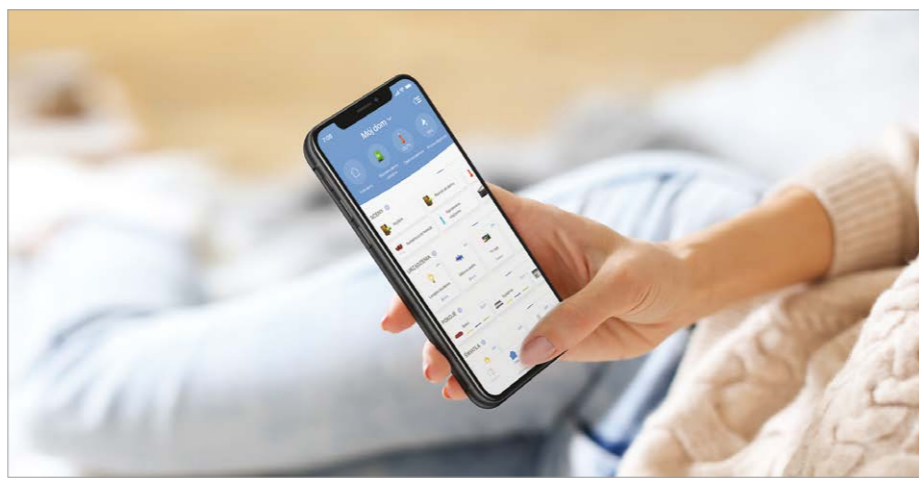
t: +48 600 440 450

Poznaj system smart home FIBARO w czterech krokach

FIBARO to globalna marka dostarczająca rozwiązania z zakresu automatyki budynkowej. W ciągu 10 lat istnienia system zagościł na 6 kontynentach, stając się jednym z najbardziej zaawansowanych, bezprzewodowych systemów smart home na świecie. Łatwa instalacja i brak konieczności kucia ścian kusi coraz to nowych użytkowników do rozpoczęcia swojej przygody z inteligentnym domem. Jak krok po kroku zbudować własny system smart home FIBARO i co zrobić kiedy nasze potrzeby nagle się zmieniają?

I Krok 1. Wielkość instalacji

Planowanie warto zacząć od ustalenia wielkości inwestycji. Od tego zależy bowiem dobór centrali – serca inteligentnego domu. Dzięki niej możliwe jest zarządzanie urządzeniami smart home – to ona odbiera sygnały z czujników, przetwarza je i daje sygnał do wykonania określonego działania. Inne urządzenie wybieremy jednak do piętrowej posiadłości z ogrodem, a inne do mieszkania w bloku. Przy wielokondygnacyjnych posiadłościach powyżej 200m² zalecana jest wizyta instalatora i sprawdzenie zasięgu działania sieci bezprzewodowej. To pozwoli uniknąć poprawek.



I Krok 2. Wybór funkcji

Inteligentny dom to system czujników, które dbają o nasz komfort. Wybierzmy takie, które dopasują się do aktualnych potrzeb mieszkańców domu czy pracowników biura. System FIBARO umożliwia zabezpieczenie przed zalaniem, dymem, czadem czy nawet włamaniem. W razie wystąpienia takiej sytuacji niezwłocznie poinformuje domowników i umożliwi szybką reakcję na zagrożenie. Smart home to jednak nie tylko bezpieczeństwo, ale i codzienna wygoda. Sterowanie oświetleniem, tempera-

turą, roletami czy fotowoltaiką to tylko niektóre z funkcji, które ułatwiają życie użytkownikom i pozwalają kontrolować zużycie energii. To korzystne nie tylko dla portfela, ale i naszej planety.

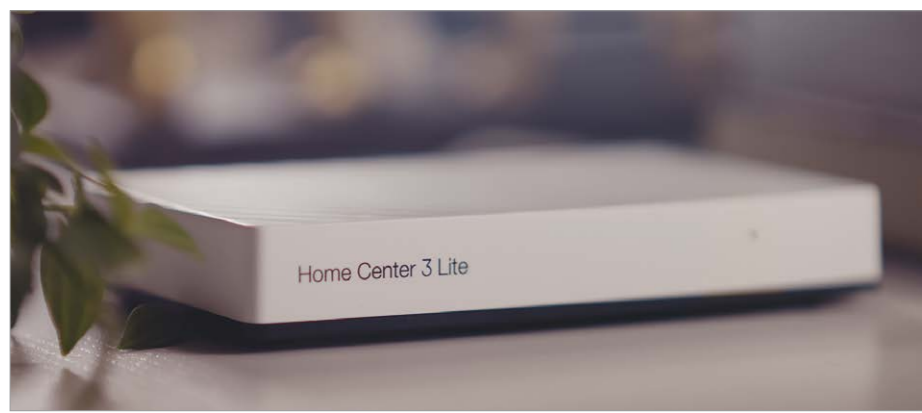
I Krok 3. Instalacja

FIBARO przykładą dużą wagę do obsługi klienta za pośrednictwem szerokiej sieci partnerów w całym kraju. Rekomendowanym sposobem instalacji jest więc pomoc certyfikowanego instalatora, który skonfiguruje centralę,

doda do niej urządzenia, a także przeprowadzi użytkowników przez obsługę aplikacji Yubii. To dzięki niej możliwy jest zdalny dostęp do wielu funkcji domu, otrzymywanie powiadomień i sterowanie poszczególnymi funkcjonalnościami z poziomu smartfonu. Kiedy nie mamy możliwości spotkania z instalatorem, warto skorzystać ze zdalnej instalacji, którą ekspert przeprowadzi na odległość. Można także skonfigurować system samodzielnie posilując się dostępnymi na stronie FIBARO Manuals instrukcjami.

I Krok 4. Rozbudowa systemu modułowego

Planujesz przebudowę biura? Rodzina się powiększa? Pomieszczenia w domu zmieniły swoje przeznaczenie? Życie stale się zmienia – a wraz z nim powinien ewoluować dom. Siłą systemu FIBARO jest możliwość rozbudowy o kolejne moduły w dowolnym momencie. Od niedawna można je wygodnie zakupić w pierwszym oficjalnym sklepie internetowym mojefibaro.pl i otrzymać kurierem do domu. Przy zakupach powyżej 500 zł dostawa będzie zupełnie darmowa.



Inteligentny dom, wygodne życie

Sprawdź pierwszy **oficjalny sklep FIBARO**

Mojefibaro.pl

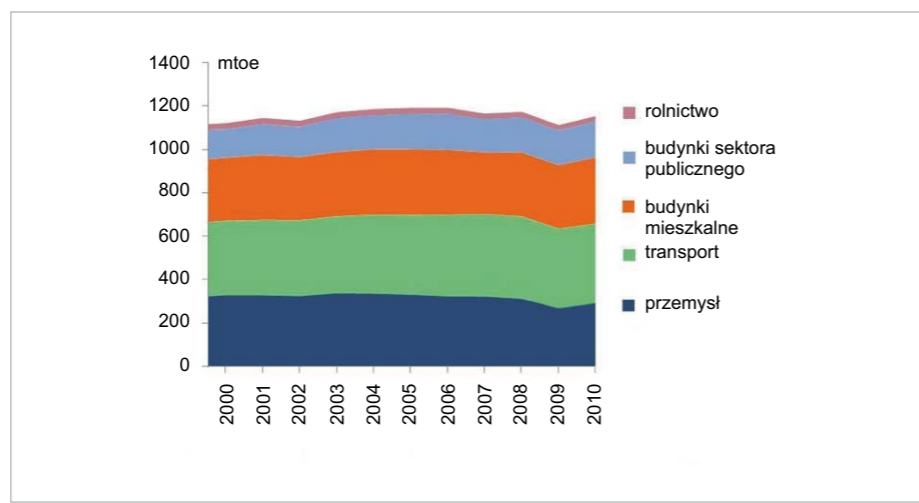
dr inż. Sławomir Bielecki, mgr inż. Janusz Lipka, mgr inż. Tadeusz Palimąka, prof. dr hab. inż. Tadeusz Skoczkowski, dr inż. Jacek Szymczyk – Politechnika Warszawska

Rozwiązania inteligentnego budynku w rewitalizacji budynków użyteczności publicznej

Krok ku poprawie efektywności energetycznej

Racjonalne użytkowanie energii prowadzące do oszczędności różnych rodzajów energii stało się konkretnym wyzwaniem dla współczesnych rozwiązań technicznych. Konieczność realizacji działań zmierzających do poprawy efektywności energetycznej, rozumianej jako ograniczenie zużycia energii pierwotnej przy niezmiennym (lub poprawionym) efekcie końcowym łańcucha przemian energetycznych [1], wynika m.in. z celów przyjętej polityki klimatycznej i ekologicznej Unii Europejskiej. Rezultatem wspomnianych działań powinno być ograniczenie: emisji gazów cieplarnianych (o 20% w stosunku do poziomu z roku 1990), poprawa poziomu wykorzystania (do poziomu 20% wykorzystywanej energii) odnawialnych źródeł energii (OZE) oraz ograniczenie całkowitej energochłonności (o 20%). To wszystko ma zostać osiągnięte do 2020 roku (program 3x20).

Według wielu szacunków, zużycie energii na potrzeby funkcjonowania budynków (w skali



Rys. 1. Całkowity pobór energii w UE w zależności od sektorów [3]

globalnej) jest na poziomie 40% ogólnego zużycia (rys. 1.). W roku 2010 na terenie Unii Europejskiej w budynkach skonsumowano 41% całkowitego zużycia energii, z czego za 27% całkowitego zużycia odpowiadają gospodarstwa domowe (w roku 1990 wspomniane wielkości wynosiły odpowiednio 37% i 25%). Dla porównania w 2010 roku udział w konsumpcji energii w krajach UE transport wyniósł 32%, przemysłu 25%, a rolnictwa 2% [3]. Na wykresie z rysunku 1. można zaobserwować stagnację na przestrzeni ostatnich lat w proporcjach całkowitego poboru energii w Mtoe (megatonach oleju ekwiwalentnego) na terenie UE w ujęciu sektorowym.

Racjonalizacja użytkowania energii w budynku, prowadząca do poprawy efektywności energetycznej i optymalizacji zużycia mediów, przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa i komfortu użytkownika, jest istotną problematyką przy doborze technologii oraz rozwiązań technicznych w kontekście potrzeb funkcjonalnych budynku. To zadanie jest predestynowane dla technologii „inteligentnego

budynku”, opartej na systemach automatyki budynkowej.

Idea Inteligentnego Budynku

Jest wiele szczegółowych definicji Inteligentnych Budynków (IB), czasem spotykane jest też określenie *Smart Buildings*, wspólnym ich mianownikiem jest możliwość samodzielnego dopasowania instalacji budynkowych do zmieniających się czynników wewnętrznych i zewnętrznych, poprzez odpowiednie zmiany parametrów pracy układów, obejmujących podsystemy m.in. oświetlenia; wentylacji, klimatyzacji, ogrzewania (HVAC – Heating, Ventilation, Air Conditioning); teleinformatyczne; zasilania (elektroenergetyczne, w tym zasilania awaryjnego UPS – Uninterruptible Power Supply) oraz bezpieczeństwa (w tym np. kontroli dostępu ACC – Access Control, monitoringu CCTV – Closed Circuit Television i ochrony przeciwpożarowej). To wszystko odbywa się przy jednoczesnej integracji tych podsystemów i wzajemnej komunikacji. Celem działania wszelkich systemów w ramach IB jest zapewnienie przyjazności i komfortu

użytkownikom budynku oraz oszczędnego gospodarowania energią i innymi mediami.

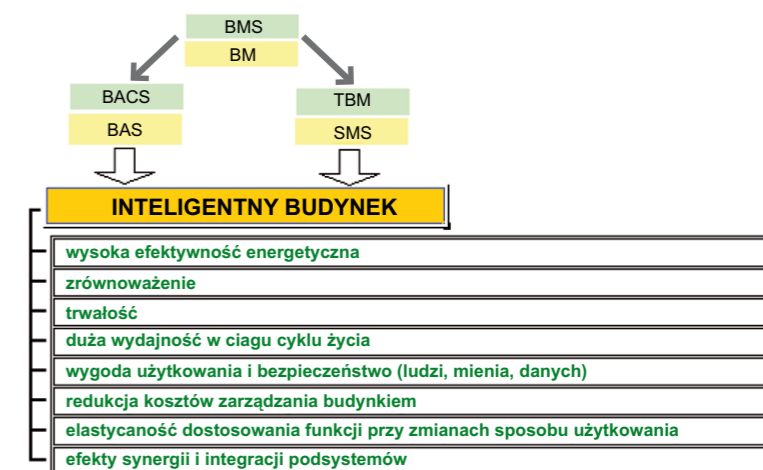
Funkcjonowanie IB opiera się na systemie zapewniającym zintegrowaną kontrolę nad działaniami urządzeń w ramach infrastruktury budynku, należących do różnych podsystemów. System ten określany jest jako BMS (*Building Management System*), spotykane są też określenia: BMCS (*Building Management and Control System*), BM (*Building Management*), przy czym pojęcia te odnoszą się do kompletnego systemu kontroli i sterowania. Zadania tego systemu można podzielić na:

- » monitorowanie – zbieranie i archiwizowanie informacji o stanie pracy poszczególnych urządzeń, a także zbieranie danych pomiarowych z czujników i liczników,
- » regulowanie – sterowanie urządzeniami na podstawie odpowiednich algorytmów i harmonogramów oraz sygnałów monitorowanych przez system,
- » informowanie – umożliwienie przygotowania raportów o zużyciu i wykorzystaniu mediów oraz alarmowanie o przekroczeniu przyjętego zakresu wartości,
- » predykcja – prognozowanie czynników wpływających na zapotrzebowanie energii, przewidywanie trendów dotyczących użytkownika infrastruktury.

System BMS łączy elementy: BAS (*Building Automation System*) lub BACS (*Building Automation and Control System*) oraz TBM (*Technical Building Management*), zwany też SMS (*Security Management System*).

Funkcje automatyki BACS zapewniają efektywność funkcji sterowania instalacji, urządzeń i wszelkich podsystemów budynku, racjonalnie dostosowując pobór ich mocy do aktualnego zapotrzebowania, tj. mając na uwadze oszczędności energetyczne i ekonomię pracy. System technicznego zarządzania budynkiem TBM z kolei dostarcza informacje o stanie pracy podsystemów, obsłudze, konserwacji, w tym pomiary, rejestracja trendów, a także pozwala na postawienie diagnozy nieracjonalnego zużycia energii.

Podstawą prowadzenia działań w kierunku optymalizacji współczynników efektywności energetycznej budynku jest odpowiednio zaawansowana metodologia systemów pomiarowych budynku. Wykorzystane w tym celu mogą być już obecnie produkowane liczniki energii oraz analizatory parametrów zasilania, posiadające zaawansowane funkcje, wbudowane mikrokontrolery z własnymi aplikacjami oraz interfejsami komunikacji cyfrowej. Urządzenia tego



Rys. 2. Cechy inteligentnego budynku

typu mogą stać się węzłami sieci monitoringu sterowania w IB, ponadto mogą się integrować z systemami BMS, zdalnie komunikować się z serwerami i bazami danych, umożliwiającymi m.in. przeprowadzenie analiz i prognoz [9]. Zarządca budynku otrzyma w ten sposób dostęp do profesjonalnych i niezależnych badań profilu zużycia energii w budynku z porównaniem do innych, podobnych budynków na świecie. Wykorzystana w tym celu będzie usługa przetwarzania informacji w chmurze (*cloud computing*). Automatycznie zostaną policzone koszty energii przy różnych taryfach, zaprognozowane zostanie zużycie i koszty, wygenerowane przy okazji zostaną raporty z porównaniem do danych historycznych. Usługa tego typu będzie cennym narzędziem do poprawy efektywności energetycznej dla instytucji zarządzających budynkami publicznymi. Na rysunku 2. zobrazowano cechy inteligentnego budynku.

Cel rewitalizacji budynków użyteczności publicznej w kierunku technologii IB

Wobec współczesnych wyzwań, racjonalizacja użytkowania energii wychodzi na pierwszy plan wśród zadań stawianych systemem automatyki budynkowej. Wymaga to właściwego podejścia na etapie projektowania, modernizacji i dostosowywania obiektów budowlanych do nowych wymogów. Przekształcenie istniejących obiektów w kierunku IB jest więc przedsięwzięciem służącym poprawie efektywności energetycznej. Od sektora publicznego wymaga się przy tym pełnienia modelowej roli w zakresie podnoszenia efektywności energetycznej. Za-

pisy dyrektywy 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynku przewidują, że sektor publiczny powinien budować budynki o minimalnym zużyciu energii na poziomie ok. 50 kWh/m³rok. Tymczasem z dotychczas wykonanych audytów wynika, że średnie zapotrzebowanie na energię w budynkach służby zdrowia to prawie 500 kWh/m³rok, a dla budynków szkół to ok. 265 kWh/m³rok [5]. Potencjał oszczędności jest więc spory.

Rozwiązania IB w sektorze budynków użyteczności publicznej przyczyniają się do osiągnięcia oszczędności eksploatacyjnych i usprawnienia systemów komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej. Barierą we wdrażaniu tych technologii przy okazji modernizacji jest obecnie obowiązujący system przetargów publicznych, gdzie podstawowym kryterium jest zazwyczaj cena wykonanej usługi. Kryterium to nie uwzględnia rozwiązań o wyższych nakładach inwestycyjnych, ale za to obniżających wskaźniki kosztów eksploatacji [5].

Zużycie energii na powierzchnię budynku będzie miało coraz większy wpływ na wartość nieruchomości. Świadomość tego faktu wydaje się jeszcze niepełna wśród zarządców budynków użyteczności publicznej i instytucji odpowiadających za przygotowanie planów modernizacji. Z drugiej strony sami użytkownicy nie wymuszają jeszcze od administratorów poprawy jakości i efektywności usług.

Warto upowszechniać nowoczesne spojrzenie, według którego energia jest aktywem (a nie pasywyem), którym można i powinno się zarządzać poprzez aktywną (nie pasywną) eksploatację. Energia przestaje być jedynie samym kosz-

tem. System elektroenergetyczny w ramach IB wpisuje się w coraz popularniejszą ideę elektroenergetycznych sieci inteligentnych (*smart grids*). Instalacje IB mogą być wyposażone we własne źródła energii, oparte na technologiach odnawialnych wraz z możliwościami magazynowania energii, zwłaszcza gdy rozbudowa instalacji elektrycznej będzie ewoluowała w kierunku sieci wydzielonej (mikrosieci), czyli sieci mogącej (choćby czasowo) bilansować zapotrzebowanie z generacją i pracować niezależnie od elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej. W chwili obecnej zaprojektowanie efektywnych systemów opartych na OZE i mających pracować na sieć wydzieloną jest skomplikowanym zagadnieniem [4].

Przepisy i normy dotyczące Inteligentnego Budynku w aspekcie problematyki rewitalizacji budynków

Prace związane z rewitalizacją obiektów budowlanych powinny przebiegać w kierunku jak najszerzego wykorzystania automatyki budynkowej w aspekcie budynku inteligentnego. Należy przy tym korzystać z solidnej i aktualnej wiedzy inżynierskiej, popartej obowiązującymi aktami prawnymi i normalizacyjnymi. Poniżej zaprezentowano zbiór norm i aktów prawnych dotyczących instalacji IB, aktualnych na pierwszą połowę 2013 roku [14]. Zestawienie dotyczy instalacji elektroenergetycznych (z wyjątkiem spraw oświetlenia i napędów, na temat których można znaleźć informacje w [7] i [8]), okablowania strukturalnego, sieci komputerowych, standardów IB oraz innych mediów.

Wraz z postępem technicznym w ramach automatyki budynkowej koniecznym wydaje się opracowywanie nowych metod i zasad dotyczących projektowania oraz realizowania wszelkich instalacji w (inteligentnym) budynku. Ważnym czynnikiem pozycjonującym budynek w rozumieniu budynku inteligentnego jest jego miejsce w strukturze globalnych rozwiązań sieci inteligentnych. Technologia ta niesie zmiany nie tylko w przestrzeni technicznej, ale i cywilizacyjnej społeczeństw i państw. Dlatego też ważne jest, aby Polska włączyła się aktywnie w prace nad rozwojem sieci inteligentnych [12, 13].

Akty obligatoryjne – ustawy, rozporządzenia, dyrektywy

Poniżej zestawiono przepisy torujące drogę do standaryzacji inteligentnego opomiarowania i inteligentnego budynku.

- » 2010/31/UE – Dyrektywa PE i Rady z dnia 19 maja 2010 r. – wprowadza nowe wymagania co do charakterystyki energetycznej budynków. Dyrektywa ta jest motorem działań rewitalizacyjnych obiektów budowlanych, stawia wymagania co do charakterystyki energetycznej budynku (w tym budynku użyteczności publicznej), nakłada na właścicieli, dysponentów budynków użyteczności publicznej (będących we władaniu administracji publicznej) między innymi obowiązek spełnienia wymagań co do parametrów charakterystyki energetycznej budynku, z jednoczesnym obowiązkiem planowanej ich rewitalizacji.
- » 2004/22/WE – Dyrektywa PE i Rady dotycząca urządzeń pomiarowych MID (*Measuring Instruments Directive*). Weszła w życie z dniem 30 października 2006 r.
- » DzU z 2011 r. nr 102, poz. 586 – zmiana ustawy o systemie oceny zgodności. Europejski standard obejmujący sprzęt i oprogramowanie otwartej architektury dla liczników mediów, dotyczący bezpiecznej dwukierunkowej komunikacji, zarządzania i kontroli na poziomie konsumentów i dostawców usług.
- » DzU z 2008 r., nr 201 poz. 1240 – Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku.
- » 2009/72/WE, 2009/73/WE, 2012/27/UE – Dyrektywy PE i Rady dotyczące systemu inteligentnych sieci, w tym inteligentnego opomiarowania.
- » Stanowisko prezesa URE w sprawie niezbędnych wymagań wobec wdrażanych przez Operatorów Sieci Dystrybucyjnej Elektroenergetycznej (OSD-E) inteligentnych systemów pomiarowo-rozliczeniowych z uwzględnieniem funkcji celu oraz proponowanych mechanizmów (31.05.2011). W dokumencie tym podjęto próbę nakreślenia wstępnej strategii w odniesieniu do systemów pomiarowo-rozliczeniowych w energetyce.
- » DzU z 2011 r., nr 94, poz. 551 – Ustawa o efektywności energetycznej z 15.04.2011.
- » 2012/27/UE – Dyrektywa PE i Rady z dnia 25 października 2012 r. dotycząca efektywności energetycznej. Zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylenia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE. Poniżej przytoczono podstawowe przepisy prawa, które winny umożliwić uruchomienie całego procesu modernizacji czy rewitalizacji budynku w zakresie prawnym, technologicznym i technicznym.

- » DzU z 2010 r., nr 102, poz. 651 – Ustawa o gospodarce nieruchomościami. Art. 6 dotyczy programów zaliczonych do celów publicznych.
- » DzU z 2010 r., nr 117, poz. 787 – Rozporządzenie MRR dotyczące możliwości pomocy w procesie rewitalizacji.
- » DzU z 2002 r., nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami – Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich użytkowanie.
- » Ustawa Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. Tekst ujednolicony w Biurze Prawnym URE dostępny na stronie internetowej URE.

Uwarunkowania techniczne sieci inteligentnych

Zestawienie ujmuje specyfikacje techniczne i normy krajowe. Specyfikacje techniczne nie przenoszą się na ujednoczenie norm i tworzenie standardów. Obecnie brak jest standardów w zakresie protokołów komunikacyjnych, a także rozwiązań umożliwiających wykorzystanie sieci elektroenergetycznej jako medium transmisyjnego na potrzeby sieci inteligentnych (*smart grid*).

- » ETSI GS 001 Specyfikacja techniczna otwartego protokołu warstwy aplikacji (*smart grid*).
- » ETSI TS 103 908 Specyfikacja techniczna technologii PLT (PLC) (*smart grid*) zgodna z EN 50065-1 i CEN EN 14908 – w zakresie automatyki i zarządzania budynkiem.
- » PN-EN 50065-1:2012 *Transmisja sygnałów w sieciach elektrycznych niskiego napięcia w zakresie częstotliwości od 3 kHz do 148,5 kHz. Część 1: Ogólne wymagania, zakresy częstotliwości i zaburzenia elektromagnetyczne* (oryg.).
- » PN-EN 50065-2-1:2005+A1:2006 *Transmisja sygnałów w sieciach elektrycznych niskiego napięcia w zakresie częstotliwości od 3 kHz do 148,5 kHz. Część 2-1: Wymagania dotyczące odporności urządzeń i systemów komunikacyjnych pracujących w zakresie częstotliwości od 95 kHz do 148,5 kHz, stosowanych w sieciach zasilających i przeznaczonych do wykorzystania w środowisku mieszkalnym, handlowym i lekko uprzemysłowionym.*
- » PN-EN 50065-2-2:2005+A1:2006 *Transmisja sygnałów w sieciach elektrycznych niskiego napięcia w zakresie częstotliwości od 3 kHz do 148,5 kHz. Część 2-2: Wymagania dotyczące odporności urządzeń i systemów komunikacyjnych pracujących w zakresie częstotliwości od*

- 95 kHz do 148,5 kHz, stosowanych w sieciach zasilających i przeznaczonych do warunków przemysłowych.*
- » PN-EN 62056-47:2007 *Wymiana danych w celu odczytu liczników energii, sterowania taryfami i obciążeniem. Część 47: COSEM warstwa transportowa dla sieci IPv4.* (org.).

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych

Podane poniżej normy wraz z wyżej przytoczonymi przepisami prawa pozwalają tworzyć procedury umożliwiające budowę infrastruktury elektroenergetycznej budynku [2]. Tak zbudowana infrastruktura zapewnia wymagane parametry instalacji z uwzględnieniem m.in. ochrony przeciwporażeniowej, połączeń wyrównawczych i uziemiających na potrzeby sprzętu teleinformatycznego, stwarza możliwości pracy z układami fotowoltaicznymi.

- » PN-IEC 60364-7-707:1999 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Wymagania dotyczące uziemień instalacji urządzeń przetwarzania danych.*
- » PN-IEC 60364-7-714:2012 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje oświetlenia zewnętrznego.*
- » PN-IEC 60364-4-443:2006 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.*
- » PN-IEC 60364-4-444:2012 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed zakłóceniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi.*
- » PN-HD 60364-4-42:2013 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-42: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania ciepłnego.*
- » PN-HD 60364-4-43:2012 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym.*
- » PN-HD 60364-4-41:2009 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.*
- » PN-IEC 60364-4-482:1999 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Ochrona przeciwpożarowa.*

- » PN-IEC 60364-5-52:2002 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Przewodowanie.*
- » PN-IEC 60364-5-53:2000 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza.*
- » PN-HD 60364-5-534:2012 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie. Sekcja 534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami.*
- » PN-EN 61140:2005/A1:2008 *Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Wspólne aspekty instalacji i urządzeń.*
- » PN-EN 50310:2012 *Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym.*
- » PN-HD 60364-7-712:2007 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.*

Instalacje okablowania strukturalnego

Zestawione poniżej normy obejmują etapy planowania i wykonania instalacji, weryfikacji parametrów technicznych okablowania strukturalnego dla medium miedzianego i światłowodowego z możliwością uwzględnienia specyfiki warunków środowiska (np. biurowego), przy czym wymagana jest kontrola jakości instalacji w okresie eksploatacji.

- » PN-EN 50173-1:2013 *Technika informatyczna. Systemy okablowania strukturalnego. Część 1: Wymagania ogólne (w tym kategorie/klasa okablowania).*
- » ISO/IEC 11801:2002/Am2:2010,
- » PN-EN 50173-2:2008/A1:2011 *Technika Informatyczna. Systemy okablowania strukturalnego. Część 2: Budynki biurowe.*
- » PN-EN 50174-1:2010/A1:2011 *Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Część 1: Specyfikacja, zapewnienie jakości i eksploatacja okablowania.*
- » PN-EN 50174-2:2010/A1:2013 *Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Część 2: Planowanie i wykonawstwo instalacji wewnątrz budynków.*
- » PN-EN 50174-3:2005 *Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Część 3: Planowanie i wykonawstwo instalacji na zewnątrz budynków.*
- » PN-EN 50346:2004/A2:2010 *Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Badanie zainstalowanego okablowania.*

- » PN-EN 61935-1:2010 *Wymagania dotyczące sprawdzania symetrycznych i współosiowych kablowych linii telekomunikacyjnych. Część 1: Okablowanie z symetrycznych kabli telekomunikacyjnych zgodne z serią norm EN 50173 (org.).*
- » IEC 61935-1/Ed.3 *Parametry analizatora do badań zainstalowanego okablowania strukturalnego.*
- » PN-ISO/IEC 14763-3:2009/A1:2010 *Technika informatyczna. Implementacja i obsługa okablowania w zabudowaniach użytkowych. Część 3: Testowanie okablowania światłowodowego.*
- » PN-EN 50288-4-1:2005 *Przewody wielożyłowe stosowane w cyfrowej i analogowej technice przesyłu danych. Część 4-1: Wymagania grupowe dotyczące przewodów ekranowanych do częstotliwości 600 MHz. Przewody przeznaczone do pionowego i poziomego układania w budynkach (org.).*
- » IEC 60332-1-2; IEC 60332-3-24; IEC 60332-3-22; IEC 60754-1; IEC 60754-2; IEC 61034 dotyczą palności powłoki kabla.

Specyfikacja lokalnych sieci komputerowych

Poniżej zebrano typowe normy określające parametry lokalnych sieci komputerowych, przewodowych i bezprzewodowych dla różnych topologii, wirtualnie konfigurowanych. Dany standard pozwala wykorzystać okablowanie strukturalne wykonane z materiałów przewodzących do zasilania urządzeń teleinformatycznych.

- » IEEE 802.3 0 Mb Ethernet,
- » IEEE 802.2u 100 Mb Ethernet,
- » IEEE 802.3x Full Duplex Ethernet,
- » IEEE 802.3ab 1000 Mb Ethernet,
- » IEEE 802.3af PoE,
- » IEEE 802.3z 1 Gb Ethernet,
- » IEEE 802.5 Token Ring,
- » IEEE 802.11 Wireless LAN (Wi-Fi),
- » IEEE 802.1Q Sieci wirtualne LAN (VLAN),
- » IEEE 802.12 100VG-AnyLAN,
- » IEEE 802.14 Cable Modem.

Systemy sterowania w budynkach inteligentnych

Zestawienie dotyczy głównych standardów w zakresie sterowania w budynkach inteligentnych wraz z określeniem mediów komunikacyjnych i protokołów wymiany informacji z możliwością komunikacji za pośrednictwem linii elektroenergetycznej, a także oceny wpływu automatyzacji, sterowania i technicznego zarzą-

dzania budynkiem na jego efektywność energetyczną. Zebrano na podstawie [4, 5, 6, 10, 11].

- » PN-EN 15232:2012 *Efektywność energetyczna budynku – wpływ automatyki, sterowania i zarządzania budynkiem. Norma powinna być stosowana przy projektowaniu nowych budynków, a także przy renowacji istniejących budynków.*
- » ISO/IEC 14543-3 *Automatyka budynków i urządzeń (KNX).*
- » EN 13321 *Systemy automatycznego sterowania budynkami (KNX).*
- » PN-EN 13321 – 1 *Otwarta wymiana danych w automatyzacji budynków, sterowaniu i zarządzaniu budynkami. Domowe i budynkowe systemy elektroniczne. Część 1 (KNX).*
- » PN-EN 13321-2:2007 *Otwarta wymiana danych w automatyzacji budynków, sterowaniu i zarządzaniu budynkami. Domowe i budynkowe systemy elektroniczne. Część 2: Komunikacja KNX.*
- » PN-EN 50090-9-1:2006 *Domowe i budynkowe systemy elektroniczne (HBES). Część 9-1: Wymagania dotyczące instalacji. Okablowanie strukturalne dla HBES klasy 1, skrętka dwużyłowa (KNX).*
- » PN-EN 50491 *Domowe i budynkowe systemy elektroniczne (HBES), systemy automatyzacji i sterowania budynków (BACS) (KNX).*
- » PN-EN ISO 16484-2:2005 *Systemy automatyzacji i sterowania budynków (BACS). Część 2: Sprzęt (KNX).*
- » PN-EN ISO 16484-3:2007 *Systemy automatyzacji i sterowania budynków (BACS). Część 3: Funkcje (KNX).*
- » PN-EN ISO 16484-6:2009 *Systemy automatyzacji i sterowania budynków. Część 6: Testy zgodności transmisji danych (oryg.) (KNX).*
- » PN-EN 14908-1:2008 *Otwarta transmisja danych w automatyzacji budynków, sterowaniu i zarządzaniu budynkami. Protokół sieci sterowania. Część 1: Specyfikacja protokołu (LonWorks).*
- » PN-EN 14908-2:2007 *Otwarta transmisja danych w automatyzacji budynków, sterowaniu i zarządzaniu budynkami. Protokół sieci sterowania. Część 2: Transmisja za pomocą skrętki dwużyłowej (LonWorks).*
- » PN-EN 14908-3:2007 *Otwarta transmisja danych w automatyzacji budynków, sterowaniu i zarządzaniu budynkami. Protokół sieci sterowania. Część 3: Specyfikacja kanału komunikacji za pośrednictwem linii elektroenergetycznej (LonWorks).*
- » PN-EN 14908-4:2008 *Otwarta transmisja danych w automatyzacji budynków, sterowaniu i zarządzaniu budynkami. Protokół sieci stero-*

wania. Część 4: Komunikacja za pośrednictwem protokołu internetowego (IP) (LonWorks).

- » PN-EN 14908-5:2009 *Otwarta transmisja danych w automatyzacji budynków, sterowaniu i zarządzaniu budynkami. Protokół sieci sterowania. Część 6: Elementy aplikacyjne (oryg.) (LonWorks).*
- » PN-EN 14908-6:2010 *Otwarta transmisja danych w automatyzacji budynków, sterowaniu i zarządzaniu budynkami – Protokół sieci sterowania. Część 5: Implementacja (LonWorks).*
- » PN-EN ISO 16484-5:2013 *Systemy automatyzacji i sterowania budynków. Część 5: Protokół wymiany danych (oryg.) (BACnet).*
- » ENV 1805-1:1998 *Komunikacja w systemie zarządzania budynkiem (BACnet).*

Ciepłownictwo, gospodarka wodna, wentylacja, klimatyzacja, akustyka

Zestawienie dotyczy parametrów instalacji wentylacji, klimatyzacji min. w budynkach użyteczności publicznej. Normy precyzują możliwości dokonania oceny wielkości zapotrzebowania energii na ogrzewanie, wentylację i chłodzenie w budynku (bilans miesięczny).

- » PN-83/B-03430 *Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania – wraz ze zmianą PN-83/B-03430/Az3:2000 (całość normy).*
- » PN-78/B-03421 *Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi (całość normy).*
- » PN-73/B-03431 *Wentylacja mechaniczna w budownictwie. Wymagania.*
- » PN-87/B-02151.02 *Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach (całość normy).*
- » PN-EN ISO 13790:2008 *Ocena wielkości zapotrzebowania energii użytkowej na cele ogrzewania, wentylacji i chłodzenia. Metoda bilansowa miesięczna.*
- » PN-82/B-02402 *Wartości obliczeniowe temperatur w ogrzewanych pomieszczeniach oraz temperatur przy odbiorze i warunki ich sprawdzania.*
- » Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU nr 75, poz. 609, z 2002 r., z późniejszymi zmianami).
- » Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 547/2012 z dnia 25 czerwca 2012 r. w sprawie wyko-

nia dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla pomp do wody.

- » Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 641/2009 z dnia 22 lipca 2009 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2005/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla pomp cyrkulacyjnych bezdławnicowych wolno stojących i pomp cyrkulacyjnych bezdławnicowych zintegrowanych z produktami.
- » Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (DzU 8/02, poz. 70).
- » Norma EN 15316:2007 *Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji.*
- » PN EN 1443:2001 *Kominy, wymagania ogólne i EN 13384-1:2002 z dnia 18.12.2003 r.*
- » PN-EN 12828:2006 *Instalacje ogrzewcze w budynkach. projektowanie wodnych instalacji centralnego ogrzewania.*
- » PN-93/C-04607 *Woda w instalacjach ogrzewania.*
- » PN-B-02421 *Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń.*
- » PN-B-02423:1999 *Ciepłownictwo. Węzły ciepłownicze. Wymagania i badania przy odbiorze.*
- » PN-B-10405:1999 *Ciepłownictwo. Sieci ciepłownicze. Wymagania i badania przy odbiorze.*
- » PN-EN 835:1999 *Podzielniki kosztów ogrzewania do rejestrowania zużycia ciepła przez grzejniki.*
- » PN-EN 12170:2005 *Instalacje ogrzewcze w budynkach. Instrukcje eksploatacji, konserwacji i obsługi. Instalacje ogrzewcze, które wymagają wykwalifikowanego personelu obsługi.*
- » PN-EN 12171:2003 *Instalacje ogrzewcze w budynkach, Instrukcje eksploatacji, konserwacji i obsługi. Instalacje ogrzewcze, które nie wymagają wykwalifikowanego personelu obsługi.*
- » PN-EN 12831:2006 *Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.*
- » PN-EN 14337:2006 *Instalacje ogrzewcze w budynkach. Projektowanie i montaż elektrycznych instalacji do bezpośredniego ogrzewania pomieszczeń.*
- » PN-EN 442-1:1999/A1:2005 *Grzejniki. Część 1: Wymagania i warunki techniczne.*
- » PN-EN 442-2:1999/A2:2005 *Grzejniki. Moc cieplna i metody badań.*

I Wnioski

Współczesne technologie pomiarowe i transmisji danych dają ogromne możliwości ich wykorzystania do monitorowania zużycia energii w budynkach. W ramach technologii inteligentnego budynku (IB) można wykorzystać zdobyte informacje poprzez odpowiednie algorytmy w celach optymalizacji i racjonalizacji użytkowania energii. Z tego powodu firmy i zespoły naukowe chętnie biorą udział w pracach badawczych i wdrożeniowych mających na celu sprawdzenie możliwości systemów IB, m.in. do obsługi pomiarów, integracji, sterowania, zarządzania zużyciem energii i innych mediów oraz ich ostatecznego wpływu na efektywność energetyczną budynków. Należy się przy tym spodziewać wzrostu otwartości systemów, aby urządzenia różnych producentów były wzajemnie kompatybilne.

Rozwój technologii na potrzeby IB wymusza konieczność prowadzenia przez zarządców obiektów racjonalnej gospodarki energetycznej budowli. Technologie te mogą być wykorzystywane jako podstawowe źródła informacji przy podejmowaniu decyzji w obszarze efektywności energetycznej budynku.

Istnieje spory potencjał oszczędności w zużyciu energii przez obecnie eksploatowane budynki użyteczności publicznej, więc odpowiednio prowadzona rewitalizacja istniejących obiektów z wykorzystaniem technik IB przyniesie wymierne efekty. Istnieją szacunki, pokazujące, że wysokoefektywne budynki mogą przynieść oszczędności energii i kosztów eksploatacji na poziomie od 20% do 50% rocznie w ciągu pełnego cyklu życia. Region Mazowska, ze względu na koncentrację

ABSTRACT

Intelligent Building solutions for revitalization of Public Buildings

Intelligent building solutions are one of the most advanced technologies, which provide both the possibilities and tools used for the improvement of energy efficiency of systems functioning within buildings. Improving energy efficiency is one of the greatest challenges in the twenty-first century. In accordance with the current EU requirements, the increase of energy efficiency should be applied to buildings in particular. The public sector is required to perform the exemplary role in this matter. The revitalization of the buildings, by applying intelligent solutions, should be performed based on the current engineering knowledge and standards. This paper presents the basic legislations and necessary standards for installations used in intelligent buildings. The description includes a set of Polish and EU basic legislations related to the idea of intelligent buildings and also a set of standards related to intelligent buildings control systems, the conditioning of smart grids, the structured cabling, the computer networks and also the other media.

budynków administracji centralnej, placówek oświaty i szkolnictwa wyższego oraz licznych biurów powinien skorzystać na rewitalizacji budynków użyteczności publicznej w sposób szczególny. Rewitalizacja w kierunku rozwiązań IB powinna dotyczyć w pierwszej kolejności obiektów, których wykorzystanie zmienia się dynamicznie w ciągu doby (urzędy i szkoły).

Warto zauważyć, że proces poprawy efektywności energetycznej budynków użyteczności publicznej nie kończy się z ukończeniem procesu inwestycyjnego rewitalizacji. Wysoka wydajność operacyjna budynku zostanie osiągnięta przy potraktowaniu go jako zintegrowanego i skomplikowanego układu, wymagającego aktywnego i ciągłego zarządzania. Systemy IB powinny być ponadto odpowiednio konserwowane i w razie potrzeby rozbudowywane. Dzięki elastyczności cechującej rozwiązania IB, dostosowanie instalacji do nowych potrzeb użytkowników może być wykonane przez pojedyncze, odpowiednio wykwalifikowane osoby, także w przypadku konieczności wprowadzania dużych zmian funkcjonalnych. Pojawia się zatem nowa nisza biznesowa dla firm sektora MŚP, specjalizujących się w branży budynków inteligentnych, związana np. z konserwacją i zarządzaniem (na zasadach outsourcingu).

Ważnym wsparciem dla MŚP może okazać się powołanie formalnej struktury w postaci centrum kompetencyjnego (np. przy urzędzie marszałka województwa). Zadanie takiej instytucji powinno polegać na poszukiwaniu, udostępnianiu i popularyzowaniu wiedzy w zakresie rewitalizacji budynków, preferowanych technologii, czy też dostępności kredytów inwestycyjnych. Centrum winno dysponować poradnikiem rewitalizacji budowli z którego będą mogły korzystać nie tylko MŚP ale także właściciele, administratorzy budynków użyteczności publicznej (i nie tylko) oraz instytucje zainteresowane finansowaniem przedsięwzięć związanych z inwestycjami w rewitalizację budynków.

Publikacja powstała w ramach projektu „Naukowcy dla gospodarki Mazowska” współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

literatura do artykułu na **elektro.info.pl**



elektro info

Profesjonalne szkolenia dla elektryków online!

„Podstawy projektowania przydomowych systemów fotowoltaicznych”

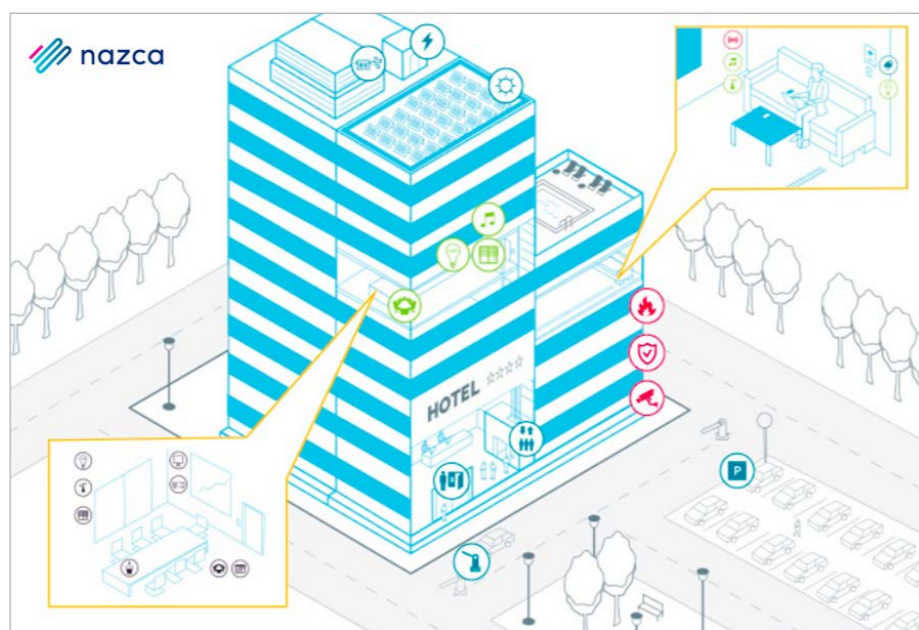
Dostępne od ręki o każdej porze i bez względu na to, gdzie jesteś!

kursy.elektro.info.pl

9 wyzwań, na które warto zwrócić uwagę, wdrażając system BMS

System BMS znacząco poprawia funkcjonowanie budynku i wpływa na komfort osób, które z niego korzystają. Prawidłowe wdrożenie systemu wymaga jednak wiedzy i doświadczenia. Czasem wprowadza się go już w gotowym obiekcie, który ma swoją określoną specyfikę i ograniczenia. To sprawia, że na linii inwestor – integrator, może dochodzić do niepotrzebnych nieporozumień. W tym artykule spróbujemy wymienić najczęstsze sytuacje, na które warto zwrócić uwagę, by współpraca po obu stronach przebiegała jak najbardziej sprawnie.

Jeśli decydujemy się wyposażyć nasz obiekt w system BMS, idealnie gdybyśmy myśleli o nim jeszcze na etapie projektowym, gdy powstają najważniejsze założenia budowlane i kluczowe instalacje obiektu. To pierwszy krok do sukcesu. Nie zawsze jest to oczywiście możliwe, dlatego gdy wprowadzamy BMS w późniejszym etapie, musimy mieć na uwadze ewentualne wyzwania, z którymi nasza inwestycja będzie się musiała zmierzyć. Aby przejść przez nie sprawnie i z sukcesem uruchomić BMS warto spojrzeć na kilka grup problemów, które najczęściej pojawiają się w tego typu projektach. Poniżej przygotowaliśmy zestawienie bazujące na kilkunastu latach doświadczenia zespołu wdrożeniowego APA Group oraz ponad 150 realizacjach przeprowadzonych w całej Polsce.



#1 PROBLEMY W KOMUNIKACJI

Właściwa komunikacja wszystkich stron to klucz do sprawnie przeprowadzonego projektu. Dlatego zachęcamy do tego, by inwestor już na samym początku wdrażania nowego rozwiązania dzielił się swoimi oczekiwaniami względem montowanych elementów wyposażenia budynku i na bieżąco przekazywał informacje integratorowi automatyki.

Ważne, by treści wszystkich rozmów oraz pojawiające się wówczas ustalenia i zmiany były kompatybilne z aktualnymi projektami i schematami. To pozwoli uniknąć sytuacji, gdy informacje przekazane w fazie wdrażania BMS-a są niespójne z założeniami projektowymi. W takich momentach pojawia się w głowie integratora pytanie: Co jest wiążące?

Już na samym początku bardzo doceniamy dostęp do pełnych planów i projektów, na przykład tych elektrycznych, pokazujących, w jaki sposób jest podłączona kluczowa infrastruktura w budynku. Pozwoli to nam lepiej zaproponować in-

westorowi docelowy projekt BMS. Z naszej strony oferujemy wsparcie edukacyjne. Chętnie podzielimy się wiedzą na temat tego, co zakupić, aby system działał sprawnie. Ale to tylko wybrany obszar naszego know-how. Tak naprawdę jesteśmy w stanie na bieżąco odpowiadać na pytania inwestora i rozwiewać jego wątpliwości. Zachęcamy więc do takiej otwartej współpracy.

#2 PROBLEMY ZWIĄZANE Z SIECIĄ ELEKTRYCZNĄ I URZĄDZENIAMI ELEKTRYCZNYMI

Jakie przeszkody stoją na drodze do efektywnego wdrożenia?

- » kilkunastoletnia infrastruktura sieciowa (np. stare urządzenia sieciowe),
- » brak opisów i schematów w rozdzielnicach elektrycznych i szafach Rack
- » brak rozdziału okablowania sygnałowego BMS od przewodów elektrycznych,

niepoprawna konfiguracja sieci LAN w kontekście pracy z systemem BMS.

System BMS nie działa sam z siebie. Potrzebne są odpowiednio skonfigurowane i działające punkty styku. Urządzenia elektryczne, zasilanie, okablowanie przyłącza docelowe to system naczyń powiązanych, które w znaczny sposób wpływają na powodzenie operacji.

Wielu problemów da się uniknąć, jeśli integrator będzie miał do dyspozycji spójną i niewadliwą instalację oraz urządzenia. Dzięki temu zarówno uruchomienie sprzętu, jak również jego integracja, będzie przebiegać sprawnie.

Podobnie jak w przypadku dokumentacji ogólnej, w kwestii elektryki także trzeba zachować transparentność. Przy kilkudziesięciu nieopisanymi bezpiecznikami, gdy nie wiadomo, co do czego służy, wykonywanie pracy jest wyjątkowo utrudnione, a przez to czasochłonne. Dlatego tworząc lub analizując projekt elek-

Zanim zrobisz projekt...
poznaj NAZCA



Platforma BMS pozwalająca zarządzać budynkiem, dzielnicą, fabryką, a nawet całym miastem.

LAUREAT KONKURSU



TERAZ POLSKA

www.apagroup.pl

tryczny, warto zwracać uwagę na te kwestie, które będą kluczowe w kontekście wprowadzania nowego systemu. Trudności w obrębie instalacji elektrycznej mogą też generować niepotrzebne wydatki. Na przykład jeśli oświetlenie jest niezgodne ze standardem, trzeba wykonać nowy projekt i zakupić dodatkowy sprzęt.

Ważne jest również to, by unikać manewrowania w osprzęcie przez osoby do tego niepozwolane. Przed wprowadzeniem jakichkolwiek zmian warto konsultować się z integratorem. Tak przejrzysta komunikacja znacząco podnosi komfort pracy wszystkich specjalistów, w tym również podwykonawców. Dla inwestora korzyścią jest natomiast szybko i sprawnie przeprowadzona usługa, a także niezawodność i bezpieczeństwo systemu.

#3 PROBLEMY BUDOWLANE

Jakie przeszkody stoją na drodze do efektywnego wdrożenia?

- » nieprawidłowości dotyczące przewodów (np. nieułożony komplet przewodów lub uszkodzenia tych już ułożonych),
- » niezakończone roboty budowlane i opóźnienia,
- » konieczność przeprowadzania dodatkowych napraw przez integratorów,
- » brak przygotowania drzwi do instalacji kontroli dostępu,
- » brak istotnych elementów, które mają być sterowane przez system BMS.

Najlepiej, jeśli wdrażanie systemu BMS jest poprzedzone konsultacjami na etapie budowania. BMS działa najlepiej wtedy, gdy projektowany od podstaw z budynkiem, a nie wdrażany dopiero w kolejnych etapach. To pozwala uniknąć problemów „operowania na żywym organizmie”, jakim jest już prawie oddany budynek.

Bardzo ważna jest właściwa komunikacja na linii integrator – podwykonawca. Dlatego podczas samej budowy specjaliści wdrażający system powinni mieć możliwość przeprowadzania regularnych kontroli. Nie chodzi o to, by stresować podwykonawców i „patrzeć im na ręce”, ale o to, by wcześniej wykrywać ewentualne problemy. Jeśli tak nie będzie, to istotne nieprawidłowości będą wychodzić dopiero na etapie szczegółowych sprawdzeń lub podłączania urządzeń.

Warto zdawać sobie sprawę z tego, że często nie chodzi o sam budynek, ale także o infrastrukturę wokół niego. Aby ustalić, kiedy system będzie mógł funkcjonować w docelowej formie, potrzebny jest więc pewny i niezmienny plan zagospodarowania terenu.

Dużym problem są również braki w istotnych dla pracy systemu elementach. Dotyczy to na przykład braku bramek komunikacyjnych. niekiedy zapomina się także o przygotowaniu okablowania dla kompletu czujników temperatury lub do pominięcia w zamówieniu na drzwi z kontrolą dostępu kontaktronów czy elektrozamków. Warto więc na bieżąco kontrolować przebieg prac i od razu wychwytywać ewentualne nieprawidłowości.

Opóźnienia w pracach budowlanych i niewłaściwie opracowany harmonogram prac to trudności, z którymi musi mierzyć się nie tylko inwestor, ale także integrator.

Rozpoczęcie pracy nad BMS przed zakończeniem prac budowlanych zawsze wiąże się z licznymi problemami. Na przykład prace budowlane w serwerowni uniemożliwiają wykonywanie działań nad integracją urządzeń. Opóźnienia prowadzą również do sytuacji, gdy nie jest możliwy montaż urządzeń na wykończonych ścianach.

Wyrozumiałość dla pracy wszystkich podmiotów biorących udział we wdrożeniu jest bardzo

ważna. Dlatego trzeba unikać sytuacji, gdy oddanie frontu robót dla BMS na większości systemów następuje w tym samym czasie. Integratorzy również potrzebują czasu na konfigurację i nie można jej przyspieszać ze względu na wcześniej powstałe opóźnienia po stronie podwykonawców. Wszystkim zależy przecież na tym, by system działał sprawnie i bez zarzutu. Ale by tak się stało, do tematu trzeba podejść z rozsądnym zapasem czasowym i z dużą uwagą.

#4 PROBLEMY ZWIĄZANE Z BRAKAMI KADROWYMI

Jakie przeszkody mogą stać na drodze do efektywnego wdrożenia?

- » brak przeszkolonych osób, które są w stanie przetestować komunikację urządzeń z BMS,
- » brak osób, które rozumieją specyfikę projektu,
- » brak administratora sieci obiektu, który sprawuje kontrolę nad całością.

Odpowiednio wykwalifikowana, profesjonalna kadra to baza dla każdej dobrze wykonanej usługi. Trudno pracuje się z osobami, które dopiero zdobywają wiedzę w praktyce. Choć nie ma nic złego w uczeniu się, to wdrażanie zaawansowanego systemu BMS jest na tyle skomplikowaną czynnością, że potrzebne jest wsparcie tych najbardziej doświadczonych pracowników, którzy rozumieją jego specyfikę i są obeznani w automatyce budynkowej.

#5 PROBLEMY ZWIĄZANE Z DOKUMENTACJĄ OBIEKTU

Jakie przeszkody stoją na drodze do efektywnego wdrożenia?

- » nieprawidłowe nazwy pomieszczeń (w stosunku do dokumentacji architektonicznej; utrudnia to zlokalizowanie osprzętu po nazwie);

- » rozbieżności w dokumentacji wykonawczej, na której bazie są przygotowywane widoki (np. inna lokalizacja i ilości czujek),
- » nieprzekazywanie dokumentacji wykonawczej BMS do podwykonawców,
- » brak wykonywania dokumentacji powykonawczej przez firmę,
- » nieaktualizowanie dokumentacji powykonawczej o aktualną lokalizację osprzętu.

Warto mieć na uwadze, że jakiegokolwiek zmiany w architekturze budynku i planie zagospodarowania powodują niepotrzebny chaos i ryzyko korzystania przez poszczególne firmy z niespójnych wersji dokumentacji.

Ogromną rolę w procesie wdrażania nowego systemu odgrywają podwykonawcy. Jeśli będą oni przekazywać integratorom informacje o rozmieszczeniu elementów zintegrowanych i wykonają spójną dokumentację odpowiednio wcześniej, to cały projekt zostanie wykonany dużo szybciej i bez zbędnych wątpliwości „po drodze”.

#6 PROBLEMY ZWIĄZANE Z WSPÓŁPRACĄ Z PODWYKONAWCAMI

Jakie przeszkody stoją na drodze do efektywnego wdrożenia?

- » brak wiedzy dostawców na temat specyfiki i integracji protokołów komunikacyjnych dostarczanych urządzeń,
- » konieczność stałego nadzorowania podwykonawców,
- » rozbieżności między pierwotnym projektem a wykonaniem.

Idealnie, jeśli współpraca z podwykonawcami przebiega bez żadnych zakłóceń. Niestety czynnik ludzki i niekiedy brak wiedzy na temat poszczególnych rozwiązań skutkuje trudnościami we wdrażaniu projektu. Rozwiązanie? Uważ-

ność, dbałość o wykonanie zgodne z projektem, komunikacja z integratorami. Ważne jest ponadto odpowiednie przygotowanie pod instalację BMS. Inwestorzy, by uniknąć niepotrzebnych trudności, mogą postarać się o zatrudnienie wykwalifikowanej kadry, specjalizującej się w tego typu zleceniach. Dotyczy to zwłaszcza fachowców elektryków, od których często zależy powodzenie i szybkość wdrożenia.

#7 PROBLEMY ZWIĄZANE Z SYSTEMEM HVAC

Jakie przeszkody stoją na drodze do efektywnego wdrożenia?

- » nieprawidłowo zaprojektowana wentylacja,
- » braki w elementach.

Nie wszystkie problemy są „oczywiste” do wykrycia na pierwszy rzut oka. To, co potencjalnie może być spowodowane przez złe wdrożony BMS, może wynikać z zupełnie czegoś innego.

Na przykład z nieprawidłowo zaprojektowanej wentylacji lub niewłaściwie dobranych urządzeń, które być może nie działały od samego początku, niezależnie od systemu BMS. Dlatego do każdego problemu warto podchodzić wieloaspektowo, analizując różne potencjalne przyczyny. Ponadto, warto unikać braków sprzętowych. Jedną małą centralą wentylacyjną na cały biurowiec? Brak przepustnic do sterowania przepływami powietrza? Takie niedobory również niekorzystnie wpływają na efektywność działania budynku.

#8 PROBLEMY ZWIĄZANE Z PRZEKAZANIEM KLUCZOWYCH INFORMACJI/DANYCH

Jakie przeszkody stoją na drodze do efektywnego wdrożenia?

- » niekompletność dostarczanych danych.

Wiele nieporozumień da się uniknąć. Bardzo ważne jest jednak to, by udostępniać integratorom pełen zakres danych, kluczowych do wdrożenia systemu. Niekompletne dane nie tylko zaburzą komunikację, ale niekiedy prowadzą do opóźnienia prac.

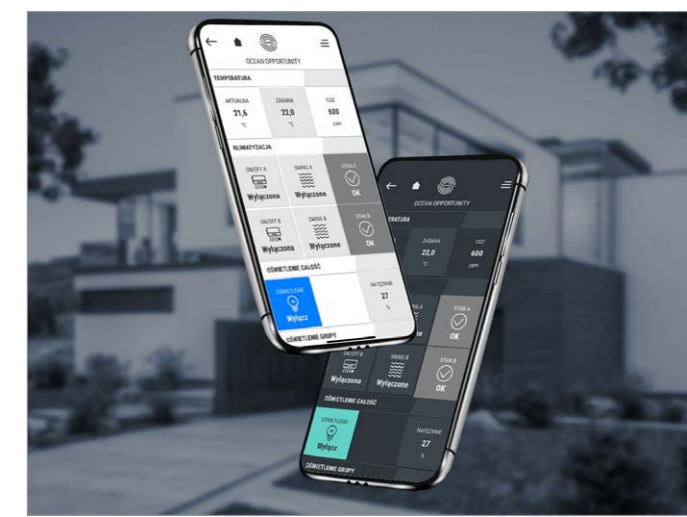
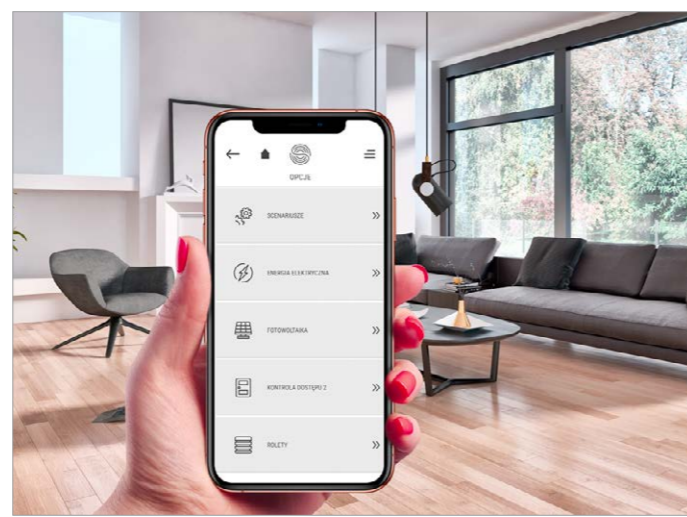
#9 PROBLEMY ZWIĄZANE Z TESTAMI I MODERNIZACJĄ SIECI PO WDROŻENIU

Jakie przeszkody stoją na drodze do efektywnego wdrożenia?

- » pracochłonne testy, obejmujące wysterowanie poszczególnych systemów ze stacji operatorskiej klienta mobilnego sprawdzenie ich działania, sprawdzenie odczytów z wyświetlaczy urządzeń, liczników itd.,
- » testy trzeba przeprowadzać w funkcjonującym obiekcie,
- » niepotrzebna diagnostyka zgłaszanych do APA błędów BMS, które wynikają ze zbyt długiego czasu przetwarzania informacji w sterowanym urządzeniu.

Prawie zawsze zachodzi bowiem konieczność przetestowania systemu „z natury”. Tylko wówczas inwestor będzie mieć pewność, że działa on sprawnie. Dla specjalistów wdrażających system kluczowe jest to, by mieć swobodny dostęp podczas przeprowadzania testów i wdrażania poprawek w obiekcie.

Warto unikać takich sytuacji, gdy na dostęp do obiektu integrator musi czekać kilka tygodni czy nawet miesięcy. Już na etapie zawierania umowy chcemy więc podkreślić, że po uruchomieniu potrzebny jest czas i przestrzeń do swobodnego przeprowadzania testów. Oczywiście nie będzie to miało wpływu na działanie obiektu inwestora.



Integracja elementów instalacji klasycznej z systemami automatyki budynkowej na przykładzie LCN i KNX

W systemie LCN wykorzystuje się do transmisji danych dodatkową żyłą transmisyjną oraz żyłę neutralną tradycyjnej instalacji elektrycznej. Każdy moduł LCN może dzięki tym dwóm żyłom komunikować się z całą magistralą. Przebieg czasowy telegramu w systemie LCN przedstawiono na **rysunku 1**. Wykorzystanie konwencjonalnej instalacji poszerzonej o jedną dodatkową żyłę pozwala na prostsze układanie instalacji ze względu na brak dodatkowego przewodu magistralnego. Moduły LCN są chronione przed zwarciami i przepięciami w magistrali sieciowej do 230V lub 2 kV [1].

Podstawowym medium transmisyjnym wykorzystywanym w instalacji KNX jest skrętka dwuparowa. Medium to służy do zapewnienia zasilania urządzeniom magistralnym oraz do

przekazywania informacji pomiędzy nimi. Informacje przekazywane są w postaci telegramów (**rys. 2.**), czyli paczek bitów zawierających dane między innymi o nadawcy, odbiorcy oraz rozkazie do wykonania. Każde urządzenie magistralne ma swój własny, niepowtarzalny adres fizyczny składający się z trzech liczb. Określają one położenie danego elementu w topologii systemu. Do identyfikacji odbiorcy lub grupy odbiorców wykorzystuje się adres grupowy. Każdy element magistralny może posiadać więcej niż jeden adres grupowy.

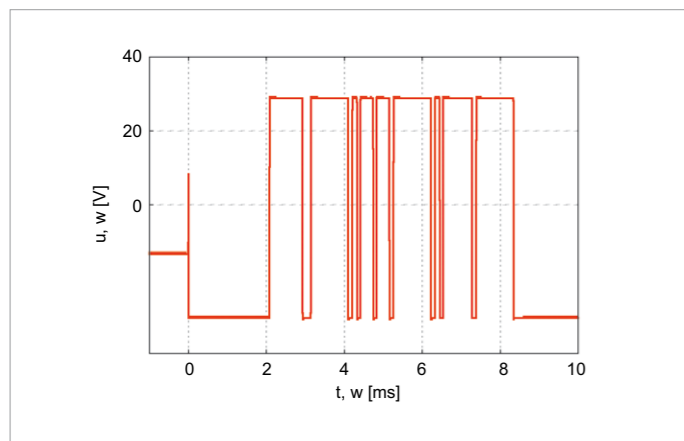
Nie wszystkie urządzenia wykorzystywane w instalacjach niskiego napięcia mają porty komunikacyjne, które pozwalałyby na przekazywanie informacji o swoim stanie do innych systemów, wykorzystując w tym celu jakiś rodzaj magistrali komunikacyjnej (LCN, KNX, RS485, ModBus). Często nie warto wykonywać każdego elementu instalacji w jednym systemie ze względu na koszty. Warto jednak wykorzystać np. stan otwarcia okna do sterowania ogrzewaniem. W takich przypadkach można użyć wejścia, które wykorzystuje się jako sygnał. Wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje wejść binarnych:

- » bezpotencjałowe,
- » niskonapięciowe 24 V,
- » na napięcie sieciowe 230V AC.

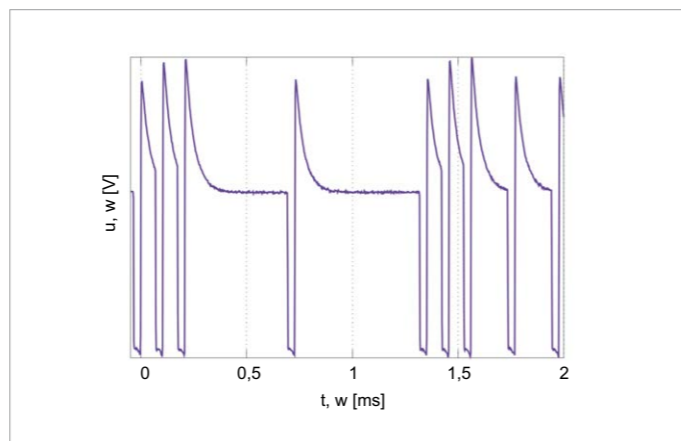
I Bezpotencjałowe wejścia binarne

Wejścia bezpotencjałowe pozwalają w prosty sposób wprowadzić do systemu automatyki budynkowej sygnały z instalacji lub urządzeń niesterowanych, które mają pomocnicze styki sygnalizacyjne. Styki te będą zmieniały swój stan z otwartych na zamknięte i odwrotnie, w zależności od stanu pracy danego urządzenia. Przykładem wykorzystania styków bezpotencjałowych mogą być kontaktrony zamontowane w ramach okiennych, drzwiach lub czujnikach dymu. Stan otwarcia okna będzie mógł zostać wprowadzony do systemu i na podstawie dostępnych informacji mogą być wykonywane określone działania. Można wyobrazić sobie sytuację, gdzie wraz z otwarciem okna następuje automatyczne wyłączenie ogrzewania w danym pomieszczeniu. Pozwoli to na ograniczenie zużycia energii cieplnej do ogrzewania pomieszczenia. Przykładowy schemat podłączenia styków bezpotencjałowych do systemu LCN, z wykorzystaniem czujnika binarnego B3I, przedstawiono na **rysunku 3**.

Element ten umożliwia podłączenie maksymalnie 3 zestyków wolnych od potencjałów. Udostępnia w tym celu wewnętrzne napięcie regulujące 5V. Każde wejście binarne rozróżnia tylko dwa stany: włączony i wyłączony [1].



Rys. 1. Przebieg czasowy telegramu w systemie LCN rys. A. Książkiewicz

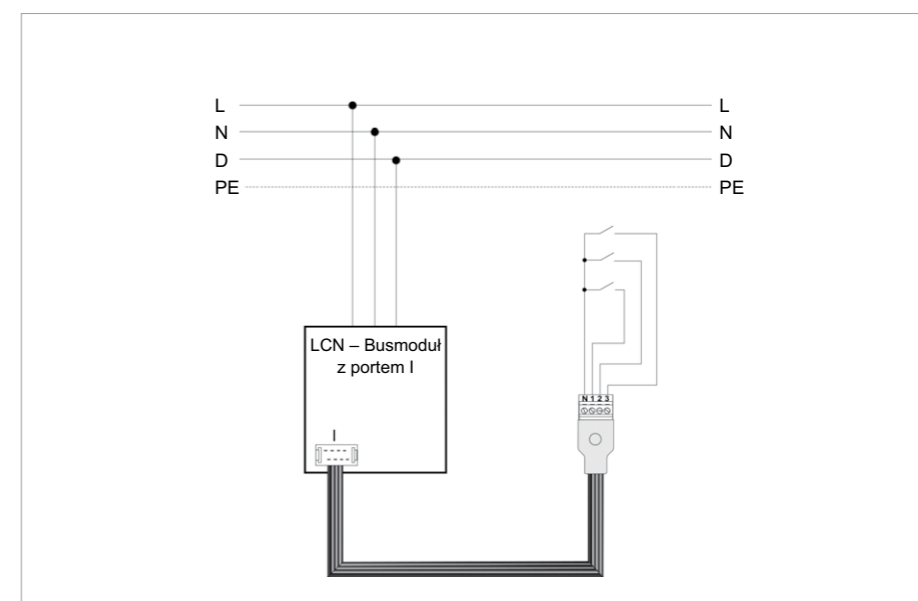


Rys. 2. Przebieg czasowy telegramu w systemie KNX rys. A. Książkiewicz

W systemie KNX bezpotencjałowe wejścia binarne również są dostępne. Wejścia bezpotencjałowe często wykorzystuje się w celu podłączenia tradycyjnych łączników klawiszowych do instalacji KNX. Pozwala to na wybranie z szerokiej, pod względem wyglądu, oferty łączników tradycyjnych. Można wykorzystać je między innymi do sterowania instalacją oświetleniową czy roletami. Sposób podłączenia wejścia bezpotencjałowego z przyciskiem klawiszowym przedstawiono na **rysunku 4**.

I Potencjałowe wejścia binarne

Do wprowadzania sygnałów do systemu można również wykorzystywać sygnały napięciowe 230V. W tym celu stosuje się potencjałowe wejścia binarne. Pozwalają one na wprowadzenie sygnału napięciowego, a następnie przetwarzanie informacji o pojawieniu się napięcia jako sygnału załącz/wyłącz, wysoki/niski itp. Sygnały te mogą pochodzić od czujników ruchu, wyłączników krańcowych lub innych zestyków sygnalizacyjnych [1]. Przy długich przewodach doprowadzających do wejść może pojawić się prąd spoczynkowy w przypadku przesłuchu przewodów, dlatego długość kabla jest ograniczona

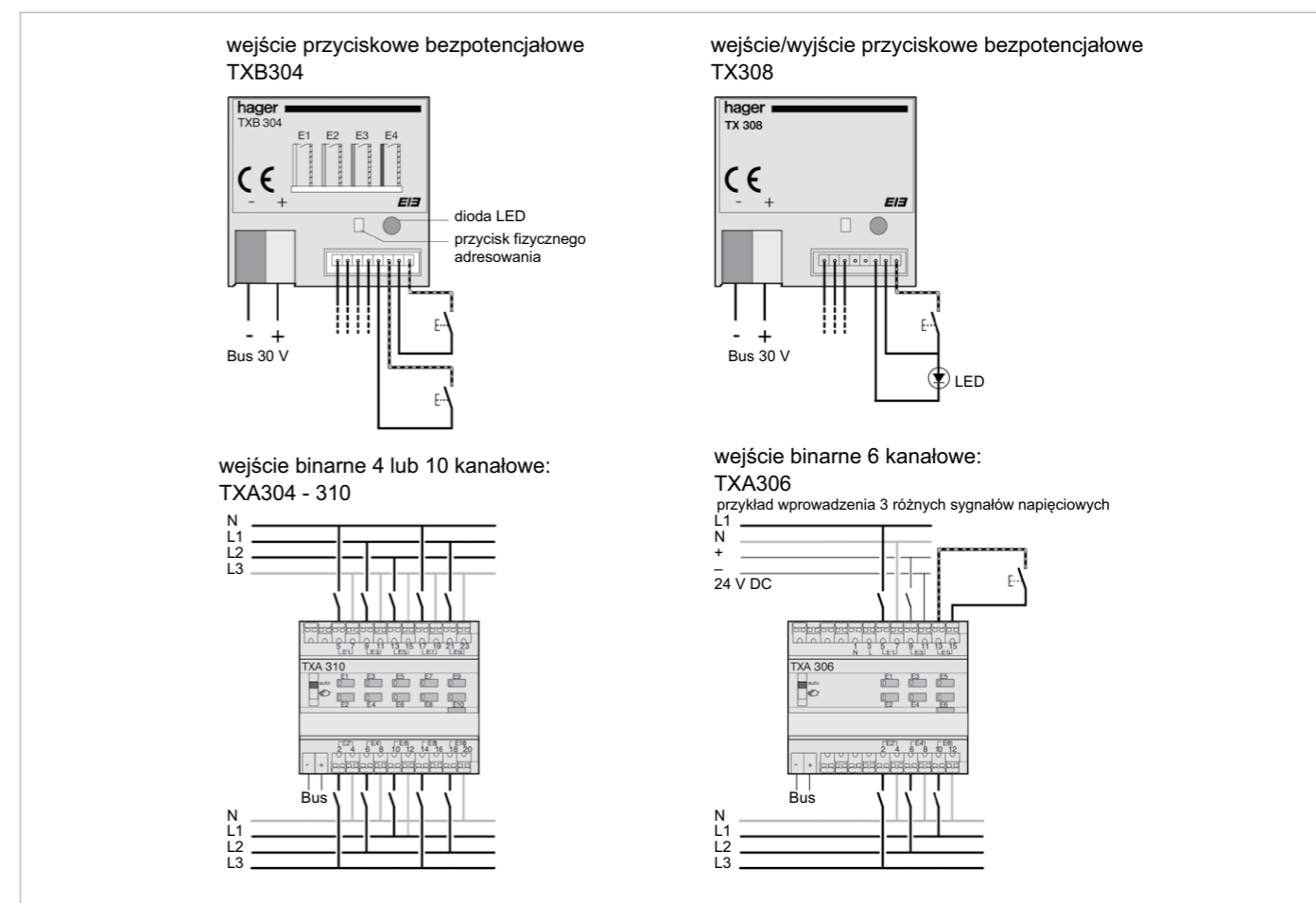


Rys. 3. Bezpotencjałowy czujnik binarny w systemie LCN [1]

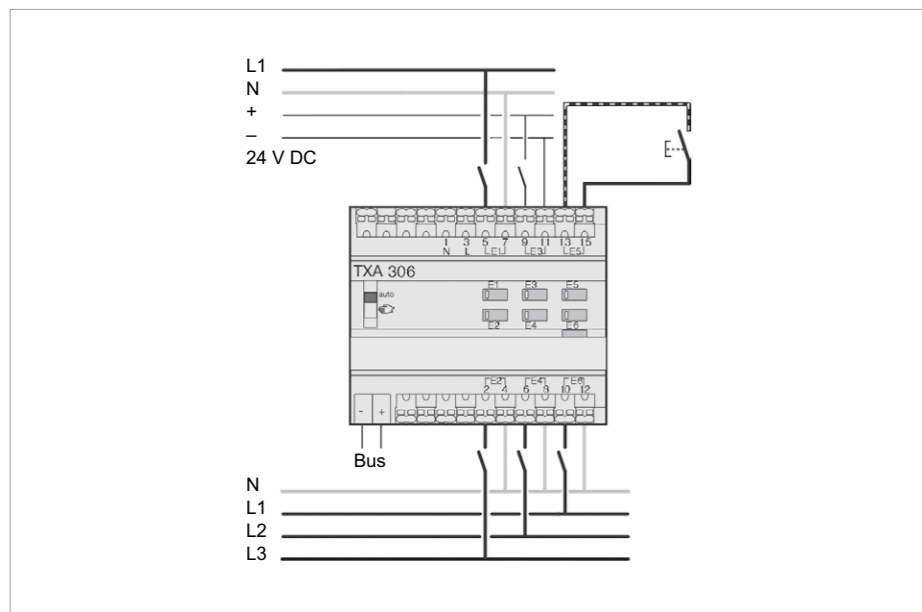
[1]. Na **rysunku 5** przedstawiono przykładowe podłączenie wejścia binarnego uniwersalnego. Urządzenie to pozwala na wprowadzenie do sześciu sygnałów równoległe, przy czym jednocześnie mogą to być sygnały o różnych napięciach. Przedstawione zostało jednocześnie

wprowadzenie sygnału 230V napięcia zmiennego, 24V napięcia stałego oraz sygnału bezpotencjałowego.

W systemie LCN przykładem wejścia binarnego jest czujnik LCN-B8H, pozwalający na wprowadzenie do ośmiu sygnałów na napięcie



Rys. 4. Schemat podłączenia bezpotencjałowego czterokrotnego wejścia binarnego TXB304 [2]

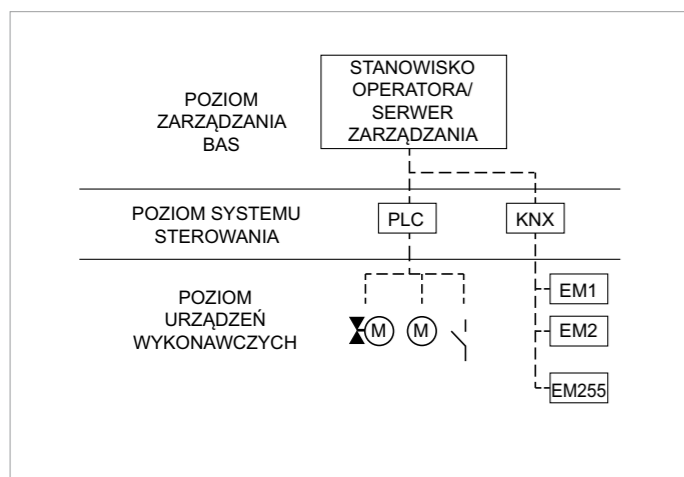


Rys. 5. Wejście binarne 6 kanałowe w systemie KNX [2]

230V. Zarówno wejścia binarne potencjałowe oraz bezpotencjałowe mogą być wykorzystane do odczytywania informacji o stanie załączenia urządzenia elektrycznego sterowanego stycznikiem, poprzez dodatkowe styki pomocnicze. W szczególnie istotnych przypadkach można dołączyć również styki pomocnicze do modułowej aparatury zabezpieczającej i w ten sposób prowadzić nadzór nad elementami klasycznej instalacji elektrycznej.

I Wejścia analogowe

Zależności pomiędzy poszczególnymi elementami instalacji można przedstawić w sposób zhierarchizowany (rys. 6.). Najniższy poziom należy do urządzeń wykonawczych. Do sterowanych przez sterowniki PLC można zaliczyć silniki, serwozawory grzewcze czy łączniki. W systemie KNX wliczamy do nich aktywność załączającą, oświetleniową czy sensory.



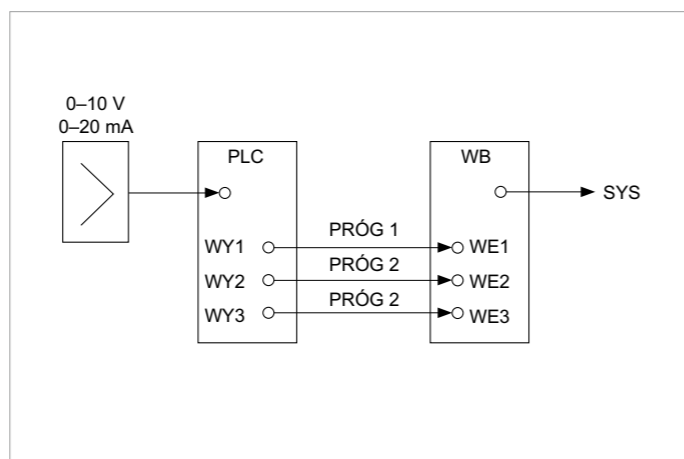
Rys. 6. Hierarchia systemów sterowania w instalacji BAS [3]

Poziom systemu sterowania obejmuje sterownik PLC oraz część instalacji w systemie KNX. Nie można wyróżnić pojedynczego elementu instalacji KNX jako sterującego, ponieważ system ten działa w sposób rozproszony i nie powinien posiadać sterownika centralnego. Do poziomu zarządzania BAS (*Building Automation System*) można zaliczyć stacje operatorskie lub serwery, których zadaniem jest gromadzenie danych z instalacji, ich analiza oraz wizualizacja. Oprócz tego systemy te mogą sprawować funkcje sterujące i zarządzające całym systemem lub tylko wybranymi jego fragmentami.

Systemy automatyki budynkowej przeznaczone są do sterowania konkretnymi rodzajami odbiorników i instalacji. Do najważniejszych grup tych instalacji można zaliczyć oświetlenie, ogrzewanie i rolety/żaluzje. Z tego powodu elementy sterujące systemu zaprojektowane

są do realizacji konkretnych zadań. Przetwarzanie sygnałów analogowych nie jest najczęściej niezbędne, aby zrealizować w pełni funkcjonalne sterowanie obiektem komunalnym. Stąd też wykorzystanie sygnałów w zakresie 0–10V lub 0–20 mA nie należy do najczęściej wykorzystywanych. Jeżeli natomiast nastąpi konieczność włączenia takiego sygnału, to można wykorzystać jako element pośredniczący sterownik PLC, który posiada wbudowane (lub w ramach modułu rozszerzającego) wejścia analogowe. W ramach takiego rozwiązania sygnał analogowy jest przetwarzany przez sterownik PLC, a sygnałem wyjściowym stają się wyjścia cyfrowe bądź przekaźnikowe. Następnie, korzystając z właściwych wejść binarnych, można te sygnały wprowadzić do systemu automatyki budynkowej. Wadą takiego rozwiązania jest konieczność „progowania” sygnału analogowego, gdyż brak jest możliwości płynnego przekazania informacji o tym sygnale. Stąd konieczne może okazać się wykorzystanie wielu wejść w celu uzyskania pożądanego sterowania. Na rysunku 7. przedstawiono w sposób uproszczony to rozwiązanie. Sygnał analogowy (0–10V lub 0–20 mA) podawany jest na odpowiednie wejście sterownika PLC. Na podstawie wewnętrznego programu ustalane są progi (Próg 1, 2, 3), przy których połączone zostaną konkretne wyjścia WY1-WY3 (potencjałowymi lub nie) systemu automatyki budynkowej. Na podstawie uzyskanych informacji progowych informacja użytkowa przekazywana jest do systemu SYS.

Niektóre systemy automatyki pozwalają na wprowadzanie sygnałów analogowych w sposób bezpośredni. Przykładem takiego rozwiązania może być przetwornik analogowo-cyfrowy LCN-AD1 (rys. 8.). Pozwala on na wprowadzenie do systemu LCN sygnałów 0–1 V, 0–10V lub



Rys. 7. Diagram wykorzystania sterownika PLC jako elementu pośredniczącego przy przetwarzaniu sygnałów analogowych [5]. A. Książkiewicz

0–20 mA, w tym temperatury mierzonej sondami Pt100/Pt1000.

Integracja sterowników PLC z urządzeniami KNX nie zawsze wymaga wykorzystania modułów sprzętowych, wystarczy tylko aplikacja programowa. Zamiast nich można wykorzystać sieć komputerową jako pośredniczącą w przekazywaniu informacji (rys. 9.).

Stosując takie rozwiązanie, należy zainstalować w systemie KNX bramkę KNX/IP, która działa jako sprzęgło liniowe lub obszarowe. Następnie do sieci IP podłączamy sterownik PLC. Wykorzystanie sieci IP pozwala na znaczne zwiększenie przepustowości magistrali ze względu na mniejsze ograniczenia prędkości niż w tradycyjnej magistrali opartej o skrętkę dwuparową [4].

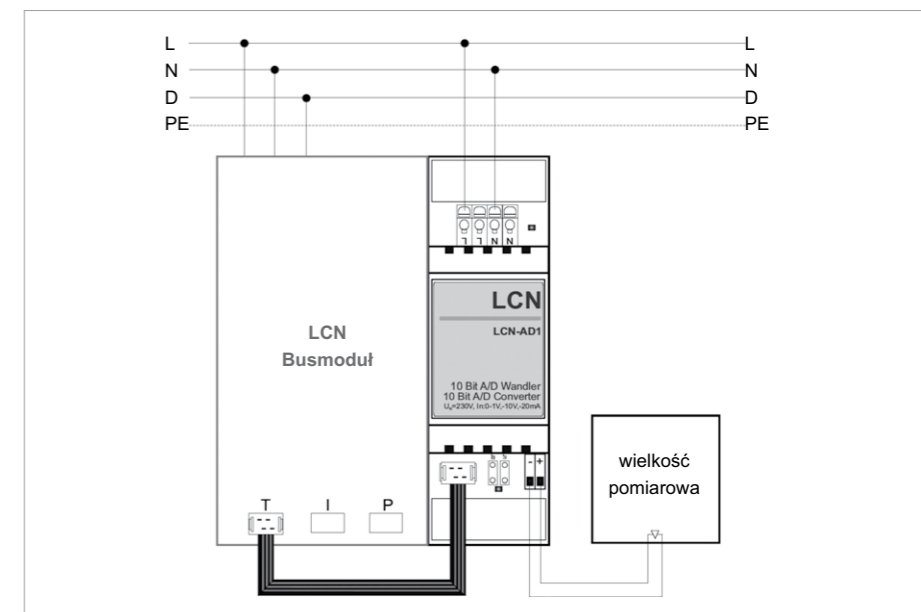
Integrując sterowniki PLC z systemem KNX możemy zwiększyć funkcjonalność całej instalacji. Większość urządzeń KNX oferuje tylko pewne wbudowane sposoby sterowania i funkcje logiczne w ograniczonym zakresie. Sterowniki swobodnie programowalne pozwalają na stworzenie skomplikowanych programów sterowania, zależnych od wielu kryteriów normalnie nie uwzględnianych w typowych instalacjach inteligentnych [5].

I Podsumowanie

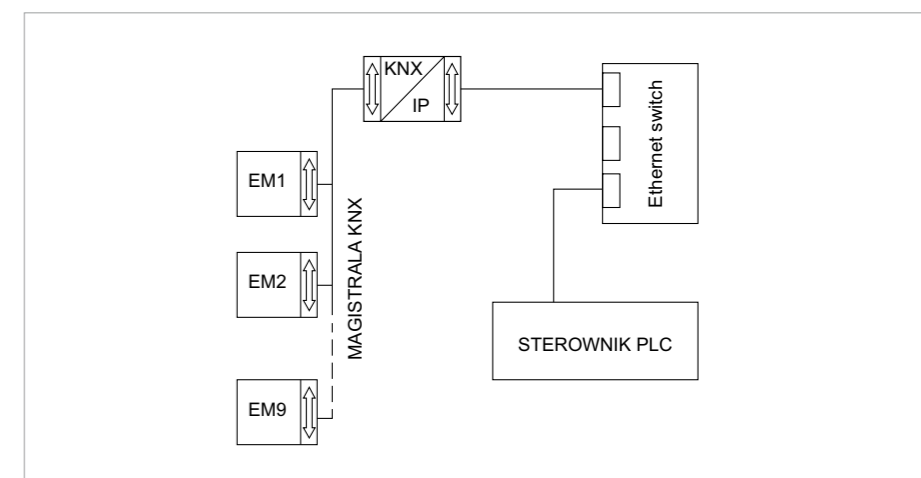
Systemy automatyki budynkowej nie mogą funkcjonować bez udziału klasycznej instalacji elektrycznej. W instalacji tej mogą być wykorzystywane urządzenia przeznaczone do obsługi różnorodnych elementów budynku, które nie pozwalają na bezpośrednią współpracę z danym systemem. Współpraca ta mogłaby jednak poprawić komfort użytkownika budynku, nawet tylko przy jednokierunkowej komunikacji takich urządzeń z systemem. Komunikacja ta może być zapewniona w miarę prosty sposób poprzez zastosowanie kontaktronów bądź przekaźników po stronie urządzenia oraz wejść binarnych, zarówno potencjałowych, jak i bezpotencjałowych, po stronie systemu.

ABSTRACT

Integration of classical system equipment with LCN and KNX building automation systems
Building automation systems (BAS) don't always allow control of every technical element in electrical installations. Available devices that are not part of the BAS, can sometimes offer better functionality than the selected automation system elements. Consequently, this leads to the need to integrate elements which are not components of the building automation system precisely with the system in use. The paper presents selected aspects of „classical „device integration with BAS systems including LCN and KNX elements for example.



Rys. 8. Przetwornik analogowo-cyfrowy LCN-AD1 [1]



Rys. 9. Schemat integracji sterownika PLC z systemem KNX za pośrednictwem sieci IP, gdzie: EM – element magistralny, KNX/IP – bramka systemowa [5]

Wprowadzając dodatkowe rodzaje sygnałów, zwiększy się możliwości sterowania odbiornikami oraz stan posiadanych informacji o obiekcie. Dzięki wykorzystaniu sterowników PLC możliwe jest, choć w ograniczonym zakresie, wykorzystanie sygnałów analogowych w systemach automatyki. Rozwiązanie to nie jest optymalne, może natomiast znaleźć zastosowanie, gdy elementy automatyki nie są przystosowane do bezpośredniego odczytywania sygnałów analogowych. Stosując przetworniki analogowo-cyfrowe współpracujące w danym systemem możliwe jest pełne wykorzystanie analogowego sygnału wyjściowego w celu sterowania instalacjami. Dzięki dostępnym rozwiązaniom możliwa jest jego współpraca między innymi z systemem alarmowym, ochrony przeciwpożarowej czy sterownikami swobodnie programowanymi. Wykorzystanie sieci komputerowej jako medium transmisyjnego

sieci szkieletowej w budynku pozwala na proste łączenie różnych systemów.

I Literatura

1. LCN, Katalog produktów, 2016.
2. Hager, Osprzęt elektroinstalacyjny + Automatyka budynkowa, katalog, 2013.
3. W. Kastner, G. Neugschwandtner, S. Soucek, H.M. Newman, Communication Systems for Building Automation and Control, Proceedings of the IEEE, vol. 93, no. 6, czerwiec 2005, s. 1178–1203.
4. KNX Association, KNX Advanced Course Documentation, 2009.
5. A. Książkiewicz, Wybrane zagadnienia współpracy pomiędzy systemem KNX a niektórymi instalacjami budynkowymi, XIV Sympozjum, pt. „Sieci i instalacje elektryczne – klasyczne i inteligentne”, w: Wnioskodawca Oddziału Poznańskiego SEP, Poznań 2011 r.

Porównanie mediów transmisyjnych w systemach automatyki budynkowej

Obecnie na rynku jest dostępnych wiele systemów automatyki budynkowej wykorzystujących do swojej wewnętrznej komunikacji różnego rodzaju media transmisyjne. Do niedawna najbardziej popularnym rozwiązaniem były systemy automatyki, w których komunikacja odbywała się poprzez różnego rodzaju okablowanie. Jednak wraz z rozwojem technologii oraz mentalności ludzi na rynku coraz częściej pojawiają się rozwiązania, które jako medium transmisji danych wykorzystują fale radiowe [1].

Standardy oraz protokoły komunikacyjne

Media transmisyjne są nośnikami informacji, jednak bez odpowiedniego protokołu komunikacyjnego nie miałyby żadnego wykorzystania. Te dwa zagadnienia są nieodzowne, ponieważ to protokoły determinują, jakie medium będzie wykorzystane w danym rozwiązaniu. Analogicznie wykorzystane medium stanowi ograniczenia w stosunku do możliwości zastosowanego protokołu i standardu komunikacyjnego.

Wśród systemów wykorzystywanych oraz produkowanych w Polsce najbardziej popularne są trzy rozwiązania: interfejs RS-485 oraz wszystkie jego odmiany, PLC, Z-Wave.

Standard RS-485 powstał w latach 80. i szybko znalazł zastosowanie w aplikacjach przemysłowych, z czasem jednak znalazł wielu zwolenników w typowo komercyjnych zastosowaniach, takich jak np. inteligentne budynki. Standard ten opiera się na sygnale różnicowym działającym w trybie półdupleksowym, gdzie nadawanie i odbieranie danych odbywa się naprzemiennie. RS-485 umożliwia podłączenie do swojej magistrali do 32 modułów nadawczo-odbiorczych. Zasięg magistrali to około 1200 m, natomiast prędkość transmisji to nawet 35 Mbit/s. Architektura tego rozwiązania jest odporna na działanie czynników zewnętrznych, ponieważ wszelkie zakłócenia indukujące się na linii A i B są od siebie

STRESZCZENIE

W artykule omówiono różne typy mediów transmisyjnych stosowanych w systemach automatyki budynkowej. W obiekcie rzeczywistym zbadano zachowanie się całego systemu przy symulacji różnych zakłóceń. Zebrano również opinie wśród instalatorów tego typu systemów dotyczące funkcjonalności stosowanych rozwiązań.

odejmowane, a w rezultacie mamy sygnał pozbawiony zakłóceń. W celu zapewnienia kompatybilności pomiędzy produktami dostarczonymi przez różnych producentów oraz w celu osiągnięcia poprawnej transmisji danych na określonym odcinku przy danej szybkości transferu zostały utworzone normy. Towarzystwo Przemysłu Elektronicznego (EIA – Electronics Industry Association) stworzyło normy dla RS-485, RS-422, RS-232 oraz RS-423, które są związane z przesyłaniem danych. Dobór linii przesyłowej dla RS-485 jest uzależniony od długości przewodu oraz prędkości, z jaką ma przebiegać transmisja danych. W budynkach o powierzchni do 1000 m² standardowo stosuje się skrętkę ekranowaną, aby dodatkowo zabezpieczyć układ przed niekorzystnymi oddziaływaniami z zewnątrz. Zgodnie ze standardem, nadajnik RS-485 powinien mieć wyjście różnicowe o poziomie napięcia minimum 1,5 V, podczas gdy odbiornik powinien odbierać sygnały różnicowe o wartości przynajmniej 200 mV. Wartości te pozwalają zrealizować niezawodną transmisję nawet w przypadku znacznych strat sygnału w poszczególnych elementach toru transmisyjnego.

Standard PLC (Power Line Connection) jest jednym z najmniej popularnych standardów. Wynika to z faktu cen systemów opartych na komunikacji po liniach zasilających. Wśród polskich producentów systemów automatyki domowej to rozwiązanie jest całkowicie niepraktykowane ze względu na konieczność zastosowania odpowiednich filtrów na wejściach sygnałowych urządzeń. Sam standard i medium, które wykorzystuje, także jest podatne na wszelkie zakłócenia, w rezultacie przy źle zaprojektowanym systemie może spowodować, że budynek zacznie żyć własnym życiem.

Standard Z-Wave został opracowany przez duńską firmę Zen-Syn pod koniec lat 90. i szyb-

ko zdobył bardzo dużą popularność w USA. Pierwsze chipy Zen-Syn zostały wprowadzone na rynek w 2003 roku. Ich bazą był wówczas mikrokontroler Atmel. Niedługo potem zawiązało się stowarzyszenie Z-Wave Alliance, które zrzeszało producentów różnych urządzeń, w których wykorzystano chipy Z-Wave.

Komunikacja w Z-Wave jest podzielona na warstwy, jest to niezbędne do zapewnienia uniwersalności rozwiązania. Każda z warstw pełni odrębną funkcję:

- » warstwa radiowa – określa sposób, w jaki komunikują się urządzenia, czyli nadajniki i odbiorniki, obejmuje zagadnienia takie jak częstotliwość, kodowanie, dostęp do sprzętu itd.,
- » warstwa sieciowa – określa, jak dane kontrolne są wymieniane pomiędzy dwoma urządzeniami, obejmuje ona kwestie takie jak adresowanie, organizację sieci, routingu itp.,
- » warstwa aplikacji – określa, które komunikaty powinny być wykorzystane do specyficznych zastosowań, takich jak przełączanie światła lub podwyższenie temperatury urządzenia grzewczego.

Charakterystyka badanych systemów

System Nexo jest systemem przewodowym, który może pracować w topologii gwiazdy lub typowo magistralnej. Sercem systemu jest płyta główna, która zawiąduje wszystkimi funkcjami logicznymi odbywającymi się w obrębie systemu. Płyta główna Nexo ma ograniczenia hardware'owe wynikające z jej gabarytów, dlatego też większość funkcji jest możliwa do podłączenia poprzez karty rozszerzeń. Karty rozszerzeń połączone są z płytą główną za pomocą taśmy przewodowej, nazywanej magistralą wewnętrzną. Odległość montażu pomiędzy kartami rozszerzeń a płytą główną jest znacznie

ograniczona ze względu na zastosowane medium i wynosi zaledwie 0,5–1,5 m. Istnieje możliwość zwiększenia tej odległości stosując konwertery oraz światłowody, jednak wiąże się to ze znacznym wzrostem kosztów całej inwestycji.

Wśród różnych kart rozszerzeń dostępnych w ofercie firmy Nexwell jedna karta jest najbardziej znacząca w kwestii możliwości rozbudowy systemu, mianowicie Karta Magistrali TUKAN. Odpowiedzialna jest ona za galwaniczną separację magistrali przewodowej z płytą główną systemu. Jako medium transmisyjne, wykorzystywany jest przewód symetryczny lub zwykły przewód YtDY 6x0,5 mm². Magistrala TUKAN jest oparta na standardzie RS-485, ma więc jego ograniczenia, mianowicie może obsłużyć do 32 urządzeń. Długość magistrali nie powinna przekraczać 100 m, ze względu na straty w transmisji. Przewód wykorzystywany może być przewodem ekranowanym FTP lub STP, jednak gdy długość magistrali jest niewielka, dopuszcza się możliwość wykorzystania przewodu nieekranowanego UTP. Płyta główna Nexo X2 daje możliwość podłączenia do 4 kart Magistrali TUKAN.

System Fibaro jest systemem bardzo młodym, został wprowadzony na rynek w 2011 r., ale bardzo szybko zdobył ogromne zainteresowanie wśród instalatorów. Technologia Z-Wave, na której opiera się system, jest rozwojowym protokołem i standardem dostępnym obecnie na rynku. Wszystkie urządzenia w technologii Z-Wave wykorzystują technologię sieci kratowych, tzw. „MESH”, gdzie każde urządzenie jest w stanie wysyłać i odbierać komendy sterujące. Tak jak systemy prezentowane we wcześniejszych rozdziałach, system Fibaro opiera swoją komunikację o półduplex. Jednostką zarządzającą jest centrala systemu HC – Home Center. Działa ona jako master. Pozostałe urządzenia ustawione są jako slave, oczekują na polecenia od jednostki centralnej lub od innego modułu a po wykonaniu zadania raportują jednostkę centralną o jego wykonaniu.

System Local Control Network wykorzystuje jedną dodatkową żyłę z instalacji elektrycznej o przekroju 1,5 mm²–2,5 mm², poprzez żyłę danych i żyłę neutralną następuje transmisja danych pomiędzy modułami systemu. Dzięki temu zastosowaniu koszty okablowania inwestycji są niewiele większe od standardowej instalacji elektrycznej. Ma to też dodatkowy atut w postaci udogodnienia w rozplanowaniu umieszczenia modułów, gdyż magistrala bazuje na konwencjonalnej instalacji elektrycznej. System LCN umożliwia przygotowanie instalacji w różnych typach topologii jej magistrali. Topologia sieci LCN może

być realizowana w formie gwiazdy, drzewa lub w formie magistralnej. Najważniejszą zasadą jest zakaz zapętlenia magistrali w formie pierścienia, gdyż może to doprowadzić nawet do uszkodzenia modułów podłączonych do takiej magistrali. Żyła danych nie jest prowadzona jako osobny przewód, więc nie można jej zakwalifikować do magistrali zewnętrznej. To rozwiązanie ma te same wady, jak i te same zalety co standard PLC. Zatem można je zakwalifikować do tej samej kategorii mediów oraz standardów komunikacyjnych.

Analiza skuteczności mediów transmisyjnych

W ramach badań przeprowadzonych przy realizacji pracy dyplomowej omówiono różne rodzaje mediów transmisyjnych stosowanych w systemach automatyki budynkowej. Przeprowadzono wśród instalatorów tego typu systemów nieformalną ankietę dotyczącą najczęściej mediów transmisyjnych, awaryjności rozwiązań, stabilności, odporności na zakłócenia oraz mobilności i uniwersalności. W budynku mieszkalnym o powierzchni użytkowej około 150 m² zainstalowano dwa systemy automatyki budynkowej:

- » system przewodowy NEXO,
 - » system bezprzewodowy FIBARO.
- Każdy z systemów zapewniał obsługę funkcji:
- » sterowanie ogrzewaniem,
 - » sterowanie bramą garażową,
 - » sterowanie bramą wjazdową,
 - » sterowanie oświetleniem wewnętrznym,
 - » sterowanie oświetleniem ogrodu,
 - » sterowanie podlewaniem ogrodu,
 - » zdalne zarządzanie przez Internet,
 - » monitoring CCTV,
 - » wizualizacja pracy systemu na panelu dotykowym,
 - » sterowanie systemem za pomocą wiadomości SMS.

Sprawdzono odporność systemów na generowane zakłócenia oraz pojawienie się ewentualnych przeszkód. Ponadto w warunkach laboratoryjnych przebadano również system Local Control Network [2].

Niska awaryjność

Niska awaryjność jest cechą, którą chwali się praktycznie każdy producent niezależnie od standardu, z jakiego korzysta. W praktyce sprawdzenie tej cechy jest niemalże niemożliwe, ponieważ wymagałoby to uzyskania od producenta informacji na temat procentowej liczby zwrotów gwarancyjnych. Taka informacja jest zazwyczaj objęta tajemnicą firmy i nie jest udostępniana do zewnętrznej informacji.

Zdaniem instalatorów najbardziej awaryjne są rozwiązania bazujące na komunikacji bezprzewodowej, na drugim miejscu znalazły się systemy, których komunikacja odbywa się za pośrednictwem zewnętrznej magistrali przewodowej o architekturze zbliżonej do RS-485. Instalatorzy stwierdzili, że najmniej awaryjne są systemy wykorzystujące standard PLC.

Ciężko jest jednoznacznie potwierdzić lub zaprzeczyć hipotezie postawionej przez instalatorów w temacie awaryjności. Dlatego ten aspekt można rozważyć pod kątem ewentualnych skutków awarii na przykładzie wcześniej wytypowanych systemów, jako reprezentantów danego standardu.

W przypadku awarii w systemie Nexo w najgorszym wypadku mamy unieszkodliwioną automatykę, czyli wszystkie powiązania logiczne. Taki przypadek może wystąpić, gdy awarii ulegnie magistrala zewnętrzna lub płyta główna systemu. Plusem w tym rozwiązaniu jest fakt, iż wszystkie moduły, które sterowane są z różnego rodzaju łączników i przycisków, dalej będą pełnić swoje podstawowe funkcje.

W przypadku awarii w systemie Fibaro, analogicznie jak w systemie Nexo, w najgorszym wypadku, gdy uszkodzeniu ulegnie serce systemu, czyli HC2, system nie wykona wszystkich funkcji logicznych. Awaria poszczególnego modułu, niezależnie od jej przyczyny, nie wpływa na działanie pozostałych komponentów. HC2 wykonuje N retransmisji podczas komunikacji testowej do uszkodzonego modułu, gdy ten nie odpowie, sieć MESH zostaje przebudowana i zmienia się droga routingu poszczególnych punktów.

W przypadku awarii w systemie LCN, system dalej wykonuje zaplanowane funkcje logiczne, ponieważ architektura pozbawiona jest punktu centralnego. W przypadku zwarcia magistrali może to spowodować paraliż podłączonych do niej modułów.

Reasumując, teza wystosowana poprzez analizę odpowiedzi instalatorów może zostać potwierdzona. Jednak dokładne informacje na temat awaryjności nie są zależne od wytypowanego rozwiązania. Główny wpływ na awaryjność ma jakość wykonania danego rozwiązania, nie natomiast jego architektura.

Stabilność

Stabilność rozwiązania jest jedną z najważniejszych cech, która jest brana pod uwagę przy wyborze danego systemu. W przypadku domu jednorodzinnego skutki braku stabilności oprócz zmęczenia psychicznego lokato-

rów nie niosą ze sobą większych konsekwencji. Jednak w przypadku większych rozwiązań, gdzie system odpowiada za życie jego użytkowników, skutki niestabilności systemu mogą nieść ze sobą bardzo poważne konsekwencje.

Zdaniem instalatorów do najbardziej stabilnych rozwiązań należą te bazujące na standardzie przewodowym z interfejsem RS-485 i podobne. Najmniej stabilne są rozwiązania bezprzewodowe.

Sprawdzenie tej tezy polegało na eksploatacji systemów Fibaro i Nexo w istniejącym budynku. System LCN jako reprezentant standardu PLC został sprawdzony w mniejszej skali na stanowisku laboratoryjnym. Podczas pierwszego etapu prac w domu modelowym kilkakrotnie było odłączane zasilanie budynku. System Nexo przechodził wówczas na zasilanie akumulatorowe. Operację tę powtarzano kilkadziesiąt razy, system zachowywał się za każdym razem prawidłowo. Kilkakrotnie moduły były odpinane od karty magistrali Tukan, a także od samej magistrali. To także nie powodowało zachwiania stabilności systemu.

Drugi etap prac w domu modelowym polegał na montażu bezprzewodowego systemu Fibaro. Pomimo obaw opisanych we wcześniejszych rozdziałach odnośnie do ekranowania sygnału przez metalowe przesłony, system zachowywał się poprawnie i nie odnotowano żadnych przejawów niestabilności. Po dwóch tygodniach od czasu zamontowania i oprogramowania systemu, jego użytkownicy nie zgłosili żadnych uwag w stosunku do niestabilnej pracy systemu.

Jako trzeci został sprawdzony system LCN na stanowisku laboratoryjnym. W trakcie testowania stanowiska laboratoryjnego podczas pisania pracy inżynierskiej System Local Control Network w budynku jednorodzinny ze zdalnym sterowaniem i wizualizacją, a także podczas jego budowy, system LCN był narażony na wiele pomyłek, których skutkiem mogło być zachwianie stabilności systemu. Jednak pomimo wielu przeprogramowań, modyfikacji, przełączeń itp. działań, system za każdym razem nie przejawiał oznak niestabilnej pracy.

Wobec powyższych odpowiedzi jednoznaczna na temat, które rozwiązanie jest bardziej lub mniej stabilne, nie może zostać rozstrzygnięta na bazie przeprowadzonych doświadczeń. Informacje zebrane wśród instalatorów na chwilę obecną stanowią jedyną miarodajną informację na temat stabilności danego rozwiązania.

I Odporność na zakłócenia

W trakcie komunikacji media transmisyjne narażone są na oddziaływanie różnych czynników

wewnętrznych. W rezultacie może to powodować opóźnienia w działaniu lub całkowity paraliż systemu. Odporność na zakłócenia jest bardzo ważną cechą, która ma wpływ na stabilność systemu.

Według firm instalatorskich najmniejszym zaufaniem pod kątem odporności na zakłócenia cieszą się systemy bezprzewodowe oraz systemy opierające swoją komunikację na standardzie Power Line Connection. Zakłócenia mogą mieć różny charakter, a każde rozwiązanie może różnie radzić sobie z poszczególnym typem zakłóceń. Dla PLC zakłócenia radiowe nie będą miały tak wielkiego wpływu jak dla systemów bezprzewodowych. Dlatego test odporności na zakłócenia został przygotowany pod kątem najbardziej prawdopodobnych dla danego rozwiązania.

Test systemu bezprzewodowego pod kątem zakłóceń polegał na ingerencji innego sygnału o dużej mocy. W pomieszczeniach domu modelowego rozstawiono kilka radiotelefonów wypożyczonych z budowy. Nadajniki radiotelefonów mają dużą moc, która mogła uniemożliwić działanie systemu Fibaro.

Przez kilkanaście minut naprzemiennie wzbudzano radiotelefony, nie powodowało to żadnych anomalii w działaniu systemu. Później zmierzono czas zadziałania modułu niezakłócanego, czas ten wyniósł w przybliżeniu $t=0,3$ ms. Po wprowadzeniu zakłóceń czas nieznacznie się wydłużył, w najgorszym wypadku wyniósł $t=0,8$ ms. Drugi test polegał na przysłonięciu odbiornika przez metalową obudowę. Z poprzednich doświadczeń wynikało, że blacha o grubości 2 mm skraca zasięg do kilku metrów, jednak puszka wykonana z kilku mm blachy mogła całkowicie zredukować zasięg modułu.

Podczas kolejnego testowego odpytywania modułów, moduł zasłonięty metalową obudową nie został wykryty przez centralę. Po kilkunastu retransmisjach został uznany jako martwy węzeł. Zakrywanie modułów ciężko zakwalifikować do zakłóceń, które mogą wystąpić w trakcie normalnej eksploatacji, dlatego problemy spowodowane przez wszelkiego rodzaju przegrody i zasłony są wykrywane już na poziomie montażu systemu i nie mają wpływu na jego dalsze działanie.

Test systemu Nexo polegał na oddziaływaniu różnego rodzaju urządzeń, takich jak silniki elektryczne, transformatory. Urządzenia te są nieodzowne na placach budów a ich obecność nie wprowadzała żadnych zauważalnych uchybień w działaniu systemu. Drugi test polegał na bezpośrednim oddziaływaniu na medium transmisyjne zakłóceniem wynikającym z obecności transformatora w jego bezpośrednim pobliżu.

Za pomocą podłączonych opraw ze źródłem żarowym do uzwojeń wtórnych transformatora, obciążono go do 50% wartości znamionowej, tak aby charakter obciążenia był rezystancyjny. Jako medium komunikacyjne zastosowano trzy rodzaje przewodu:

- » skrętka ekranowana FTP,
- » skrętka nieekranowana UTP,
- » przewód YtDY.

Wyniki testów dla poszczególnych przewodów były zgodne z założeniami, mianowicie zarówno dla skrętki ekranowanej, jak i nieekranowanej obecność transformatora nie powodowała żadnych zakłóceń. Zgodnie z deklaracją producenta systemu Nexo, zakłócenia symetrycznie indukowały się zarówno na linii A, jak i B, wypadkowy sygnał zakłóceńowy wyniósł 0, dlatego nie miało to znaczenia dla poprawnego działania systemu. Jednak dla przewodu YtDY, obecność transformatora miała znaczenie. Moduł podłączony za pomocą tego przewodu co kilka chwil gubił komunikację, a opóźnienia w jego działaniu miejscami przekraczały czas 1 s.

I Mobilność i uniwersalność

Mobilność oraz uniwersalność są to cechy, które nie są najważniejszymi przy wyborze systemu. Jednak mogą mieć istotne znaczenie w jego dalszym rozwoju. Zdaniem instalatorów mobilność to główna cecha systemów bezprzewodowych. Najmniej mobilne natomiast są rozwiązania bazujące na zewnętrznych magistralach komunikacyjnych. Użytkownicy często w pierwszym etapie prac nie wiedzą do końca, jakie funkcje ma spełniać ich system. Dlatego w trakcie montażu, a nawet eksploatacji, konieczne są zmiany i modyfikacje rozwiązania systemu. W tym wypadku systemy bezprzewodowe nie mają sobie równych, ponieważ w większości przypadków ich działanie nie jest w żaden sposób uzależnione od normalnej instalacji elektrycznej. W przypadku systemu Fibaro, moduły wykonawcze mogą być zamontowane niemalże wszędzie tam, gdzie mogą być zasilone. Systemy, które swoją komunikację opierają na rozwiązaniach przewodowych, nie są na tyle elastyczne. Jeżeli na etapie projektowania nie zaplanuje się ewentualnych modyfikacji, ich późniejsze wcielenie w życie jest niemożliwe lub wiąże się z bardzo dużym nakładem finansowym. Podobnie do systemów bezprzewodowych, dużą mobilność mają moduły, które komunikację opierają na standardzie PLC. Jednak dotyczy się to głównie aktorów, sensory często montowane są w miejscach, gdzie bezpośredni dostęp do zasilania jest ograniczony. W syste-

mach bezprzewodowych sensory często mają zasilanie bateryjne, dlatego ich mobilność jest niemalże nieograniczona w obrębie systemu.

Uniwersalność niesie ze sobą informację o ewentualnych możliwościach poszerzenia działania systemu o komponenty zewnętrznych firm. W tym wypadku jest to uzależnione od wykorzystanego standardu. Dla testowanych systemów najbardziej uniwersalnym jest zdecydowanie system Fibaro. Ponieważ w przeciwieństwie do swoich konkurentów wykorzystuje protokół otwarty. System LCN daje możliwość dołączenia adapterów do systemu KNX, jednak to znacznie zwiększa koszty całej inwestycji.

I Wnioski

Na bazie przeprowadzonych doświadczeń nie można jednoznacznie wytypować rozwiązania idealnego czy też najlepszego w stosunku do pozostałych. Każdy z omawianych standardów ma szereg zalet i wad, każdy z nich ma inne zastosowanie. Dużym zaufaniem cieszą się systemy, których architektura opiera się na zewnętrznych magistralach, np. Nexo. Jednak każde rozwiązanie oparte na „stacycznym” medium transmisyjnym wymaga od inwestora dużego nakładu finansowego na samym początku inwestycji lub koniec-

ności kosztownej modernizacji architektury kablowej w przypadku zmian w systemie. Systemy automatyki domowej, które komunikują się poprzez przewody instalacji elektrycznej, jak np. system LCN, w teorii narażone są na różnego rodzaju zakłócenia. W praktyce jednak na bazie zamontowanych systemów nie udało się potwierdzić tej hipotezy. System LCN pracował zawsze stabilnie, nie powodując żadnych utrudnień w jego eksploatacji. Systemy bezprzewodowe w stosunku do pozostałych rozwiązań w opinii instalatorów są najbardziej narażone na zakłócenia. Tej hipotezy także nie potwierdziły przeprowadzone doświadczenia, zwłaszcza przy instalacjach w obiektach do 200 m². Niestety, podczas pisania artykułu nie było możliwości przeprowadzenia doświadczeń w obiekcie większym niż 250 m². Istnieje prawdopodobieństwo, że na inwestycjach o większej powierzchni, liczba różnorodnych barier, przegród itp. destabilizowałaby pracę systemu. Systemy bezprzewodowe mają bardzo dużą zaletę w postaci mobilnych modułów, dzięki czemu wszelkie zmiany w systemie są bezinwazyjne. Ta cecha jest bardzo ceniona u klientów, którzy coraz częściej sięgają właśnie po takie rozwiązania, wymuszając tym samym na producentach systemu ciągły rozwój ich technologii.

Systemy automatyki budowane na bazie komunikacji bezprzewodowej idealnie sprawdzają się w niewielkich obiektach, np. domkach jednorodzinnych. W przypadku gdy system ma zarządzać większym obiektem, pewniejszym rozwiązaniem wydaje się system przewodowy oparty na zewnętrznej magistrali.

I Literatura

1. Budynek inteligentny. Tom 1. Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego, pod red. Elżbiety Niezabitowskiej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2005.
2. D. Rodacki, Analiza porównawcza funkcjonalności mediów transmisyjnych w systemach automatyki budynkowej, praca dyplomowa magisterska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Szczecin 2013.

ABSTRACT

Comparison of transmission media in building management systems

The paper discusses the different types of transmission media used in building automation systems. The real object examined the behavior of the entire system when simulate different disturbances. Also collected opinions among installers of these systems on the functionality of solutions.

REKLAMA

elektro info Profesjonalne szkolenia dla elektryków online!

Ewakuacja ludzi z płonącego budynku i jej wspomaganie. Oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne

Dostępne od ręki o każdej porze i bez względu na to, gdzie jesteś!

www.kursy.elektro.info.pl

Automatyka budynkowa – jak żyć wygodniej, lepiej i oszczędniej

Inteligentny dom często mylony jest z budynkiem pasywnym. Należy jednak pamiętać, że nie można tych dwóch pojęć stosować zamiennie. Samo zastosowanie smart home i innych komponentów automatyki nie czyni z tradycyjnego domu budynku pasywnego. Niewątpliwie jednak należy pamiętać, że elementy automatyki budynkowej są składową pasywnych budowli i nawet zwykłe mieszkanie potrafią uczynić bardziej oszczędnym i ekologicznym.

Dobre lepszego początku

Powszechnie i dobrze znane nam elementy automatyki budynkowej stosowane zarówno w mieszkaniach, domach, ale i biurach, hotelach czy innych budynkach użyteczności publicznej to rozwiązania wygodne i oszczędne. Już od dawna stosowane były różne urządzenia, mające na celu ułatwienie użytkownika budynków. Czujniki ruchu oraz włączniki czasowe jeszcze w latach osiemdziesiątych postrzegane były jako nowinka techniczna. Nowo oddawane bloki z wielkiej płyty często były wyposażone w mechaniczną wentylację, która pracowała w zadanych godzinach, światło na klatce schodowej włączane tylko po zmroku, domofony i drzwi z elektrozaczepem – to jedne z prostszych rozwiązań, ale już w przeszłości wymagające uwagi serwisantów – elektryków. Stopniowo mieszkańcy dostrzegali dobrodziejstwa

automatyki budynkowej i przenieśli te rozwiązania do mieszkań czy nowo budowanych domów na przedmieściach. Ponadto, rozwój infrastruktury biurowej i hotelowej wymusił na dostawcach rozwiązań automatyki rozwój technologii w kierunku bardziej wydajnych i bardziej przyjaznych rozwiązań. Priorytetem producentów takich jak FINDER stało się stworzenie urządzeń praktycznych i niezawodnych, a jednocześnie oszczędzających energię. Automatyka budynkowa była kolejnym naturalnym kierunkiem rozwoju firmy FINDER. Czerpiąc z wieloletnich doświadczeń w przemyśle włoscy inżynierowie z Almese, przenieśli rozwiązania niezawodne i wytrzymałe do zastosowań przygotowanych, do stosowania w bardziej przyjaznych warunkach budynkowych.

Oświetlenie – mniejsze koszty za zużycie, czyli bardziej eko

Ciągi komunikacyjne w hotelach, biurach czy na klatkach schodowych nie wymagają stale włączonego światła. W momencie, gdy nikt nie przebywa w takiej przestrzeni utrzymanie przy pracy wielu opraw świetlnych jest niepotrzebnym marnotrawstwem. Dlatego już od dawna stosowane są w tych miejscach czujki ruchu bądź bardziej dokładne czujniki ruchu i obecności. Te ostatnie najczęściej działają w oparciu o technologię podczerwieni i nie tylko wykrywają zmiany w przestrzeni zaświe-

cając światło, ale też podtrzymują jego działanie do momentu, aż osoba opuści miejsce objęte działaniem takiego czujnika. Szczególną uwagę, do takich przestrzeni, jak długie korytarze, warto zwrócić na czujnik ruchu Typ 18.41 Finder. To rozwiązanie dedykowane jest właśnie do długich wąskich pomieszczeń, a swoim działaniem może objąć nawet 30x4 metry. Stosowanie tego urządzenia to nie tylko mniejsza ilość energii zużytej, ale też mniej punktów wyposażonych w czujnik, tym samym mniejszy koszt instalacji. Natomiast w kontekście budynków jednorodzinnych czujniki ruchu doskonale sprawdzą się w takich pomieszczeniach, jak garaże czy garderoby, gdzie zamontowane na suficie komponenty typ 18.51 zagwarantują, że światło samo zgaśnie, gdy opuścimy pomieszczenie.

Automatyka to również mniejsze koszty podczas instalacji niektórych układów. Zastosowanie przekaźnika impulsowego typ 26.01 pozwala na oszczędność nawet do 40% przewodów w instalacji korytarzowej z wieloma włącznikami. Układ tego typu jest również łatwiejszy do przeróbek i rozwoju.

Wszystko działa jak w zegarku

Automatyka budynkowa, jak sama nazwa sugeruje to automatyzacja niektórych procesów w obrębie danej nieruchomości. Jak najłatwiej jest zaprogramować włączanie lub wyłączenie oświetlenia fasady, parkingu, ścieżek, pompy

ogrodowej? Większość tych urządzeń stosowana jest cyklicznie (codziennie lub w innych regularnych interwałach), ich działanie uzależnione jest od zmierzchu lub świtu. W takiej sytuacji idealnym rozwiązaniem są zegary astronomiczne. Pozwalają one na łatwe zaprogramowanie działania poszczególnych urządzeń, biorąc pod uwagę położenie geograficzne. Wystarczy w aplikacji Finder Toolbox NFC przygotować odpowiedni schemat i w prosty sposób wgrać go do zegara np. TYP 12.A4 za pomocą smartfona do licznika dzięki zastosowanej technologii NFC.

Automatyka dla „Kowalskiego”

Niewątpliwie wprowadzenie elementów automatyki budynkowej do wnętrza ułatwia życie, ale czy nie jest to zbyt skomplikowane? Rozwiązania smart home, które proponuje Finder charakteryzuje prostota – zarówno w kwestii instalacji, jak i użytkowania. Zmiana zwykłej instalacji w instalację smart nie wymaga wielkich remontów. Jak to możliwe? Recepta jest prosta. Wystarczy do puszek instalacyjnych wmontować



Liczniki energii Serii 7M

aktuator systemu YESLY. Ten bardzo przyjazny użytkownikowi smart home przeprowadzi elektryka przez instalację poszczególnych elementów, a następnie da wiele radości użytkownikowi z zarządzania urządzeniami w domu za pomocą aplikacji FINDER YOU.

Aplikacja pozwala również zarządzać inteligentnym termostatem od Finder – Bliss2, który w bardzo efektywny sposób pozwala zarządzać



Zegary astronomiczne np. 12.A4 umożliwiają automatyzację takich czynności, jak włączanie i wyłączenie, a także modyfikowanie natężenia oświetlenia w zależności od wschodu i zachodu słońca

temperaturą w domu. Najlepszym przykładem niech będzie funkcja Autoaway, pozwalająca określić, kiedy ogrzewanie ma zostać włączone – zależnie od położenia geograficznego użytkownika z włączoną geolokalizacją.

Opomiarowanie, czyli zwińczenie sukcesu

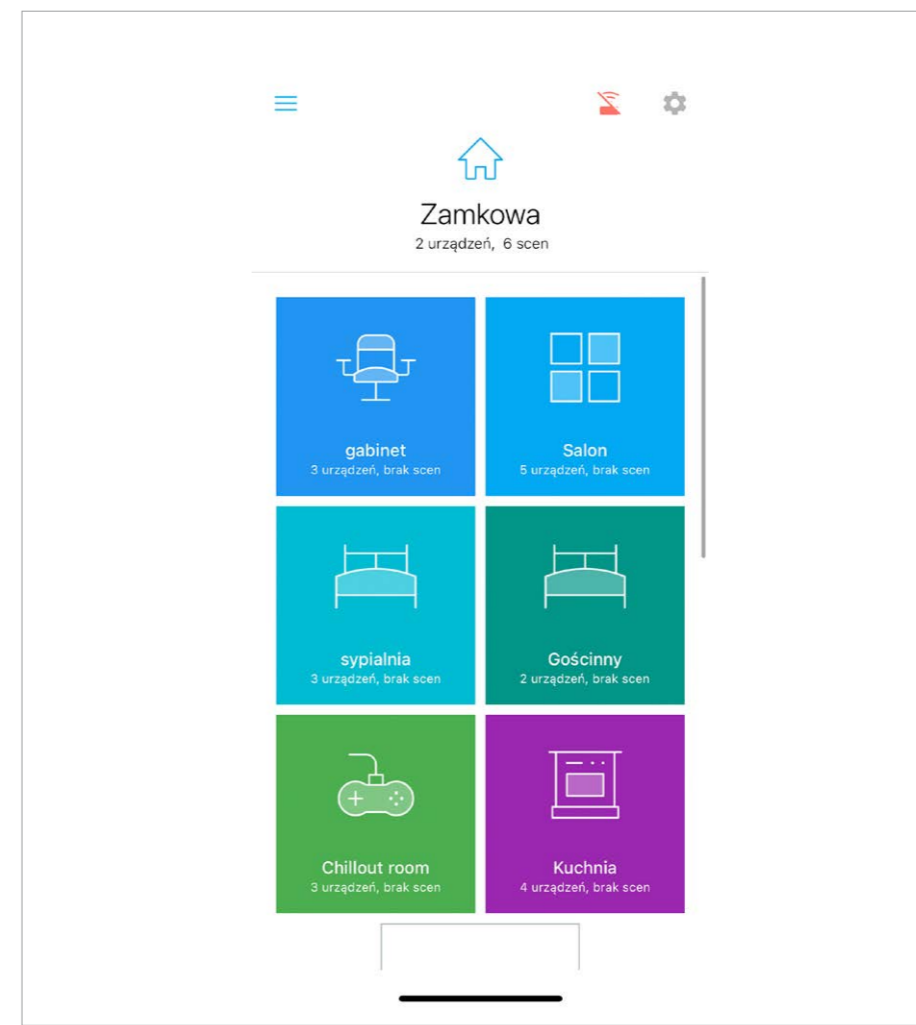
Oszczędność energii jest coraz częściej wymuszana przez rosnące ceny prądu. Sytuacja na rynku paliw kopalnych jest coraz trudniejsza, dlatego ceny paliw będą rosły. Swoistym game changerem na rynku jest rozwój technologii OZE. Jednak prosumenci też nie mogą sobie pozwolić na zużywanie nadmiernej ilości energii elektrycznej, zwłaszcza, jeśli mają ją spożytkować w celach przemysłowych. Elektrownie słoneczne na dachach firm to swoista ucieczka nie tylko od kosztów zakupu energii, ale też opłaty mocowej. Jednak, aby w pełni skorzystać z dobrodziejstw PV, warto zainwestować w dobre opomiarowanie zakładu pracy. W tym przedsięwzięciu pomocne będą liczniki energii 7M – te inteligentne sposoby mierzenia, dzięki wielu parametrom nie tylko pomogą zaplanować nad zużyciem energii, ale zasygnalizują niektóre z anomalii sieci lub ułatwią zarządzanie częściami zamiennymi maszyn na podstawie analiz wykresów. Użycie liczników będzie postawieniem kropki nad i w całym układzie automatyki w budynku.



Termostat BLISS2



Czujnik ruchu 18.41 idealny do zastosowania w korytarzach i długich wąskich pomieszczeniach



Sterowanie urządzeniami podłączonymi do systemu YESLY jest możliwe z poziomu aplikacji Finder YOU



FINDER Polska Sp. z o.o.
62-080 Sady, ul. Logistyczna 27
tel. 61 865 94 07
<http://www.findernet.com>

Charakterystyka i perspektywy rozwojowe systemów zabezpieczeń i automatyki budynku

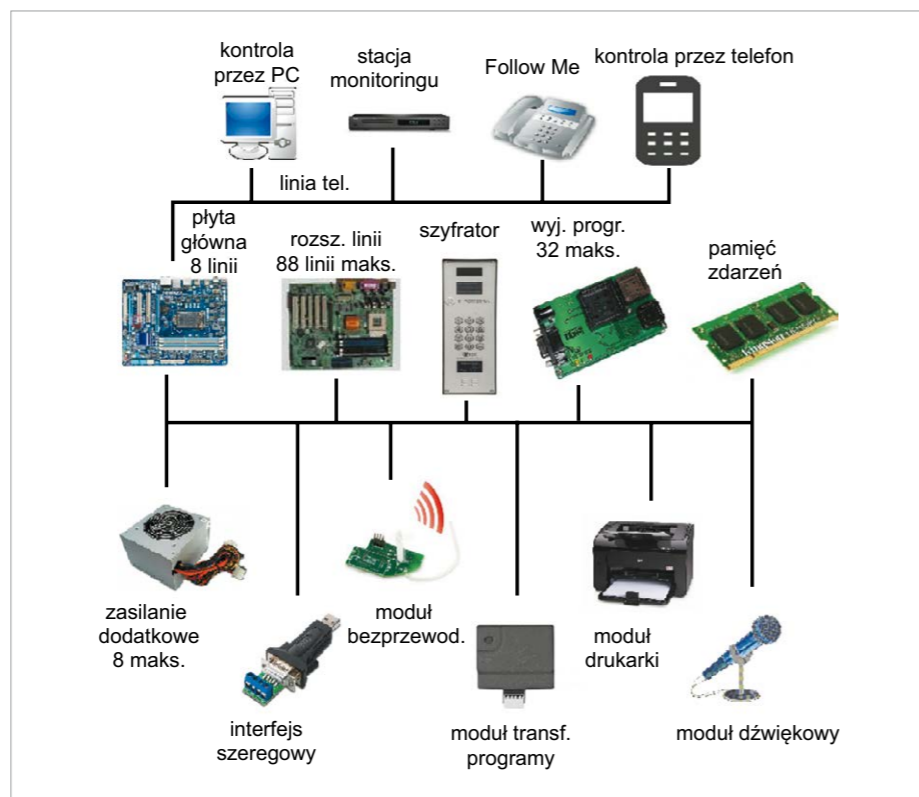
Na rynku dostępnych jest szereg rozwiązań systemów kontroli i sterowania układami zabezpieczeń lub/i urządzeniami oraz oświetleniem w budynku, zwanych systemami „inteligentnego domu” (SMARTech, X10, Smartlabs, IRA). Ceny średniej klasy systemów w przeliczeniu na m² monitorowanej powierzchni wynoszą w granicach od 300 zł/m² do 500 zł/m². W systemach tych niemożliwa jest modyfikacja wbudowanych algorytmów sterujących. Odrębną grupę stanowią systemy antywłamaniowe, które dodatkowo mogą sterować np. oświetleniem, ogrzewaniem i klimatyzacją oraz roletami czy bramą.

Niektóre systemy wymagają poprowadzenia w domu wraz z klasyczną instalacją elektryczną dodatkowego oprzewodowania. Inne opierają się na istniejącej instalacji elektrycznej i transmisji danych w standardzie PLC (Power Line Communication). Proste systemy pozwalające na wyłączenie lub załączenie urządzeń zainstalowanych w budynku mogą być również tworzone z wykorzystaniem bezprzewodowej transmisji Wi-Fi i specjalnych nakładek instalowanych między gniazdkiem a wtyczką urządzenia. Komunikacja bezprzewodowa nie może być stosowana w systemach zabezpieczeń przed włamaniem, napadem i pożarem ze względu na ryzyko celowego lub przypadkowego zakłócenia transmisji. System alarmowy, czyli zespół urządzeń stosowanych w celu zabezpieczenia danego obiektu, obejmuje następujące kategorie:

- » System Sygnalizacyjny Włamania i Napadu (SSWiN),
- » System Telewizji Użytkowej (CCTV – closed circuit television),
- » System kontroli dostępu (ACC – access control),

STRESZCZENIE

W artykule scharakteryzowane zostały systemy zabezpieczeń budynku przed włamaniem, napadem i pożarem. Opisano stosowane rozwiązania i ich dodatkowe funkcje umożliwiające automatyzację i sterowanie pracą przyłączonych urządzeń i oświetlenia. Przedstawiono wykorzystywane w tych systemach podzespoły i czujniki. Omówiono ich możliwe zastosowanie w celu zapewnienia energooszczędności cieplnej i elektrycznej budynku.



Rys. 1. Jednopłytkowy system ochrony przed włamaniem i napadem rys. M. Łukasiński, M. Kaczmarek

- » System Sygnalizacji Pożaru (SSP) [1–4].

System Sygnalizacyjny Włamania i Napadu

SSWiN jest najważniejszym systemem zabezpieczenia obiektu przed skutkami działań przestępczych. Podstawowym elementem tego systemu jest centrala alarmowa (CA), która w zależności od konstrukcji, wyposażenia technicznego, sposobu programowania oraz kom-

patybilności z innymi urządzeniami decyduje o jakości całego systemu. Do zadań CA należy, w ramach realizacji określonego algorytmu, przyjmowanie, przetwarzanie i wysyłanie danych – w celu wykrycia określonego zdarzenia, a następnie zareagowania na nie.

Należy zapewnić ochronę przeciwsabotażową CA i możliwość ciągłego monitorowania stanu jej łączności pomiędzy każdym z urządzeń dołączonych do systemu. Informacje o ak-

tualnym stanie systemu muszą być niezwłocznie przekazywane użytkownikowi. Istnieje wiele rozwiązań takich systemów:

- » systemy oparte na CA jednopłytkowych, które stosowane są do obiektów małych i średnich. Rozwiązanie takie oferuje firma Rokonet w produkcie Orbit PRO (rys. 1.). System przedstawiony na rysunku 1. składa się z płyty głównej, do której podłączony został szereg modułów. Istnieje możliwość rozszerzenia układu o różne moduły: dźwiękowy, drukarki, bezprzewodowy lub transferu programu, przez co wszelkie zdarzenia są przekazywane w wybranych przez użytkownika postaciach, np. drogą bezprzewodową, czy tylko poprzez sygnalizację dźwiękową. Dodatkowo mogą zostać zainstalowane: pamięć zdarzeń, interfejs szeregowy służący do komunikacji z innymi urządzeniami, panel szyfrujący lub wyjście programatora. Kontrola nad obiektami w jednopłytkowych systemach alarmowych odbywać się może natomiast poprzez komputer osobisty, telefon lub/i stację monitoringu.
- » Systemy komputerowe, w których jako CA stosuje się komputery z odpowiednim oprogramowaniem. Rozwiązanie takie oferuje firma NAPCO. Sterownik systemu GEM-P9600 poprzez konwerter jest łączony z dowolnym komputerem przez złącze RS-232.
- » systemy bazujące na sieci, np. Ethernet, gdzie CA stanowi komputer będący serwerem. Rozwiązanie stosowane często w przypadkach, kiedy użytkownikowi zależy na podłączeniu wielu urządzeń do jednego systemu. Rozwiązania te stosuje wiele firm, np. Siemens, Bosch, Magal, Thales, Honeywell.

I System Telewizji Użytkowej

CCTV to system, który pozwala na identyfikację rodzaju zdarzenia i osób na podstawie sygnałów audio i wideo. Do wykonywania tych

czynności niezbędne są zestawy kamerowe i urządzenia nadawcze. Dzięki temu użytkownik ma możliwość wykrycia intruza, zapisania informacji w postaci obrazu i dźwięku oraz odpowiedniego zareagowania na zaistniałą sytuację. Główny element systemu stanowi centrala, która odpowiada za zapis obrazu i dźwięku oraz sterowanie pozycją głowic kamer.

Przykładowymi firmami, które oferują tego typu rozwiązania, są: ASD Systemy Zabezpieczeń, CCTV Camera Pros, Monersi, Swann, jednakże niemalże każdy z usługodawców opiera swoje rozwiązania na urządzeniach producentów takich marek, jak: BCS, Grundig, Computar, Tibet, Abaxo, CNB, Bosch, Samsung.

I System kontroli dostępu

ACC, czyli system, którego idea jest ograniczenie dostępu do chronionych pomieszczeń, poprzez wprowadzenie indywidualnych kluczy, jakimi mogą być karty, piloty czy też kody. Dodatkową korzyścią płynącą z zastosowania takiego systemu jest możliwość monitorowania czasu oraz osób, które uzyskały dostęp do określonej strefy. Rozwiązanie takie składa się głównie z urządzeń, którymi są karta magnetyczna (klucz), czytnik, którego zadaniem jest zebranie informacji od nośnika, zweryfikowanie jej i przesłanie do elementu wykonawczego, np. zamka, oraz często centrali (np. komputera) sterującej całym systemem.

Na rysunku 3. pokazane jest rozwiązanie systemu ACC, w którym zastosowano podwójną kontrolę klucza, przy wejściu i wyjściu z każdego z pomieszczeń. Każde z drzwi blokowane są elektrozamkiem, który zwalniany jest w momencie poprawnej weryfikacji przez jeden z czytników. Cały system sterowany jest oprogramowaniem z komputera PC. Rozwiązania tego typu produkują np. firmy: Roger – system RACS, Control System FMN – system ACC, czy też firma PControl, która jest dystrybutorem urządzeń ZKTeco.

Na rysunku 4. przedstawiono przykładowe rozwiązanie systemu kontroli dostępu, w którym do określonych pomieszczeń uzyskać można dostęp na dwa sposoby. Pierwszy to wprowadzenie na kontrolerach odpowiedniej kombinacji klawiszy, która otwiera drzwi do danego pomieszczenia. Niepoprawna sekwencja przycisków blokuje natomiast dostęp do tych drzwi na określony czas lub do momentu wpisania serwisowego hasła dostępu. Drugi sposób uzyskania dostępu do strefy to zbliżenie magnetycznej karty do czujnika, który znajduje się przy drzwiach. Kontroler, w celu weryfikacji hasła/karty, łączy się z serwerem przez sieć bezprzewodową lub Ethernet.

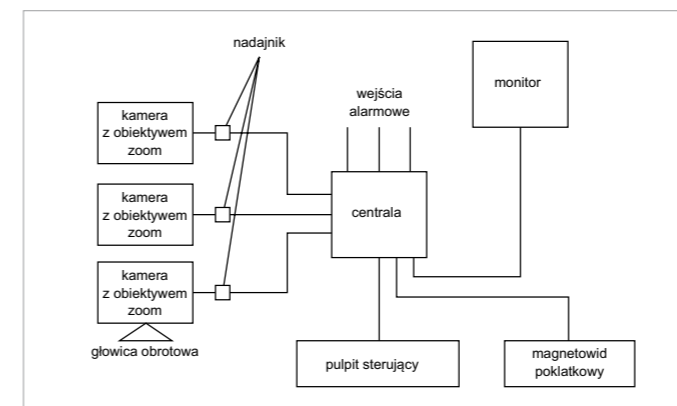
I System Sygnalizacji Pożaru

SSP jest systemem obowiązkowym w przypadku budynków przeznaczenia publicznego, jakimi są np.: muzea, biblioteki, szpitale, centra handlowe itd. Podstawę systemu stanowi centrala alarmowa, która w odróżnieniu od systemów SSWiN cechuje się dużą liczbą wejść, pod które podłączane są czujniki wykrywające pożar (automatyczny ostrzegacz pożarowy – rys. 5.), oraz wyjść, pod które dołącza się urządzenia sygnalizujące niebezpieczeństwo, np. syreny alarmowe. Dodatkowo centrala może sterować pracą elementów wykonawczych, które służą do stłumienia pożaru, czy też jego odizolowania od reszty pomieszczeń w budynku przez zamknięcie drzwi/przegród. Sama centrala na bieżąco analizuje sygnały z czujników i w momencie konkretnego zdarzenia reaguje na nie, realizując zaprogramowany wcześniej algorytm bezpieczeństwa.

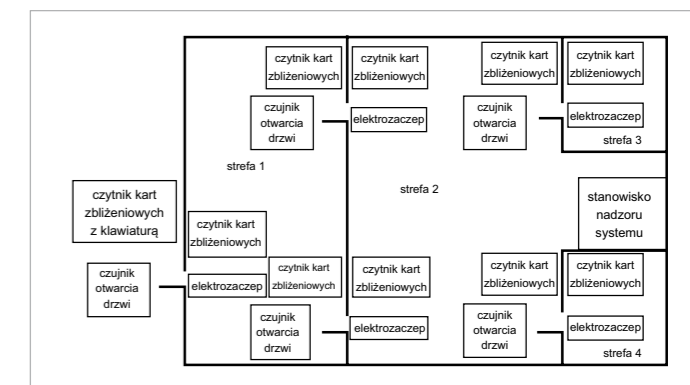
Na rynku funkcjonuje wiele gotowych rozwiązań, które produkowane są przez takie firmy, jak: Bosch, Esser, Polon Alfa, Scharack, D+H.

Podstawowe elementy systemów zabezpieczeniowych

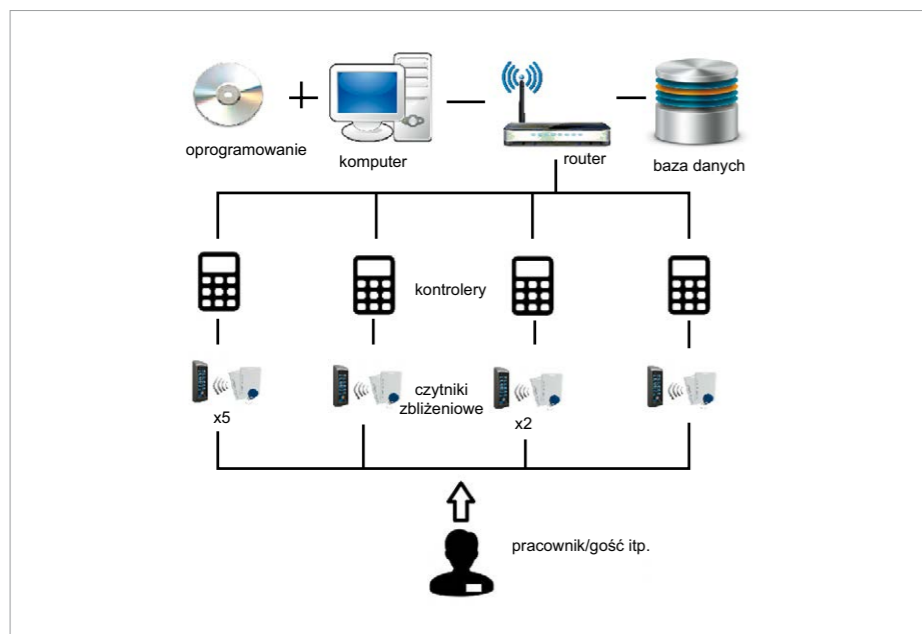
Czujniki rejestrujące ruch są najczęściej stosowanym rodzajem urządzeń monitorujących,



Rys. 2. Podstawowe elementy składowe systemu CCTV rys. M. Łukasiński, M. Kaczmarek



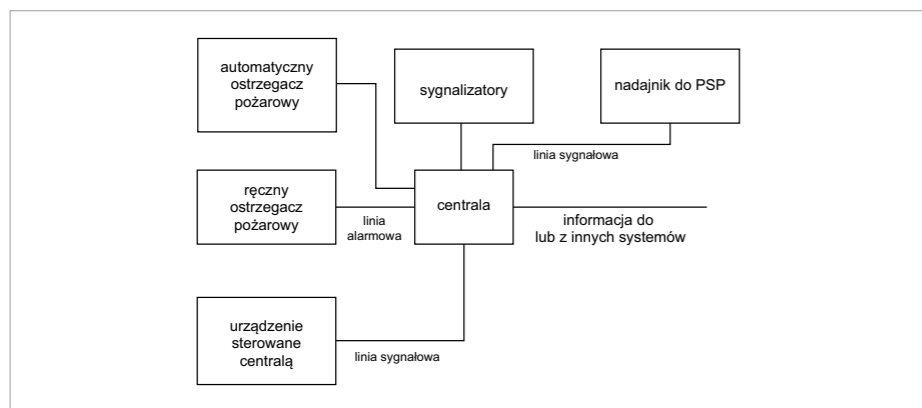
Rys. 3. Przykład ochrony obiektu systemem kontroli dostępu rys. M. Łukasiński, M. Kaczmarek



Rys. 4. Przykładowy system kontroli dostępu rys. M. Łukasiński, M. Kaczmarek

które występują w systemach alarmowych. Istnieje wiele typów czujników ruchu: ultradźwiękowe Dopplera, mikrofalowe Dopplera, pasywnej podczerwieni (PIR). W czujnikach ultradźwiękowych wykorzystujących efekt Dopplera sygnał alarmowy generowany jest w przypadku zmiany częstotliwości emitowanej fali ultradźwiękowej (np. 22 kHz) w wyniku odbicia od obiektów pojawiających się w obszarze działania czujnika. Czujniki mikrofalowe również wykorzystujące efekt Dopplera działają podobnie do czujników ultradźwiękowych – z tą różnicą, że emitowane są fale elektromagnetyczne o częstotliwościach powyżej 1GHz. Mikrofały odbijają się od materiałów o dużej gęstości, przez większość materiałów o małej gęstości jednak przenikają. Oba omawiane układy są sensorami o bardzo dużej skuteczności i wykorzystuje się je przeważnie w drogich systemach. Czujniki pasywnej podczerwieni aktywują stan alarmowy w przypadku zmiany

odbieranego natężenia promieniowania podczerwonego w wyniku pojawienia się nowego obiektu o temperaturze wyższej niż ich otoczenie. W zależności od zastosowanej konstrukcji źródła emisji promieniowania podczerwonego występują czujniki z optyką Fresnela, których emisja promieniowania ograniczona jest do 90°. Drugi rodzaj czujników wyposażony jest w optykę zwierciadlaną, a ich emisja znacznie przekracza 90°, istnieją nawet układy, których emisja wynosi 360°. Czujniki PIR są najpopularniejszym typem tej kategorii, a zawdzięczają to przede wszystkim prostocie montażu i uruchomienia, oraz przy swojej niewielkiej cenie dosyć dużej skuteczności w wykrywaniu ruchu [5–6]. Wadą tego typu czujników jest wrażliwość na zakłócenia wynikające ze zmiany temperatury w monitorowanym pomieszczeniu ze względu na działanie światła słonecznego, grzejników lub klimatyzatorów. W takich przypadkach stosowane są detektory złożone z czujników PIR



Rys. 5. Schemat przykładowego systemu sygnalizacji pożaru rys. M. Łukasiński, M. Kaczmarek

i mikrofalowych lub ultradźwiękowych Dopplera. **Czujniki otwarcia okien i drzwi** najczęściej występują jako miniaturowe nadajniki z czujnikami kontaktronowymi umieszczonymi w futrynach drzwi lub okien. W skrzydłach drzwi/okien umieszczone są magnesy, które w przypadku przerwania oddziaływania między czujnikiem a emitowanym polem magnetycznym informują system o otwarciu drzwi czy też okien. **Czujnik stłuczenia szyby**, istnieją dwa rodzaje czujników, aktywne i pasywne. Te pierwsze aktywują się przez hałas spowodowany rozbięciem szkła, natomiast drugie – pod wpływem drgań mechanicznych wywołanych uderzeniem w szybę. **Syreny alarmowe** to urządzenia, które są nierozłączne w działaniu z wyżej wymienionymi czujnikami, emitują sygnały dźwiękowe jako reakcję na zadziałanie czujnika w momencie np. próby kradzieży czy w sytuacji błędnego wpisania kodu rozbrajającego alarm. **Domofony oraz wideofony** są urządzeniami umożliwiającymi weryfikację osób próbujących uzyskać dostęp do zabezpieczonego obiektu [1], [2].

I Energooszczędność

Z przeprowadzonych badań Agencji Rynku Energii wynika, że ogrzewanie pochłania aż 72% energii w gospodarstwie domowym [7].

Najistotniejszą kwestią pozwalającą zapewnić oszczędność energii cieplnej w budynku po jego właściwym ociepleniu jest utrzymywanie odpowiedniej temperatury poszczególnych pomieszczeń [8]. Temperatura w pomieszczeniach dziennych nie powinna przekraczać 20°C, w pomieszczeniach gospodarczych, czyli np. w warsztatach – 16°C, a w magazynach powinna być utrzymywana na poziomie 10–12°C [9]. Na **ry-sunku 7** przedstawiono optymalny rozkład temperatur w pomieszczeniach domu jednorodzinnego.

Temperatura w pomieszczeniach nieużywanych powinna być utrzymywana na poziomie 7°C, w częściach wspólnych, klatkach schodowych, holu na poziomie 17°C, w łazienkach powinna być znacznie wyższa i wynosić 23°C [9–10]. W celu oszczędności ciepła w nocy lub w czasie, kiedy pomieszczenia są chwilowo nieużywane, temperaturę należałoby obniżyć. Istotną sprawą jest również kontrola otwarcia/zamknięcia okien i drzwi, ponieważ np. podczas wietrzenia pomieszczeń grzejniki powinny być wyłączone.

Znaczną oszczędność energii elektrycznej może zapewnić odpowiednie sterowanie oświetleniem pomieszczeń i przestrzeni na zewnątrz budynku. Sprawą priorytetową jest wyłączenie

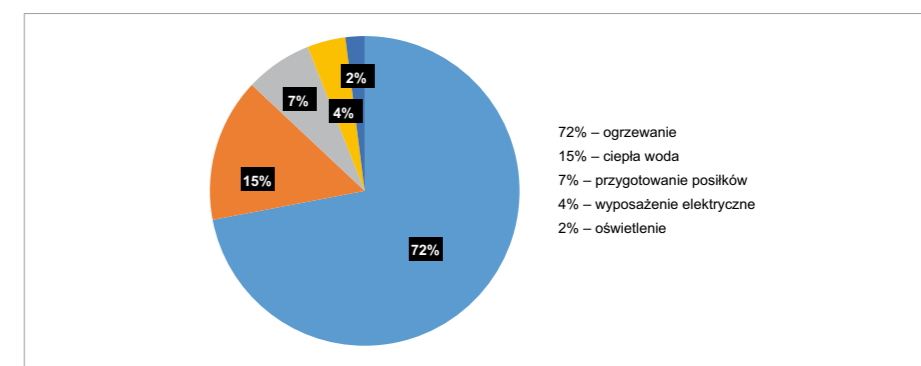
światła w pomieszczeniach, w których nikt nie przebywa, oraz korzystanie jak najwięcej i najdłużej ze światła dziennego [11–12]. Inne rozwiązanie polega na automatycznym sterowaniu oświetleniem w zależności od wybranego trybu, czyli w efekcie korzystanie z określonych lamp i odpowiedniej liczby punktów świetlnych w konkretnych, zaprogramowanych sytuacjach [13]. W pomieszczeniu włączana jest mniejsza ich ilość w przypadku, kiedy ustawiony zostanie tryb „TV”, a większa, kiedy włączony jest tryb „Goście”. Zalecane jest sterowanie oświetleniem przy użyciu czujników ruchu, ponieważ ten sposób zapewnia wyłączenie oświetlenia tylko w sytuacji, w której faktycznie w określonym pomieszczeniu nikt się nie znajduje, oraz włączanie w chwili wejścia osoby do monitorowanej strefy pomieszczenia. Zalecane jest również stosowanie ściemniaczy transformatorowych zdolnych obniżyć napięcie zasilanych żarówek i halogenów. Inna konstrukcja ściemniacza jest wymagana w przypadku, gdy źródło światła jest wyposażone we własny transformator, tak jak to ma miejsce w przypadku oświetlenia LED czy świetlówek kompaktowych. Istnieją także ściemniacze sterowane cyfrowo, regulujące moc elektrycznych źródeł światła w zależności od natężenia światła dziennego w pomieszczeniach [13].

I Podsumowanie

Integracja systemów zabezpieczeń i automatyki budynku w systemy „inteligentnego domu” jest procesem postępującym od wielu lat. Wciąż istnieją jednak dalsze perspektywy rozwojowe, szczególnie w kierunku zwiększania zapewnienia przez te systemy energooszczędności, głównie w zakresie odpowiedniego sterowania temperaturą w monitorowanych pomieszczeniach. Drugim kierunkiem rozwoju może być opracowanie systemów otwartych, modyfikowalnych przez użytkownika zarówno w zakresie zainstalowanych podzespołów, jak i realizowanych przez procesor sterujący algorytmów. System ten powinien zatem wyróżniać się szczegółowym schematem połączeń elektrycznych i wykazem zastosowanych układów elektronicznych. Producent powinien udostępnić kod programu z opisem przykładowych modyfikacji i możliwością jego zmiany przez użytkownika, zarówno w zakresie wykonywanych procedur, jak i ich parametrów oraz obsługiwanych podzespołów.

I Literatura

1. R. Brzowski, Ł. Cerankowski, System zabezpieczenia w inteligentnym budynku, PWSZ w Elblągu, 2005.



Rys. 6. Struktura zużycia energii w gospodarstwach domowych rys. M. Łukasiński, M. Kaczmarek

jadalnia z aneksem kuchennym 19°	salon 21°	sypialnia 20°		
przedpokój 18°				wc 20°
spizarnia 16°	schody 18°	wiatrołap 17°	garderoba 18°	łazienka 23°

Rys. 7. Proponowany rozkład temperatur w domu jednorodzinnym rys. M. Łukasiński, M. Kaczmarek

2. M. Brzęcki, Elektroniczne systemy ochrony osób i mienia – Poradnik praktyczny, Wydawnictwo i Handel Książkami „KaBe”, 2013.
3. M. Szystakowski, W. Ciurapiński, Techniczne systemy zabezpieczenia mienia i infrastruktury krytycznej, Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna.
4. Poradnik SMARTech – część X: Bezpieczeństwo w inteligentnym domu, www.smarttech.pl, dostęp 1.12.2016 r.
5. D. Alciatore, M. Histand, *Introduction to Mechatronics and Measurement Systems*, McGraw-Hill, 2012.
6. W. Kwaśny, A. Błażejowski, Komponenty mechatroniczne, Politechnika Wrocławska, Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji.
7. <http://www.poznan.pl/mim/turystyka/wykorzystanie-energii,doc,1017,26812/wykorzystanie-energii,64361.html>, dostęp 01.12.2016.
8. <http://www.poznan.pl/mim/turystyka/jakie-urzadzenia-zuzywaja-najwiecej-energii-elektrycznej,doc,1017,26812/jakie-urzadzenia-zuzywaja-najwiecej-energii-elektrycznej,64158.html>, dostęp 1.12.2016.
9. <http://www.poznan.pl/mim/turystyka/nie-marnuj-ciepla,doc,1017,26929/nie-marnuj-ciepla,64376.html>, dostęp 1.12.2016.
10. Poradnik SMARTech – część IV: Kontrola nad ogrzewaniem i klimatyzacją, www.smarttech.pl, dostęp 1.12.2016.
11. M. Adamski, Poradnik oszczędzania energii w gospodarstwie domowym, FOTON Agnieszka Morysewicz, 2014.
12. I. Góralczyk, R. Tytko, Racjonalna gospodarka energią, Wydawnictwo i Drukarnia Towarzystwa Słowaków w Polsce, 2013.
13. Poradnik SMARTech – część II: Oświetlenie w inteligentnym domu, www.smarttech.pl, dostęp 1.12.2016 r.

ABSTRACT

Characteristics and prospects of development of security systems for buildings and their automated control

In the paper security systems for building to protect against burglary, robbery and fire are described. Additionally, applied solutions and functions for automated control of connected devices and lighting are presented. Moreover, used in these systems components and sensors are featured. Finally, their possible use in order to provide thermal and electrical efficiency of the building is discussed.

NASZA MISJA: ŁĄCZYMY PRODUCENTÓW I USŁUGODAWCÓW Z ODBIORCAMI

Rozmowa z Tomaszem Nowakiem – współzałożycielem i COO merXu

Co wyróżnia merXu na tle innych platform internetowych świadczących usługi B2B?

MerXu.com w jakimś stopniu podobne jest do takich serwisów, jak Ebay czy Allegro, ponieważ podobnie jak one łączy sprzedających z kupującymi. Firmy mają możliwość kupować produkty od zweryfikowanych dostawców, negocjując ceny i ustalając warunki transakcji bezpośrednio z wybranymi dostawcami. Platforma pozwala na bezpośredni kontakt za pomocą

komunikatora, gdzie strony mogą ze sobą negocjować i ustalać wszystkie warunki realizowanych transakcji. To właśnie wyróżnia merXu od innych serwisów, które najczęściej nie pozwalają na bezpośredni kontakt kupującego ze sprzedającym. Zdecydowaliśmy się na tę formę, ponieważ naszym zdaniem handel między firmami ma charakter relacyjny i jest bardziej złożony niż transakcje konsumenckie. Komunikator merXu umożliwia transakcję w lokalnych językach. Dlatego kupujący z Czech czy Słowacji może z łatwością rozmawiać ze sprzedającym z Polski czy Estonii w swoim własnym języku. MerXu jest platformą międzynarodową. Nie ogranicza się tylko do rynku polskiego. Dzięki temu firmom, które sprzedają na merXu, daje szansę rozwijania sprzedaży na rynkach międzynarodowych bez ponoszenia znaczących inwestycji i podejmowania ryzyka związanego z wejściem na nowe rynki. Firmy, które kupują dzięki merXu, poprawiają swoje procesy zakupowe poprzez lepszą dostępność oferowanych produktów, możliwość negocjacji cen czy przede wszystkim robienie zakupów w jednym miejscu. MerXu oferuje też możliwość składania zapytań ofertowych. Jeśli kupujący szuka dostawcy jakichś niestandardowych produktów, może w prosty sposób złożyć

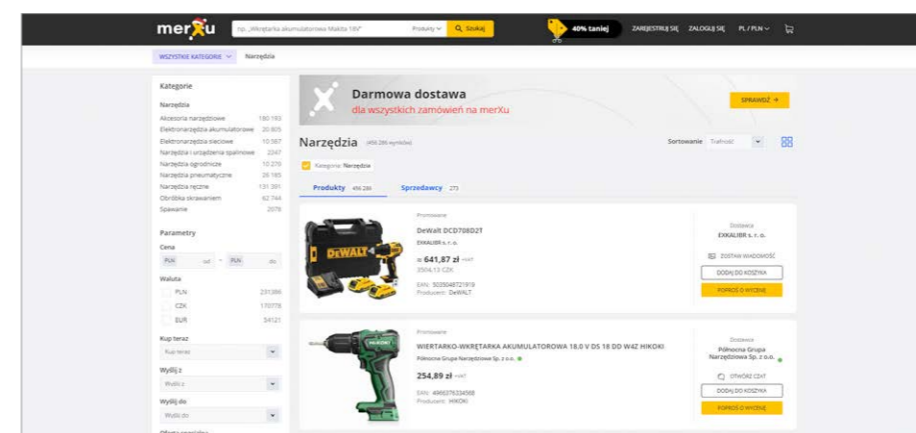
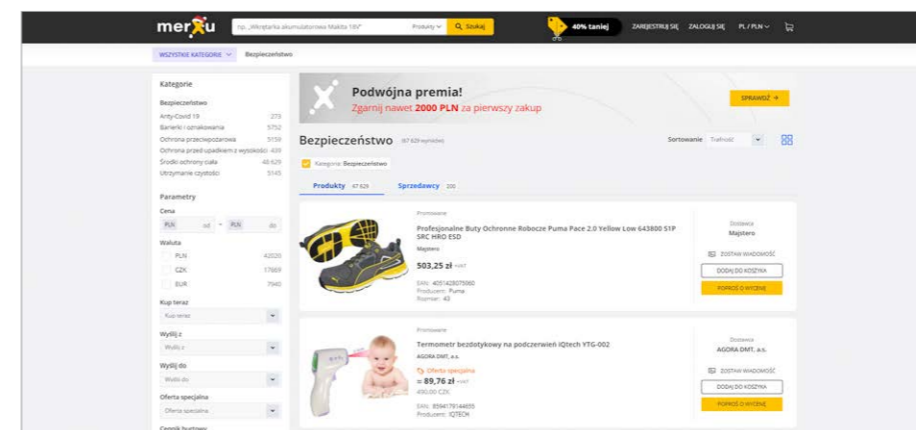
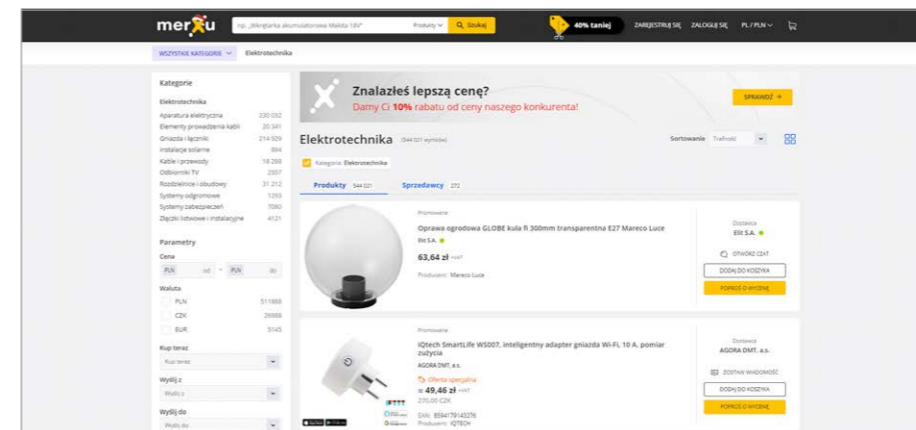


Tomasz Nowak – współzałożyciel merXu

zapytanie ofertowe, które trafia do zarejestrowanych na merXu dostawców.

W jaki sposób platforma łączy producentów i usługodawców z odbiorcami?

Po pierwsze, platforma skupia producentów i dystrybutorów, którzy za pomocą merXu chcą

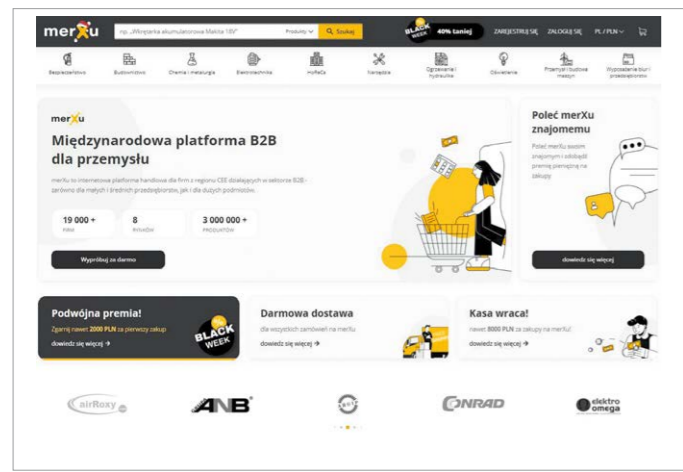


starcza swoim użytkownikom dostęp do 10 raportów miesięcznie, które opisują wiarygodność finansową danego podmiotu. Na przykład, kiedy sprzedający wchodzi w interakcje z kupującym, który chce zamówić jakieś produkty, ale wymaga odroczonego terminu płatności, zdecydowanie warto zweryfikować aktualną sytuację finansową kupującego. Temu właśnie służą raporty, które dostarczamy użytkownikom merXu. Raporty są dostępne w Czechach, Słowacji, Estonii, a także w Polsce. Już niebawem wprowadzimy dodatkowe narzędzia dla użytkowników platformy.

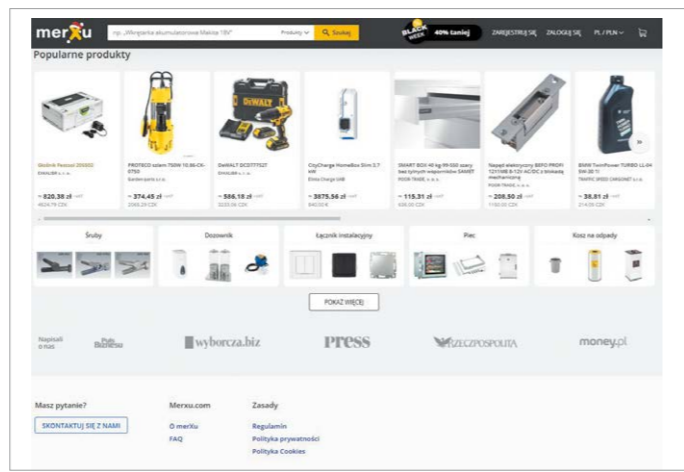
Jakie korzyści mogą mieć firmy z branży budowlanej z platformy merXu?

Dzisiaj merXu oferuje ponad 3,5 miliona produktów, które są istotne dla szeroko pojętego budownictwa. Wykonawcy z branży budowlanej mogą zaopatrywać się kompleksowo na merXu. Znajdą tu materiały budowlane, chemię, narzędzia, produkty z kategorii elektrotechnicznej, grzewczej czy BHP. MerXu może stać się z łatwością centrum zaopatrzenia firm budowlanych.

Kupujący mają dostęp do wielu nowych dostawców, mogą weryfikować ceny swoich dotychczasowych kontrahentów. Z kolei sprzedający, producenci i dystrybutorzy mają szansę dotrzeć do nowych klientów na rynkach lokalnych i zagranicznych. MerXu jest obecnie dzisiaj w Polsce, Czechach, na Słowacji, Litwie, Węgrzech, Rumunii, w Estonii i Niemczech. Szczególnie Niemcy wydają się być bardzo atrakcyjnym kierunkiem dla wielu polskich przedsiębiorców. Korzystanie z merXu pozwala na podejmowanie działań handlowych na nowych rynkach bez ponoszenia znaczących inwestycji. MerXu tłumaczy na lokalne języki oferty sprzedających, prowadzi intensywne działania marketingowe i rozwija funkcjonalności platformy. Kupowanie na merXu jest łatwe i tanie. Platforma oferuje dzisiaj szereg działań promocyjnych, dzięki którym kupujący mogą znacznie zaoszczędzić na zakupach robionych na merXu.



Funkcja „zapytań ofertowych” pomaga kupującym zasygnalizować swoje potrzeby, gdy nie są w stanie znaleźć produktu lub potrzebują wykonać go na podstawie własnego projektu



Platforma ma międzynarodowy charakter, już dzisiaj sprzedający i kupujący pochodzą z krajów Unii Europejskiej: Polski, Czech, Słowacji, Litwy, Estonii, Węgier, Rumunii i Niemiec

rozwijać swoją sprzedaż B2B w kanale online. Oferowane przez nich produkty zawierają informacje o parametrach technicznych, cenie, warunkach dostawy. Sprzedający może wskazać kraje, w których chce być obecny i określić cenę w walucie lokalnej. Zarówno firmy, które chcą sprzedawać, jak i te, które chcą kupować, są weryfikowane przez merXu. Już dzisiaj na merXu kupujący znajdują ponad 1,5 mln ofert, więc jest w czym wybierać. Ta szeroka oferta powoduje, że firmy chętnie odwiedzają merXu, mając szansę na korzystne zaopatrzenie. Do firm kupujących należą zarówno hurtownie, jak i wszelkiego rodzaju firmy usługowe. Kupujący mogą poprosić sprzedającego o wycenę i, korzystając z komunikatora, zacząć bezpośrednią rozmowę ze swoim potencjalnym kontrahentem.

Pisząc do potencjalnego dostawcy, mogą mu zadać szereg pytań dotyczących dostępności produktu, ostatecznej ceny czy warunków dostawy. Za pomocą komunikatora odbywają się negocjacje i ustalenie ostatecznej formy transakcji. Obecnie korzystanie z merXu jest bezpłatne dla sprzedających i kupujących, co tym bardziej wpływa na atrakcyjność platformy merXu.

W jaki sposób merXu weryfikuje oferty i zabezpiecza klientów przed nieuczciwymi podmiotami?

Przed wszystkim starannie weryfikujemy firmy. Pierwszym krokiem tej weryfikacji jest sprawdzenie, czy dany podmiot rzeczywiście istnieje i czy jest to aktywna firma. MerXu do-



tel. +48 600 440 450
pomoc@merxu.com
www.merxu.com

Inteligentny budynek – instalacje wideodomofonowe i oświetleniowe

Zagadnienia wybrane

Nowoczesny budynek to nie tylko obiekt wykonany w zgodzie z obowiązującymi standardami, ale wyposażony w wiele różnych urządzeń elektrycznych ułatwiających codzienne życie. Ich lista jest bardzo długa, a wraz z upowszechnieniem się systemów inteligentnego budynku będzie coraz większa. Automatyka budynkowa to nie tylko zdalne sterowanie urządzeniami w obiekcie, jak np. klimatyzacja czy żaluzje, ale również zintegrowany system alarmowy, domofonowy i monitoringu, zarządzanie ogrzewaniem i wentylacją, a także ochrona przeciwpożarowa. Terminem „inteligentny budynek” określane są budynki (mieszkalne, biurowe, przemysłowe) posiadające zintegrowany system zarządzania (ang. BMS – Building Management Systems), obejmujący kilka autonomicznie pracujących układów automatyki wyposażonych w szereg czujników i detektorów. Dzięki temu każdy system dysponuje informacją o zmianie stanu innego, co umożliwia kompleksowe śledzenie wszystkich zdarzeń zachodzących w budynku i spójne nimi sterowanie – rysunek 1. Zwiększa to komfort i bezpieczeństwo oraz przyczynia się do obniżenia kosztów eksploatacji. System inteligentnego budynku nie może jednak wpływać negatywnie na ludzi znajdujących się w jego środowisku [1, 2]. Na rynku istnieje kilka standardów „domu inteligentnego” często niekompatybilnych ze sobą. Mogą to być instalacje przewodowe lub bezprzewodowe.

Nowoczesny budynek to nie tylko obiekt wykonany w zgodzie z obowiązującymi standardami, ale wyposażony w wiele różnych urządzeń elektrycznych ułatwiających codzienne życie. Ich lista jest bardzo długa, a wraz z upowszechnieniem się systemów inteligentnego budynku będzie coraz większa. Automatyka budynkowa to nie tylko zdalne sterowanie urządzeniami w obiekcie, jak np. klimatyzacja czy żaluzje, ale również zintegrowany system alarmowy, domofonowy i monitoringu, zarządzanie ogrzewaniem i wentylacją, a także ochrona przeciwpożarowa. Terminem „inteligentny budynek” określane są budynki (mieszkalne, biurowe, przemysłowe) posiadające zintegrowany system zarządzania (ang. BMS – Building Management Systems), obejmujący kilka autonomicznie pracujących układów automatyki wyposażonych w szereg czujników i detektorów. Dzięki temu każdy system dysponuje informacją o zmianie stanu innego, co umożliwia kompleksowe śledzenie wszystkich zdarzeń zachodzących w budynku i spójne nimi sterowanie – rysunek 1. Zwiększa to komfort i bezpieczeństwo oraz przyczynia się do obniżenia kosztów eksploatacji. System inteligentnego budynku nie może jednak wpływać negatyw-

nie na ludzi znajdujących się w jego środowisku [1, 2]. Na rynku istnieje kilka standardów „domu inteligentnego” często niekompatybilnych ze sobą. Mogą to być instalacje przewodowe lub bezprzewodowe.

I System zarządzania budynkiem

Za pośrednictwem systemu możemy w kompleksowy sposób sterować i nadzorować pracę urządzeń przeznaczonych do: oświetlenia, ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji, sprzętu gospodarstwa domowego, nadzoru i kontroli dostępu, telewizji przemysłowej, sterowania pracą żaluzji i markiz, zarządzania energią, zdalnego serwisu i komunikacji z innymi systemami. Wybrane zagadnienia dotyczące systemów zarządzania budynkiem zostały opisane w [1, 2].

I Instalacje domofonowe i wideodomofonowe

System domofonowy to nie tylko wygoda i ułatwienie przy wpuszczaniu gości, to również podstawowe zabezpieczenie mieszkań i domów. Zamknięcie drzwi prowadzących do klatki schodowej to nie tylko dodatkowa przeszkoda do pokonania, której próby sforsowania

są widoczne z daleka. To również bariera psychologiczna. Obca osoba kręcąca się na klatce schodowej wzbudza zainteresowanie mieszkańców. Podobnie rzecz się ma w przypadku domów jednorodzinnych [4]. Można przeskoczyć płot, lecz trudno to później racjonalnie wytłumaczyć. Zresztą płot może też stanowić przeszkodę niełatwą do pokonania ze względu na wysokość i konstrukcję. Na system domofonowy składają się następujące elementy: bramofon (panel zewnętrzny), unifon (słuchawka), zasilacz i zamek elektromagnetyczny.

Natomiast systemy wideodomofonowe oferują nową jakość bezpieczeństwa dla mieszkań i domów. Monitor w mieszkaniu daje obraz odwiedzającego, który może być zidentyfikowany zanim odpowiemy na jego wywołanie. Obraz pojawia się tylko na monitorze wywołanego użytkownika, a rozmowa nie będzie słyszana przez innych. Systemy wideodomofonowe są coraz powszechniej stosowane zarówno w domach jednorodzinnych, jak i budynkach wielorodzinnych [4]. Na system wideodomofonowy składają się: jeden lub kilka monitorów z wbudowanym unifonem do komunikacji z osobą na zewnątrz, wideobramofon zawierający kamerę i panel

z przyciskami, mikrofon, głośnik, zasilacz oraz rygiel elektromagnetyczny.

I Proste systemy wielożyłowe

Pierwsze konstrukcje, które pojawiły się na rynku w Polsce i w Europie Zachodniej w latach siedemdziesiątych, bazowały na instalacji opartej na sześciu (czasem czterech) przewodach i możemy je spotkać jeszcze dzisiaj. Pion instalacji domofonowej budynku zawierał przewody, z których każdy spełnia odrębną funkcję – łączność „w dół”, łączność „w górę”, otwieranie drzwi oraz po jednym przewodzie na lokal do indywidualnego wywoływania. W układzie takim nie istnieje żaden prosty sposób uniknięcia wzajemnego podsłuchiwania prowadzonych rozmów, gdyż wszystkie aparaty połączone są równolegle [5]. Zwarcie w jakimkolwiek miejscu instalacji powoduje brak łączności wszystkich użytkowników. Nieprawidłowe odłożenie słuchawki w unifonie zamienia domofon w osiedlowy radiowęzeł.

I Systemy dwużyłowe równoległe

Konstrukcje takie mają za zadanie ograniczyć do absolutnego minimum liczbę przewodów prowadzonych w pionie teletechnicznym budynku. W tym przypadku również wszystkie aparaty połączone są równolegle do jednej wspólnej pary przewodów – podobnie jak w prostych systemach wielożyłowych. Różnica polega jedynie na braku indywidualnego przewodu wywołującego. Jego funkcję przejmuje centralka wysyłająca do wszystkich aparatów określony kod informujący o tym, do którego aparatu kierowane jest wywołanie [5]. Oznacza to, iż każdy aparat musi zawierać układ elektro-

niczny, programowalny przez instalatora, wyróżniający go indywidualnie. Układ taki może niestety być zawsze przeprogramowany przez dowolnego użytkownika, umożliwiając mu podsłuchiwanie dowolnych, innych prowadzonych rozmów. Produkcję takich systemów rozpoczęto w Polsce w latach osiemdziesiątych w państwowych zakładach. Również i tutaj zwarcie w instalacji powoduje całkowite wyłączenie systemu z użytku. Znalezienie takiego zwarcia wymaga sukcesywnego rozłączania przewodów, aż do jego ostatecznego znalezienia.

I Systemy z niezależnymi liniami

Podstawową ideą takiego rozwiązania jest sposób zestawienia połączenia z unifonem. W tym przypadku, w przeciwieństwie do systemu dwużyłowego równoległego, nie aparat, lecz centralka decyduje, która linia zostanie dołączona do bramofonu. W stanie spoczynkowym wszystkie linie pozostają odłączone od sieci i nie mają na nią żadnego wpływu. W chwili wywołania określonego lokalu zostaje zestawione połączenie z jedną tylko linią, pozostawiając pozostałe nadal w stanie wyłączonym. W ten sposób uzyskujemy całkowitą niewrażliwość systemu na zwarcia na liniach [5].

Pierwotnie systemy tego typu konstruowane były z jednym skupionym polem komutacyjnym, umieszczonym w dolnej części budynku. Z czasem opracowano systemy o rozproszonym polu komutacyjnym (często zastrzeżone patentami), które zapewniają nie tylko znacznie większą prostotę instalacji, lecz przede wszystkim umożliwiają zorganizowanie pełnej łączności wzajemnej (połączeń pomiędzy lokalami), bez

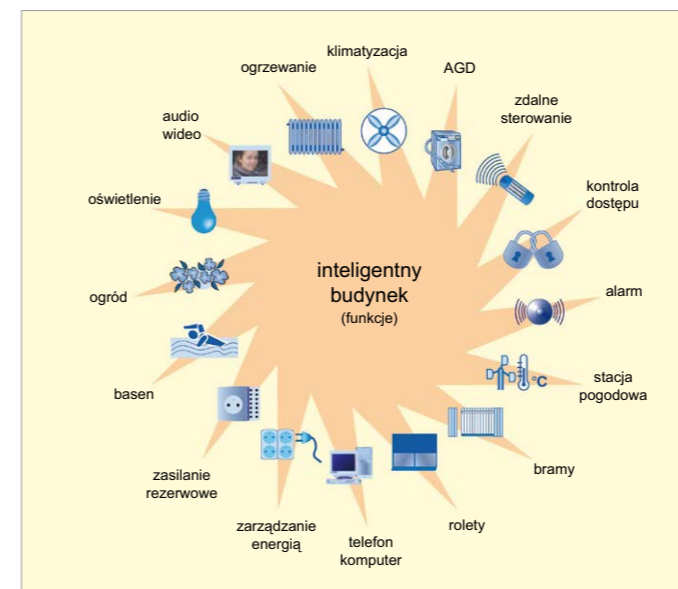
konieczności jakiegokolwiek rozbudowy instalacji przewodowej.

W systemie takim można [5]:

- » zestawiać nie tylko rozmowy pomiędzy dwoma lokalami, lecz także grupowo,
- » wysyłać: sygnały alarmowe do określonej grupy lokali, sygnały informacyjne, bądź organizować jakąkolwiek inną łączność w zależności od inwencji użytkownika,
- » łatwo zarządzać całym systemem,
- » automatycznie testować indywidualny stan każdej linii,
- » uzyskać dobrą jakość transmisji przez zapewnienie jednakowego obciążenia sieci bez względu na liczbę dołączonych aparatów.

I Sterowanie oświetleniem

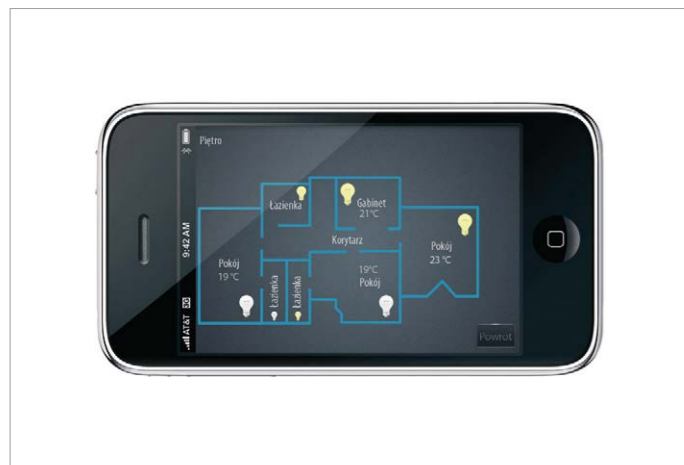
Obecnie w domu najczęściej spędzamy tylko wieczory, co powoduje konieczność użycia oświetlenia elektrycznego w pomieszczeniach. Z tego względu oświetlenie wewnątrz staje się jednym z najważniejszych elementów naszych mieszkań i domów [6]. Z pomocą oświetlenia możemy budować nastrój oraz zwiększyć komfort użytkowania. Większość lamp w domu włączana jest z pełną mocą oprawy. Aby ograniczyć moc oświetlenia stosowane są sterowniki umożliwiające sterowanie natężeniem oświetlenia dzięki czemu możemy budować sceny świetlne. Rodzinne spotkanie czy romantyczna kolacja będą wymagały innego oświetlenia tego samego pomieszczenia. Sterowanie na tężeniem oświetlenia w zależności od udziału oświetlenia dziennego może odbywać się również przy użyciu detektora ruchu. W przypadku wykrycia obecności w pomieszczeniu, detektor



Rys. 1. Jednopłytkowy system ochrony przed włamaniem i napadem
rys. M. Łukaszyński, M. Kaczmarek



Fot. 1. Przykład panelu sterującego w zaawansowanym systemie inteligentnego domu z zintegrowanym wideo domofonem [3]



Fot. 2. Sterowanie oświetleniem i temperaturą za pomocą komórki [8]



Fot. 3. Przykładowe rozwiązanie sterowania scenami świetlnymi fot. Osram

ruchu przekazuje sygnał do sterownika. Sterownik łączy obwód oświetleniowy wysterowując oprawy do tzw. wartości referencyjnej (wartość ta może być różna w zależności od nastaw innych elementów układu). Równocześnie czujnik natężenia oświetlenia dokonuje pomiaru i wynik przekazuje do sterownika. Korekta wysterowania opraw następuje stopniowo – nie powinna być natychmiastowa, gdyż użytkownik odczuje to jako migotanie światła.

I Sceny świetlne

Sceny świetlne tworzy kilka zapalanych jednocześnie opraw oświetleniowych, a każda z nich sterowana jest indywidualnie. Za pomocą sterownika możemy regulować natężeniem oświetlenia emitowanym przez oprawy. Kilkanaście ustawień każdej z opraw tworzących scenę świetlną możemy zapamiętać w urządzeniu. Następnie wybierając jeden z programów oświetlenia (scenę świetlną) możemy sterować nastrojem uczestników spotkania. Zmianie może ulegać źródło światła, np. nastąpi wygaszenie lamp na suficie i delikatnie włączenie bocznych halogenów. Regulowane może być również jego natężenie, np. mocne oświetlenie główne zostanie ściemnione, powodując w pomieszczeniu lekki półmrok. Obecnie można również zmieniać barwy opraw oświetleniowych. W skład każdej sceny może wchodzić dodatkowo rozwiniecie rolet i włączenie nastrojowej muzyki [9].

I Symulacja obecności

Innym popularnym zastosowaniem systemu inteligentnego domu jest symulacja obecności domowników, polegająca na zapalaniu lub gaszeniu światła w konkretnych pomieszczeniach. Aby jeszcze bardziej urealnić obecność mieszkańców, można zastosować moduł inteligentnego głośnika, dzięki któremu można od-

tworzyć dźwięki, nagrane przez domowników oraz dodawać nowe poprzez serwer www. Istniejące na rynku systemy umożliwiają zastosowanie w tym celu zintegrowanych z nimi urządzeń, takich jak telewizor czy telefon. Możemy również w takim przypadku zastosować zintegrowany system pogodowy wykorzystywany do symulacji uchylania okien [10].

I Sterowanie bramami i roletami

W czasie gdy zamykamy drzwi, a czujniki ruchu nie wykryją obecności, może nastąpić automatyczne opuszczenie rolet antywłamaniowych, obniżenie temperatury i ustawienie minimalnego ogrzewania. Dodatkowo system może być tak skonfigurowany, że wszystkie bramy zostaną zamknięte, wyłączone zasilanie oświetlenia oraz gniazdek wtyczkowych z wyłączeniem lodówki i automatyki pieca CO. W razie pozostawienia otwartego okna użytkownik może zostać poinformowany poprzez SMS na telefon komórkowy.

I Bezpieczeństwo użytkownika

Często z systemami inteligentnego domu (zarządzania budynkiem) zintegrowane są systemy alarmowe. Aby zabezpieczyć dom przed nieproszonymi gośćmi konieczna jest instalacja zaawansowanych, niestandardowych systemów zabezpieczeń, które zniechęcą intruzów do wejścia na teren posesji i uniemożliwią włamanie się do środka. Stosowanie nawet najdroższego systemu zabezpieczeń nie zawsze ochroni dom przed włamaniem ze względu na brak zasilania. Musimy pamiętać, że wszystkie systemy inteligentne wymagają zasilania. Z tego względu należy dodatkowo przeanalizować przypadki zaniku napięcia czy planowego wyłączenia w zakładzie energetycznym. W takich chwilach przy błędnie zaprojektowanej instalacji może nastąpić zablokowanie drzwi uniemożliwia-

jąc opuszczenie pomieszczenia. Mogą również przestać właściwie działać systemy. Kolejnym elementem do rozważenia powinna być kwestia właściwego doboru aparatury elektrycznej.

I Podsumowanie

Większość z systemów oferuje możliwość sterowania zarówno oświetleniem, jak i ogrzewaniem, a także zapewniać bezpieczeństwo poprzez zintegrowany system alarmowy oraz kontroli dostępu i monitoringu obiektu. Wybór standardu zależy od użytkownika i zasobności jego portfela. Cena kompletnego systemu może oscylować od kilkuset złotych do nawet kilku tysięcy za metr kwadratowy. Przy wyborze konkretnego rozwiązania powinno się uwzględnić fakt, czy obiekt jest dopiero budowany, czy też już istnieje. Dostępne na rynku systemy coraz częściej umożliwiają komunikację między różnymi standardami poprzez specjalne konwertery, co nie ogranicza możliwości rozbudowy już istniejącego systemu.

I Literatura

1. M. Szustakowski, Koncepcje integracji elektronicznych systemów ochrony w budynkach inteligentnych, konferencja Integrated Building Systems GigaCon 2008,
2. J. Mikulik, Wybrane zagadnienia zapewnienia bezpieczeństwa i komfortu w budynkach, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2008.
3. Materiały firmy Gira.
4. www.gryph.pl
5. www.codi.pl
6. www.eib.lodman.pl
7. www.inteligentnydom.pl
8. materiały firmy s3art
9. www.e-apa.pl
10. www.cinematic.pl

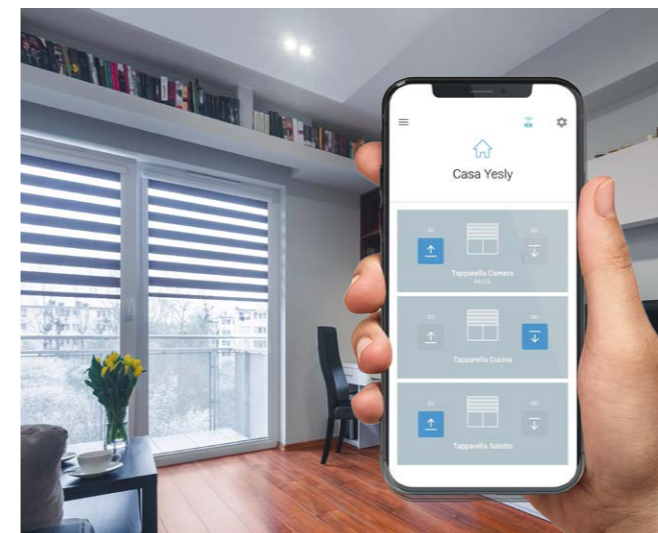
YESLY

TIME FOR COMFORT LIVING

Nowy sposób na życie w Twoim domu. Odkryj wszystkie zalety YESLY

Scentralizuj zarządzanie roletami i żałonami elektrycznymi
Teraz możesz podnieść lub opuścić wszystkie rolety w całym domu za pomocą przycisku, smartfona lub asystentów głosowych Google Assistant i Amazon Alexa.

Włączaj, reguluj i twórz scenariusze, również z paskami LED
Dzięki ściemniaczowi PWM z systemu YESLY możesz ściemniać również taśmy LED i sparować urządzenia Finder, aby stworzyć taki scenariusz, jaki zechcesz.



Dodaj bezprzewodowy przycisk tam, gdzie jest potrzebny
Niewygodne umiejscowienie włącznika? Możesz dodać przycisk bezprzewodowy i sparować go z połączonym z systemem przekaźnikiem lub wydawać polecenia poprzez smartfon.



Sterowanie za pomocą smartfona lub głosowo, aby móc zarządzać oświetleniem, temperaturą, roletami lub żałonami elektrycznymi za pomocą aplikacji lub używając ulubionego asystenta głosowego Google Assistant lub Amazon Alexa.



finder
SWITCH TO THE FUTURE

FINDER Polska Sp. z o.o.
ul. Logistyczna 27, 62-080 Sady
finder.pl@findernet.com

yesly.pl

mgr inż. Andrzej Dubrawski

Sterowanie urządzeniami w inteligentnych instalacjach

Jedną z cech odróżniających instalację magistralną od konwencjonalnej jest wielość sposobów sterowania nią. O ile w tradycyjnych instalacjach dominuje sterowanie ręczne z ewentualnym użyciem odseparowanych od siebie układów samoczynnych, o tyle w tzw. instalacji inteligentnej wszystkie działania mogą być zarówno sterowane ręcznie, jak i automatycznie. Te drugie mogą działać w zależności od czasu, pomierzonych parametrów wartości fizycznych (temperatura, wilgotność, stężenie CO₂ ...) lub rozpoczynać swoje działanie po ręcznej inicjacji, jak na przykład ciągi sekwencji, tj. zdarzeń, które następują w pewnej kolejności po sobie w zależności od spełnienia określonych warunków.

Podstawowym urządzeniem sterowniczym w instalacjach magistralnych są, podobnie jak w zwykłych instalacjach, wyłączniki lub systemowe przyciski. Wyglądem mogą przypominać te tradycyjne łączniki. Miejsca ich montażu są rozmieszczone tam, gdzie przez wiele lat się sprawdzały. Inteligentne przyciski oferują o wiele większą funkcjonalność. A także to, że realizowane za ich pomocą funkcje nie są zderminalizowane doprowadzonymi do nich przewodami. Mogą służyć do realizacji każdej funkcji, która została zaplanowana. Wyróżniają się także tym, że za pomocą jednego, kilkuklawiszowego przycisku można obsługiwać wiele urządzeń. Od jednego do kilkunastu. A także korzystać z funkcji centralnych i grupowych. Zamiast przycisków można instalować multifunkcyjne panele o wielkości od zwykłego wyłącznika do smartfonu. Oprócz urządzeń stacjonarnych do sterowania inteligentnymi domami wykorzystuje się wszelkiego rodzaju urządzenia mobilne. Smartfony, lfony, l pady, tablety, które także można montować na ścianach za pomocą spe-

cialnych ramek. Zarówno panele dotykowe, jak urządzenia mobilne są wyposażone w ekrany, głośniczki i mikrofony, dzięki czemu mogą być wykorzystywane także do innych celów. Wizualizacji, komunikacji głosowej, jako domofony wideodomofony i interkomy. A także jako dodatkowe wyświetlacze monitoringu, względnie obrazów z kamer IP.

Inteligentna instalacja jest systemem, który łączy urządzenia i automatyki różnych producentów i różnych branż w jedną, wspólnie zarządzaną całość. Dzięki temu z każdego miejsca można zarządzać dowolną instalacją, urządzeniem, a także je kontrolować i sprawdzać aktualne ustawienia i stany. Wiele z nich, w szczególności panele dotykowe i urządzenia mobilne, mają dostęp do domowej sieci komputerowej i Internetu. Dzięki temu zapewniają dostęp do informacji z całego świata, a także sprzed wejścia do własnego domu, to znaczy ze stacji domofonowej lub wideodomofonowej.

I Scenariusze działania

Najprostszymi urządzeniami obsługowymi są przyciski. Naciśnięcie (dłuższe lub krótsze względnie wielokrotne – przyciski mogą odróżniać sposoby przyciśnięcia) powoduje wysłanie do systemu sterowniczego polecenia. Do takich rozkazów należą polecenie za – lub wyłączenia, rozjaśnienie lub ściemnienie oświetlenia, załączenia oświetlenia na określoną wartość, podniesienie lub opuszczenie żaluzji, rolet, bram itp. napędów, obrócenie listew żaluzji, nakaz przyjęcia przez żaluzje (i jej listwy) określonej pozycji, zablokowanie wskazanych przycisków lub funkcji, zmiana utrzymywanego parametru, np. temperatury w pomieszczeniu, zmiana trybu pracy wybranego regulatora. Każde z tych poleceń może odnosić się do jednego



Gira G1 służy do zarządzania całym domem wyposażonym w instalację KNX, łączenia z Internetem oraz wideodomofonami Gira i wykorzystującymi protokół SIP

odbiornika, dowolnej ich grupy lub wszystkich w danej instalacji. Dzięki takiej możliwości każdy z przycisków można zaprogramować jako przycisk obecności, względnie nieobecności.

STRESZCZENIE

Opis możliwości sterowania za pomocą przycisków, paneli, urządzeń mobilnych i urządzeń IP. Zakres integracji z różnymi systemami i urządzeniami, m.in. z instalacjami domofonowymi i alarmowymi. Rodzaje funkcji realizowanych za pomocą inteligentnych instalacji: sterowanie indywidualne, grupowe, centralne, czasowe, warunkowe, scenami i za pośrednictwem sekwencji.

Słowa kluczowe: smart home, KNX, automatyka budynkowa, inteligentny dom, zarządzanie, sterowanie.



Gira G1 spełnia funkcje panelu dotykowego zarządzającego ponad 100 funkcjami KNX, wideodomofonu i wideointerkomu



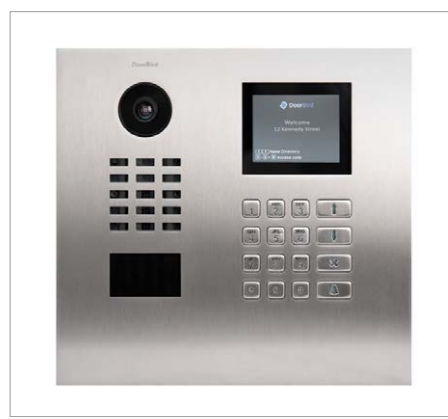
SSS Siedle stanowisko koncertowe współpracuje z telefonami, unifonami, wideodomofonami i urządzeniami mobilnymi. Pozwala na podgląd z kamer i na inteligentne sterowanie technicznym wyposażeniem budynku

ści, przycisk przywoływania sceny albo uruchamiania sekwencji. Przycisk obecności, którego funkcje mogą być powiązane z systemem alarmowym, wpływa na działanie niemal wszystkich urządzeń w domu. Naciśnięcie przycisku nieobecności lub sygnał z centralki alarmowej o uzbrojeniu systemu powoduje wyłączenie oświetlenia w całym domu (w strefie wyjściowej, np. holu czy garażu) z opóźnieniem. Wyłączenie gniazd wtyczkowych (z wyjątkiem tych, które muszą być stale pod napięciem), opuszczenie żaluzji albo ich przestawienie do trybu pracy jako ochrona przed zbyt dużym nagrzewaniem, zmniejszenie wydajności ogrzewania lub chłodzenia lub nawet ograniczenia się do ochrony przed zamarzaniem, względnie przegrzaniem, ustawienie wentylacji na minimum. Zamykany jest dopływ gazu i wody. Równocześnie może być uruchamiana symulacja obecności polegająca na cyklicznym, zwykłym tygodniowym, powtarzaniu wszystkich działań instalacji, które mogą być obserwowane z zewnątrz domu. Natomiast przycisk obecności, zastępowany często sygnałem o rozbrojeniu systemu alarmowego, przywraca normalne funkcjonowanie domu.

Podobny sygnał może być wysyłany za pomocą urządzenia mobilnego, wtedy nie następuje rozbrojenie alarmu, ale wszystkie instalacje zaczynają funkcjonować tak, aby w momencie przybycia domowników dom był w pełni przygotowany na ich przyjęcie. Pierwsza reakcja instalacji polega na szybkiej wymianie powietrza, nagrzaniu lub wychłodzeniu pomieszczeń do zadanych temperatur. W momencie wejścia do domu załącza się oświetlenie ciągów komunikacyjnych (tylko wtedy, gdy jest to konieczne, czyli po zmierzchu). Równocześnie może zostać uruchomiony sprzęt audio-wideo. Przywoływanie scen, zarówno przyciskiem, ikoną panelu do-

tykowego czy urządzenia mobilnego powoduje wysłanie żądania przyjęcia konkretnych zaplanowanych wartości, pozycji przez całe techniczne wyposażenie w jakiejś strefie budynku. Na przykład w salonie lub sali konferencyjnej. Sterowanie za pomocą scen jest szczególnie wygodne w miejscach, które są wykorzystywane na kilka konkretnych sposobów. Na przykład: obiad, kolacja, lektura, przyjęcie, relaks. Każdej scenie jest przyporządkowany stan każdej lampy, rolety, zasłony. Przyjmowana jest zadana temperatura, działanie sprzętu audio lub wideo. Na przykład włączenie telewizora na określony program względnie odtwarzanie jakiegoś filmu. Zaplanowana scena może uwzględniać zmieniające się warunki zewnętrzne. Na przykład w miarę zapadania zmierzchu, brakująca ilość światła naturalnego jest uzupełniana

światłem sztucznym. A gdy wewnątrz będzie jaśniej niż na zewnątrz, okna zostaną samoczynnie przysłonięte przed wzrokiem obcych. Także za pomocą każdego z urządzeń sterowniczych można uruchomić sekwencję. Start następuje po naciśnięciu przycisku, ikonki lub o określonej porze dnia. Sekwencja zdarzeń bywa realizowana bezwarunkowo lub w zależności od jakichś zdarzeń. Takim działaniem może być np. następujący ciąg zdarzeń: Rano o 6:30 budzenie. Za pośrednictwem radia, telewizora czy załączenia oświetlenia. Po potwierdzeniu następuje szybkie podgrzanie łazienki i garderoby, zapewniające komfort kąpieli i przebierania się. Stan ten trwa do chwili naciśnięcia przycisku sygnalizującego opuszczenie strefy nocnej. Wtedy następuje rozbrojenie systemu alarmowego w strefie dziennej. Równocześnie może



DoorBird wideobramofon współpracujący z różnymi urządzeniami obsługowymi, spełniającymi także funkcje wideodomofonu, za pośrednictwem sieci komputerowej i protokołu SIP

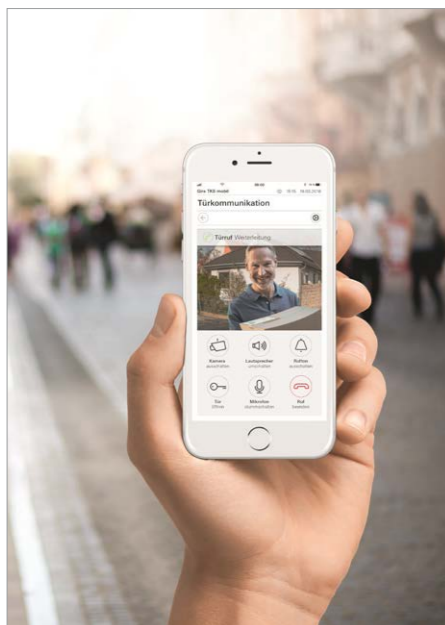
REKLAMA

**Julian Wiatr
Marcin Orzechowski**

**PORADNIK
PROJEKTANTA
ELEKTRYKA**

wydanie VI
zmienione i rozszerzone

Więcej informacji:
www.ksiegarniatechniczna.com.pl
eib@ksiegarniatechniczna.com.pl



Gira iPhone zapewnia łączność z własnym domem, rozmowę w przybliżeniu stojącym przed wejściem, a także sterowanie, np. symulację obecności



Jung Smart Control 7 umożliwia zarządzanie domowymi instalacjami, podgląd z kamer oraz wideorozmowy z przybyszami i ewentualnie wpuszczenie ich na swój teren

włączyć się ekspres do kawy lub toster, a także radio lub telewizor znajdujące się w kuchni. Po drodze, gdzie nie ma czujek ruchu lub obecności, samoczynnie włączy się oświetlenie. Oczywiście tylko na potrzebny czas. W trakcie realizacji sekwencji czujniki porównują zadany stan z rzeczywistymi warunkami. Dzięki temu, podobnie jak w scenach, gdy jest jasno, to oświetlenie nie zostanie załączone.

ABSTRACT

Control in intelligent installations

Description of the control options with use of buttons, panels, mobile devices and IP devices. The scope of integration with various systems and devices, incl. intercoms and alarm installations. Types of functions implemented by intelligent installations – individual, group or central, time and conditional control, scenes and sequences.

Keywords: smart home, KNX, building automation, BMS, HMS, management, control.

Urządzenia sterownicze

Na szczególną uwagę zasługują urządzenia sterownicze wyposażone w wyświetlacze, głośniki i mikrofony, gdyż oprócz podstawowych funkcji służą jako wideodomofony i wideointercomy. Zainstalowany w pobliżu łóżka panel lub znajdujący się na szafce nocnej tablet zapewniają komfort, szczególnie wtedy, gdy nocny gość stoi przed wejściem. Bez wstawania z łóżka można rozpoznać, kto dzwoni. I wpuścić, przeprosić lub odgonić intruza. Podobnie, gdy usłyszy się niepokojące odgłosy zza okna. Zamiast wstawać, wystarczy włączyć podgląd z kamer monitoringu lub kamer domofonowych. Obraz pojawia się samoczynnie po naciśnięciu przycisku przy wejściu, wykryciu ruchu przed domem czy zadziałaniu alarmu. Albo jest wywoływany ręcznie.

W przypadku połączenia z bramofonem, względnie wideobramofonem, zestawiane jest połączenie zapewniające oprócz podglądu dwukierunkową łączność głosową. A także ewentualnie otwarcie furtki i/lub drzwi wejściowych, aby wpuścić przybywającego. Połączenia paneli ze stacją domofonową odbywa się za pośrednictwem VoIP, zwykle z protokołem SIP. Za pośrednictwem wewnętrznej sieci LAN lub WLAN połączenia mogą być kierowane do wybranych lub wszystkich urządzeń. Takie rozwiązanie pozwala na przerzucanie rozmów do innych stacji wewnętrznych, a także na połączenia wewnętrzne między nimi. Także nadawanie głosowych komunikatów, np. wzywających domowników na obiad.

Wykorzystanie urządzeń mobilnych i bezprzewodowej sieci komputerowej rozszerza obszar działania sterowania, jak też komunikacji domofonowej na cały obszar przynależny do domu. Spędzanie czasu w ogrodzie nie odcina od domowników od sterowania całym domem oraz od kontaktu z osobami stojącymi przed furtką. A użytkownicy są zawsze na bieżąco informowani o wszelkich nietypowych sytuacjach. Zadziałaniu alarmu, przecieku wody w piwnicy czy jakiejś innej awarii. Informacje te są przekazywane w różnych formach. W postaci graficznej, dźwiękowej, za pomocą wykresów, tabel, tekstów, sygnałów ostrzegawczych. Na przykład na rzucie, widoku budynku, jego fotografii pojawiają się ikonki informujące o zdarzeniu. Od razu wiadomo, czego ono dotyczy i jakiego miejsca. Szczegółowe informacje mogą pokazywać się od razu lub po dotknięciu ikonki. Jeśli dane miejsce znajduje się w zasięgu jakiejś kamery, to pokazuje się odpowiedni obraz.

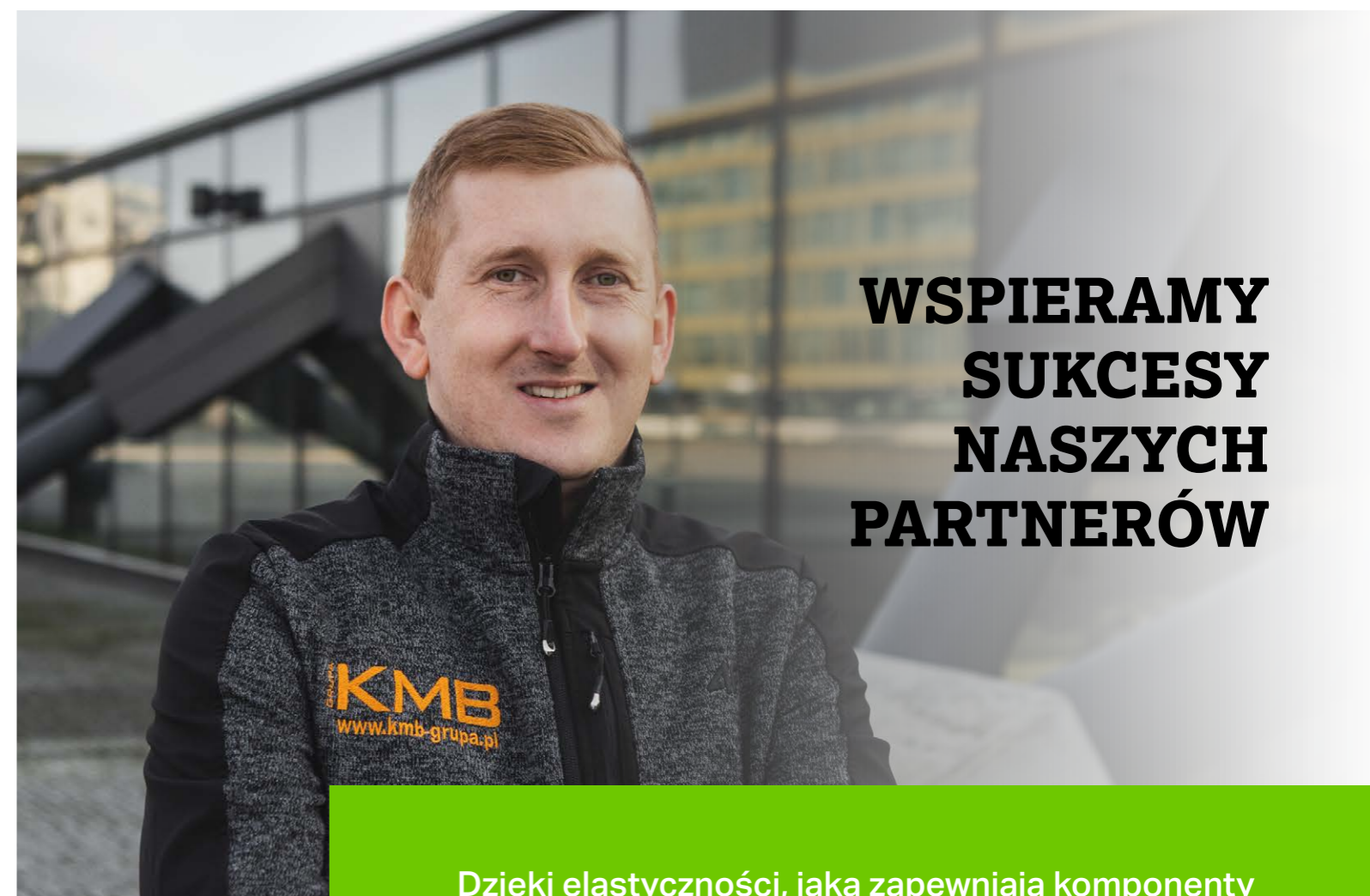
WARTO WIEDZIEĆ

Urządzenia obsługowe KNX będące jednocześnie klientami SIP mają m.in. następujące właściwości:

- » Współpraca z wieloma bramofonami i wideogramofonami korzystającymi z protokołu SIP dowolnych producentów.
- » Możliwość połączenia bezpośrednio SIP lub za pośrednictwem rejestratora.
- » Tryb kilku rozmów jednocześnie, np. z kilku wejść, do kilku abonentów.
- » Możliwość realizacji funkcji concierge.
- » Możliwość połączeń wewnętrznych, również z concierge.
- » Możliwość wywołania komunikacji z bramofonem.
- » Możliwość wywołania podglądu obrazu z kamery wideobramofonu.
- » Możliwość wyboru różnych tonów dzwonka.
- » Możliwość włączania i wyłączania dzwonka.
- » Możliwość regulacji sterowania mechanizmem otwierania drzwi sygnałami DTMF.
- » Zabezpieczenie parametryzacji hasłem poprzez dostęp przez przeglądarkę.
- » Obsługa obrazu wideo (Early Media).

Dość rzadko, jak na razie, wykorzystywaną funkcją jest geofencing. W połączeniu z panelami dotykowymi i urządzeniami mobilnymi służy do powiadamiania o miejscach pobytu domowników. Dzięki temu rozwiązaniu można ich łatwo zlokalizować. Gdy zbliżają się do domu, pojawia się informacja, kto z domowników się zbliża i kiedy (orientacyjnie) przybędzie. Dzięki temu jest czas, aby się przygotować na jego przybycie. Oczywiście, niezależnie od powiadomienia inteligentna instalacja może także zareagować w zaplanowany sposób. Odblokować dojazd, zapalić oświetlenie drogi dojazdowej lub domu.

Urządzenia sterownicze wyposażone w ekrany stanowią centra sterownicze obejmujące zasięgiem cały domy lub ich wydzielone fragmenty. W zależności od wielkości ekranu i pojemności. Z zasady są to rozwiązania bazujące na współpracy z serwerami inteligentnej instalacji wykorzystanej w danym obiekcie. Choć są też, zwykle o mniejszej funkcjonalności, urządzenia bezpośrednio przyłączone do danej magistrali sterowniczej. Na przykład KNX, który jest najbardziej rozbudowany systemem automatyki domowej.



Dzięki elastyczności, jaką zapewniają komponenty automatyki WAGO, oraz wsparciu technicznemu ich zespołu zaprojektowaliśmy i wdrożyliśmy system BMS, który spełnia wysoko postawione wymagania bezpieczeństwa i organizacji pracy tak dużego obiektu jak Dworzec Nowa Łódź Fabryczna.

Mariusz Klimczak
Dyrektor ds. Technicznych w KMB Grupa sp. z o.o.

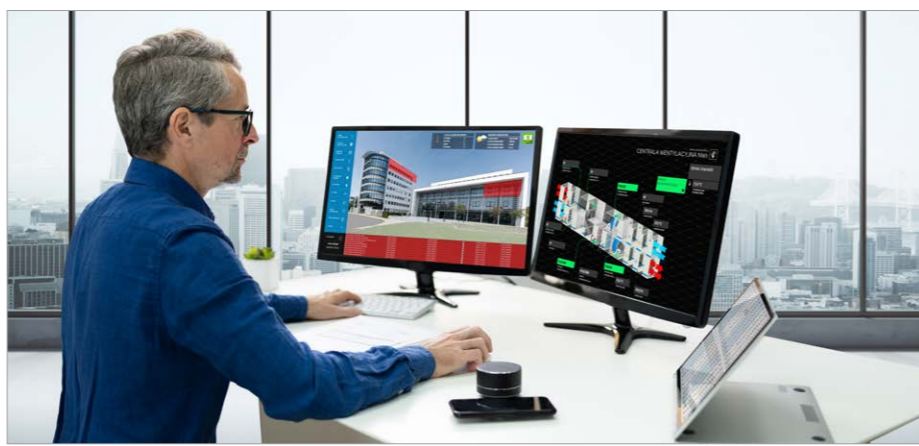


Efektywność energetyczna według dyrektywy EPBD oraz narzędzia WAGO wspierające jej osiągnięcie

Od lat współpracujemy z sektorem budownictwa zarówno w Polsce, jak i na całym świecie. Dostrzegamy kolejne wyzwania, z którymi się mierzy i, z pomocą naszych rozwiązań automatyki, staramy się pomagać w sprostaniu im. Zauważamy, że w ostatnich latach wyraźnym światowym trendem (który dotarł również do Polski) jest tworzenie budynków w jak największym stopniu samowystarczalnych i zeroemisyjnych. Wynika to z wielu czynników, takich jak większa świadomość ekologiczna, chęć oszczędności w okresie eksploatacji budynku, ale przede wszystkim, potrzeba sprostania coraz bardziej rygorystycznym wymaganiom stawianym przez ustawodawstwo i sam rynek.

Energy Performance of Buildings Directive a automatyka budynkowa

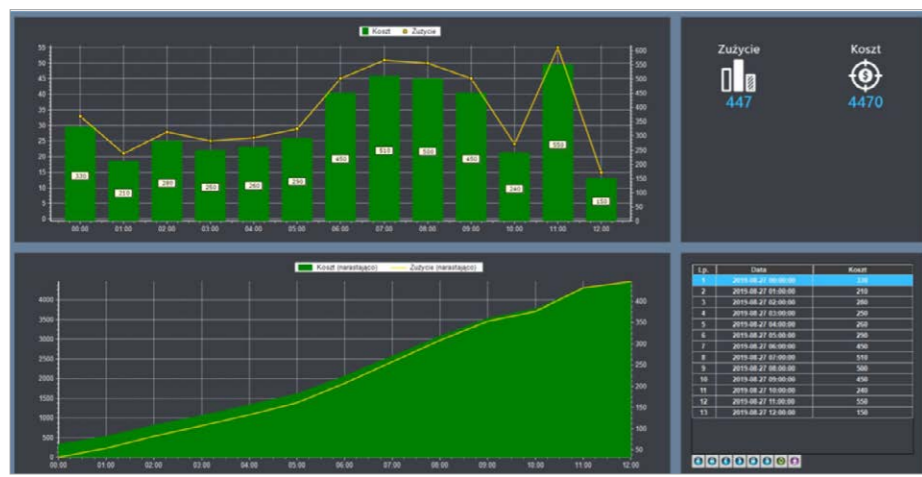
Ograniczenie zużycia energii i zmniejszenie ilości odpadów to kwestie o coraz większym znaczeniu dla Unii Europejskiej. W 2018 r. w pakiecie „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków” przywódcy Unii wyznaczyli ambitny cel dotyczący zmniejszenia zużycia energii pierwotnej o co najmniej 32,5% do 2030 r., w szczególności zmniejszenia średniego rocznego zużycia energii o 4,4% do 2030 r. Zapewnienie efektywności energetycznej coraz częściej uznaje się nie tylko za środek zapewniający zrównoważone dostawy energii, ograniczający emisje gazów cieplarnianych, zwiększający bezpieczeństwo dostaw i ograniczający wydatki na import energii, lecz także za promowanie konkurencyjności Unii w zakresie dostaw energii bezpiecznej i efektywnej. Efektywność energetyczna jest zatem strategicznym priorytetem



unii energetycznej, a Unia Europejska promuje zasadę „efektywność energetyczna przede wszystkim”.

Wrz z nowymi zapisami w dyrektywie EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*) z 2018 r., po raz pierwszy pojawiło się pojęcie „automatyki budynkowej” jako

środka do obniżenia poziomu gazów cieplarnianych poprzez efektywność energetyczną. „Automatyka budynkowa oraz monitoring elektroniczny w systemach technicznych budynków potwierdziły swoją efektywność jako zamiennik dla działań kontrolnych obsługiwanych przez pracowników, w szczególności dla rozległych systemów technicznych w budynkach, i oferują ogromny potencjał oszczędnościowy w zakresie kosztów, jak i samego zużycia energii, zarówno dla konsumentów jak i działalności biznesowej.” Dodatkowo dyrektywa nadmienia (za normą ISO 16484), że „automatyka budynkowa i system sterowania, oznaczają system zawierający sprzęt, oprogramowanie i usługi inżynierskie, które wspierają obsługę systemów technicznych w budynkach poprzez automatyczną kontrolę, ułatwiając ręczne zarządzanie tymi systemami w budynkach.” Tym samym dyrektywa wskazuje dwa istotne z punktu widzenia automatyki budynkowej cele, czyli dążenie do efektywności ener-



getycznej budynków oraz wprowadzanie ułatwień w zarządzaniu budynkami.

I Wiele funkcji, jeden system

Metoda integrująca obie wytyczne EPBD dla budynków, czyli zarządzanie efektywnością energetyczną i ułatwianie zarządzania systemami technicznymi budynku to zaawansowany system BMS. Właśnie takim rozwiązaniem jest WAGO Visu Building.

Zarządzanie technicznym systemem budynku powinno być przemyślane pod kątem efektywności energetycznej oraz uwzględniać zarządzanie wszystkimi istotnymi systemami w budynku. Sterowniki oraz oprogramowanie WAGO pozwalają zarządzać systemami HVAC, oświetleniem czy żaluzjami. Umożliwiają integrację z systemem hotelowym (PMS), parkingowym czy rezerwacji sal konferencyjnych, a także z innymi systemami stosowanymi w obiekcie jak na przykład CCTV czy SSWiN. Ponadto, co istotne w kontekście tego artykułu, pozwalają na zarządzanie i rozliczanie zużycia mediów i ciągły monitoring aktualnego poziomu zużycia. Dzięki otwartości i elastyczności rozwiązań WAGO jest możliwość zintegrowania ich z właściwym dowolnym elementem wymaganym przez zamawiającego.

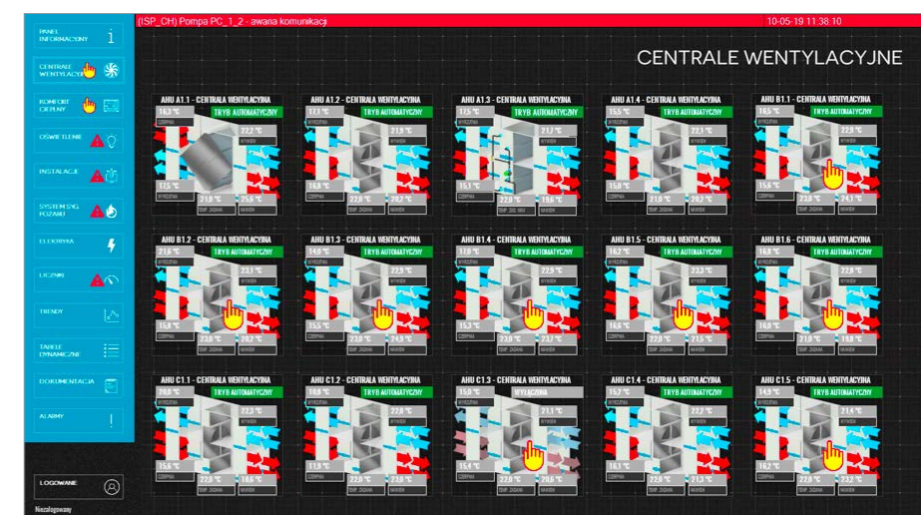
WAGO VISU BUILDING

Otwartość systemu WAGO Visu Building:

- » Standaryzacja sygnałów
- » Standaryzacja protokołów
- » Integracja z różnymi urządzeniami i instalacjami
- » Otwarte środowisko programistyczne (CoDeSys)
- » SCADA (przemysłowa stabilność)
- » Profesjonalne bazy danych
- » Otwartość na nowe pomysły i technologie
- » Ciągły rozwój

Elastyczność systemu WAGO Visu Building:

- » Kompatybilność wsteczna (licencje i sterowniki)
- » Łatwa rozbudowa instalacji
- » Łatwość implementacji protokołów
- » Małe gabaryty sterownika
- » Modułowość, ogromna skalowalność
- » Do 4000 fizycznych sygnałów
- » Od 512 do 2³² (unlimited) zmiennych
- » Dostęp przez stronę www i wersję mobilną
- » Pełna kontrola operatorów, zaawansowane alarmy i wykresy w każdej licencji WAGO Visu Building



II Do celu krok po kroku

Jedną z wytycznych EPBD, a jednocześnie funkcją zaawansowanego systemu BMS jest dbanie o efektywność energetyczną budynku. Osiągnięcie jej możemy podjąć w kilku prostych krokach, które choć proste teoretycznie, wymagają odpowiedniego czasu na implementację.

Zacząć powinniśmy po prostu od monitorowania i rozliczania zużycia energii. Odpowiednio zebrane dane pozwolą na analizę zużycia energii pod kątem jego minimalizacji i wyznaczenie metody (algorytmu), która pozwoli na obniżenie zużycia energii. Wtedy pozostaje nam implementacja algorytmu w systemie BMS, a z czasem weryfikacja jego działania poprzez porównanie danych z poprzednim okresem. Musimy pamiętać, że praca nad efektywnością budynku to proces, który wciąż trwa, nawet po zoptymalizowaniu zużycia należy regularnie monitorować wskaźniki i alarmy oraz, w razie potrzeby, wprowadzać kolejne zmiany i ulepszenia. Dzięki rozwiązaniom chmurowym możemy to robić w każdym miejscu i czasie.

Rozwiązanie dla mniejszych obiektów

Do zmniejszenia zużycia energii powinny dążyć nie tylko ogromne inwestycje, ale również mniejsze obiekty. Na takie potrzeby zostało skrojone WAGO Application Building Control, czyli wstępnie zaprogramowane rozwiązanie aplikacyjne do elastycznych zastosowań w automatyce budynkowej. Pozwala ono na prostą konfigurację i uruchomienie bez wiedzy programistycznej, która jest konieczna przy większych systemach.

Rozwiązanie zapewnia wysoką niezawodność dzięki wstępnie zaprogramowanym i przetestowanym jednostkom funkcjonalnym, a przy tym

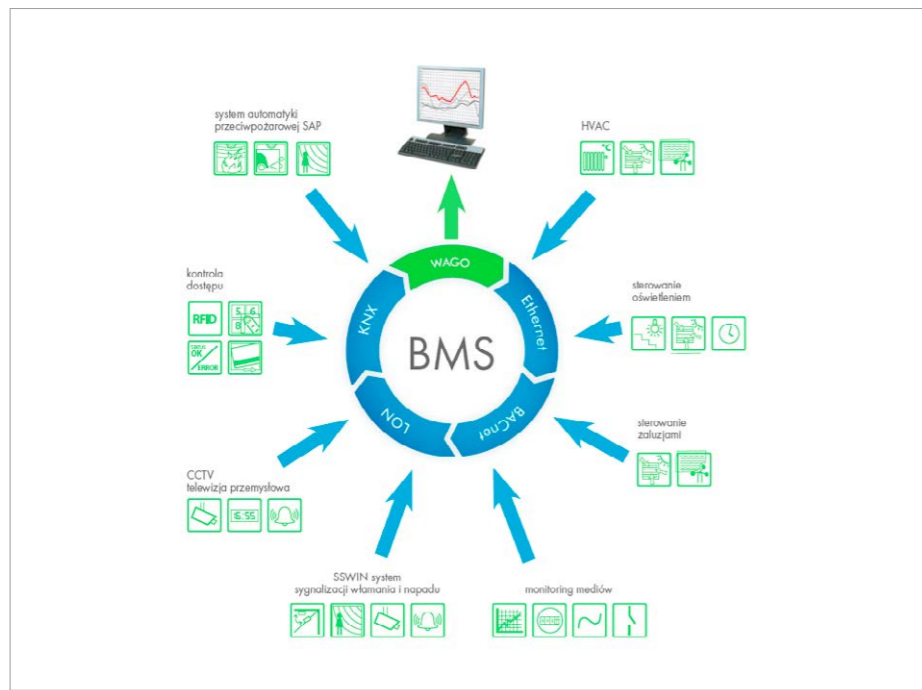
jest wygodne w obsłudze i umożliwia atrakcyjną wizualizację. Jest wysoce efektywne kosztowo dzięki szybkiemu i łatwemu uruchomieniu, jednocześnie zapewniając najważniejsze funkcje większych systemów, takie jak elastyczne definiowanie funkcji między wejściami, wyjściami i interfejsami komunikacyjnymi oraz zintegrowane monitorowanie, alarmowanie dla monitorowania wartości granicznej i stanu. Umożliwia również opcjonalne połączenie z rozwiązaniem chmurowym WAGO Building Operation & Control w celu uzyskania dostępu do wszystkich danych zdalnie, znajdując się w dowolnym miejscu na świecie.

III Jeden proces – wiele korzyści

Warto uświadomić sobie, że zastosowanie układów regulacji oświetleniem, systemów ogrzewania, klimatyzacji, wentylacji oraz zasilania urządzeń elektrycznych pozwala na znaczące zmniejszenie zużycia energii w stosunku do tradycyjnych rozwiązań oraz jest niezbędne do spełnienia wymogów norm LEED, BREEAM i DGNB. Jednak aspekt ekonomiczny to tylko jedna z przesłanek. Energooszczędność przyczynia się także do zmniejszenia emisji CO₂, a ograniczenie emisji dwutlenku węgla to wymóg, któremu musi sprostać budownictwo. Ponadto zapewniające energooszczędność systemy automatyki otwierają drogę do ubiegania się o dotacje z tytułu realizacji przedsięwzięć przyjaznych dla środowiska.

Przemysłana inwestycja – klucz do sukcesu teraz i w przyszłości

Ważne jest by projekt budynku uwzględniał nie tylko to czego firma potrzebuje w momencie stawiania konstrukcji, ale również to jak wymagania będą się zmieniać wraz z rozwojem



być skomplikowane w implementacji. Odpowiednio dobrane komponenty systemu automatyki pozwalają na znaczne uproszczenie procesu instalacji oraz skrócenie czasu realizacji na obiekcie, a co za tym idzie, pozwalają na szybsze oddanie budynku do użytku. Dzięki temu inwestor otrzymuje budynek gotowy na przyszłość, a wykonawca nie ponosi zwiększonych kosztów ze względu na dłuższy czas realizacji czy błędy instalacyjne. Budynek wykorzystuje przy tym najlepiej dobrane rozwiązania w celu osiągnięcia efektywności energetycznej.

Po więcej informacji na temat automatyki budynkowej WAGO zapraszamy na stronę <https://www.wago.com/pl/rozwiwania/technika-budynkowa> oraz do kontaktu z naszymi ekspertami.

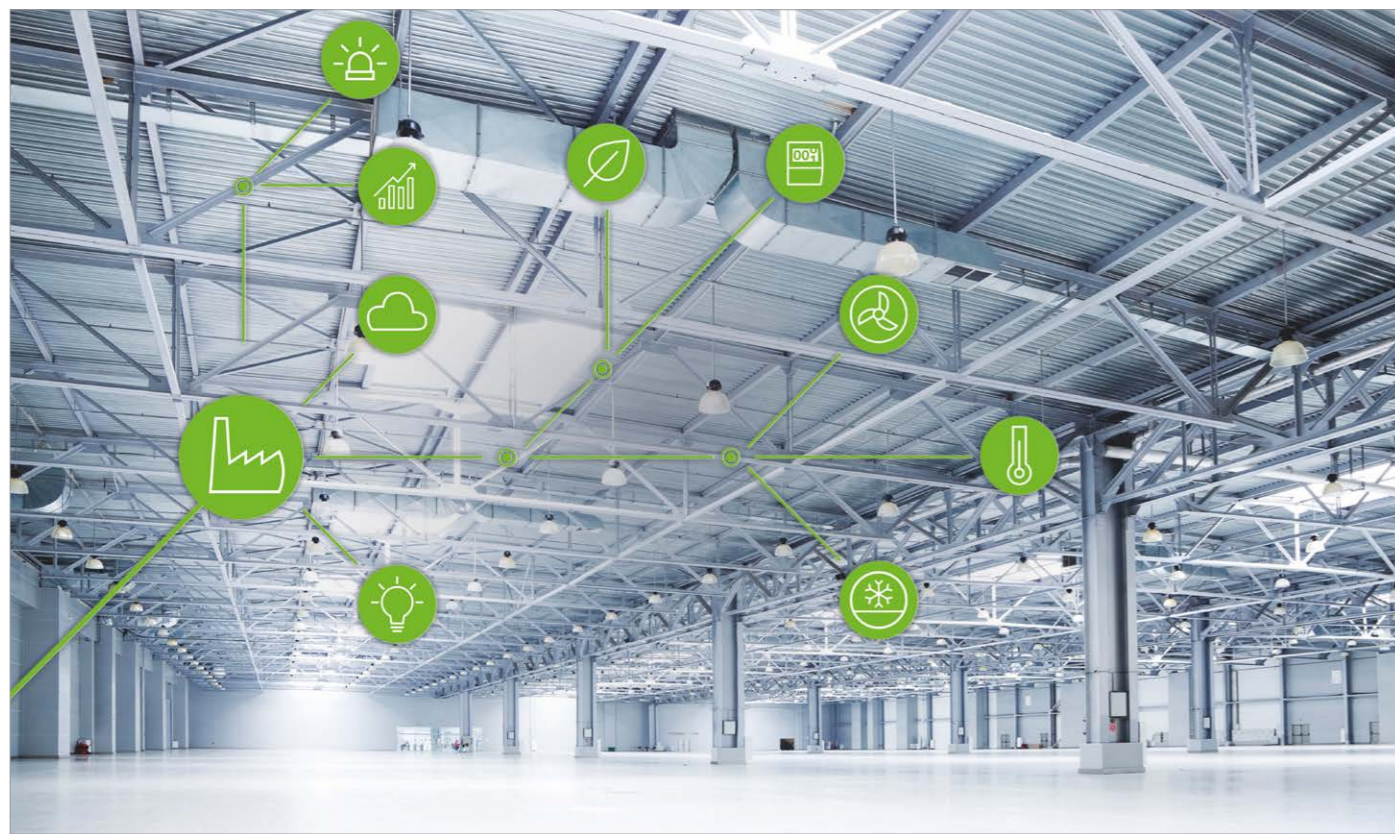
WAGO ELWAG Sp. z o.o.
50-506 Wrocław, ul. Piękna 58a
tel. 71 360 29 70, faks 71 360 29 99
wago.elwag@wago.com
www.wago.com

przedsiębiorstwa oraz kolejnymi zaostreniami norm. Konceptje techniczne uwzględniające przyszłe wymagania, a nie skupiające się tylko na tu i teraz, pozwalają uniknąć w przyszłości kosztownych zmian w całej instalacji. Dlatego warto rozpocząć koncepcję funkcjonalną budynku od odpowiedniego przemyślenia i zaprojektowania automatyki budynkowej. Naturalnie

wsparcie na całej drodze od projektu do wdrożenia oraz przy ewentualnych zmianach zapewniają eksperci automatyki budynkowej WAGO.

Dobrze dobrane rozwiązania – realizacja bez zbędnych przygód

Nowoczesne rozwiązania, mimo bycia zaawansowanymi technologicznie nie muszą



ksiegarniatechniczna.com.pl

Książki z dziedziny:

budownictwa

chłodnictwa

ciepłownictwa i ogrzewnictwa

gazownictwa

instalacji sanitarnych

ochrony środowiska

wentylacji i klimatyzacji

instalacji elektrycznych

informatyki

zarządzania i obsługi nieruchomości

oraz programy, słowniki, poradniki



elektrotechnika
instalacje
budownictwo

Księgarnia Techniczna Grupa MEDIUM

ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel.: 22 512 60 60, faks 22 810 27 42
e-mail: eib@ksiegarniatechniczna.com.pl

www.ksiegarniatechniczna.com.pl

Analiza rozwiązań instalacji inteligentnych w kontekście oszczędności energii elektrycznej

Jednym z bardzo ważnych obszarów dynamicznie i intensywnie rozwijanych w ostatnim okresie jest obszar zintegrowanych inteligentnych instalacji elektrycznych i tzw. automatyki budynkowej. Za pomocą instalacji inteligentnych można zrealizować wszystkie tradycyjne układy sterowania instalacji elektrycznej [5].

Ponadto integrują one poszczególne funkcje: sterowanie oświetleniem; sterowanie żaluzjami i roletami; sterowanie urządzeniami ogrzewania elektrycznego, takimi jak: piece, grzejniki, zawory regulacyjne, pompy obiegowe; sterowanie napędami drzwi i klap przeciwpożarowych, sygnalizacji przeciwpożarowej i urządzeniami przeciwpożarowymi; sterowanie urządzeniami komputerowymi z centralnymi lub lokalnymi urządzeniami zasilania gwarantowanego (UPS); sterowanie Systemami Sygnalizacji Włamania i Napadu i sygnalizacji obecności osób niepożądanych; sterowanie instalacjami i urządzeniami monitorującymi stan techniczny wybranych obwodów i odbiorników oraz zarządzanie energią [3]. Dodatkowo zainstalowanie takich instalacji w budynku, obok znacznej poprawy komfortu użytkownika, umożliwi racjonalizację i ograniczenie zużycia energii elektrycznej, co prowadzi do znacznych oszczędności energii elektrycznej. Takie rozwiązanie stanowi klasyczny przykład zwiększenia efektywności wykorzystania energii przez odbiorców końcowych. Poprawa efektywności energetycznej stanowi jeden z celów strategicznych polityki energetycznej i ekologicznej państwa [4].

Ogólna charakterystyka instalacji inteligentnych

Na przestrzeni ostatnich lat można zauważyć wyraźny wzrost automatyzacji zarówno w budynkach mieszkalnych, jak i w obiektach użyteczności publicznej. Wynika to nie tylko z rosnącego zapotrzebowania na komfort i wygodę, ale także z korzyści, jakie zapewnia stosowanie automatyki budynkowej pod względem zarządzania oraz oszczędności energii.

Wśród dostępnych aktualnie na rynku rozwiązań z zakresu automatyki budynkowej i domo-

wej można wyróżnić zarówno zaawansowane systemy umożliwiające zintegrowane sterowanie odbiornikami o różnym przeznaczeniu, jak i systemy dedykowane jedynie dla poszczególnych grup odbiorów o określonym charakterze, np. systemy sterowania oświetleniem czy też systemy sterowania ogrzewaniem i wentylacją lub żaluzjami/roletami. Instalacjami inteligentnymi najczęściej nazywa się systemowe rozwiązania automatyki budynkowej/domowej, umożliwiające kompleksowe sterowanie i kontrolę nad odbiornikami w danym obiekcie. Wybór pomiędzy systemem zintegrowanego sterowania a systemem dedykowanym uzależniony jest przede wszystkim od oczekiwań inwestora lub użytkownika oraz od kosztów realizacji danego rozwiązania. Niejednokrotnie okazuje się, że już zastosowanie systemu dedykowanego jest wystarczające, aby w znacznym stopniu poprawić efektywność energetyczną danego obiektu bez konieczności instalowania zaawansowanych systemów automatyki budynkowej.

Podstawowymi elementami systemów instalacji inteligentnych są programowalne urządzenia sensoryczne i urządzenia wykonawcze, które dzięki odpowiednim powiązaniom logicznym realizują zaplanowane funkcje sterowania. Urządzenia wyposażone są w mikroprocesor oraz pamięć wewnętrzną, w której przechowywane są podstawowe informacje i ustawienia dotyczące zaprogramowanych zadań i aplikacji. Urządzenia sensoryczne (sensory, czujniki) rejestrują sygnały z otoczenia, takie jak np. aktualna temperatura, wykrycie ruchu czy też zmiana położenia klawisza łącznika, a następnie informację tą wysyłają poprzez medium transmisyjne do systemu w postaci odpowiednio sformułowanego telegramu (pakietu zakodowanych danych). Urządzenia wykonawcze (aktuatory, wyrobniki) odbierają przesłane sygnały steru-

jące i wykonują zawarte w nich polecenia np. załączają oświetlenie lub opuszczają rolety. Zaplanowanie określonych funkcji sterowania wiążących ze sobą w odpowiedni sposób sensory i urządzenia wykonawcze stanowi podstawowy warunek poprawnej realizacji aplikacji związanych oszczędnością energii w danym obiekcie.

Oferowane przez wielu producentów systemy automatyki budynkowej różnią się między innymi pod względem topologii, sposobu komunikacji oraz sposobu programowania poszczególnych urządzeń i konfiguracji całej instalacji. W zależności od stosowanego protokołu komunikacyjnego i rodzaju medium transmisyjnego wśród systemów instalacji inteligentnych wyróżnić można systemy otwarte lub zamknięte oraz systemy przewodowe lub bezprzewodowe. Systemy otwarte wykorzystują tzw. otwarte standardy komunikacyjne (np. standard KNX, ZigBee, Z-Wave, EnOcean), natomiast systemy zamknięte opierają się na wewnętrznych specyfikacjach technicznych dotyczących komunikacji, a dostęp do nich jest ograniczony. Stosowanie systemów otwartych zapewnia możliwość wyboru urządzeń ze znacznie szerszej gamy produktów oraz pozwala na łączenie w jednej instalacji elementów pochodzących od różnych producentów pod warunkiem, iż są one wykonane w tym samym standardzie. W przypadku systemów za-

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wybrane rozwiązania instalacji inteligentnych niskiego napięcia, umożliwiające uzyskanie oszczędności energii elektrycznej. Przedstawiono ogólną charakterystykę systemów instalacji inteligentnych. Omówiono wybrane rozwiązania instalacji inteligentnych pozwalające na sterowanie ogrzewaniem/klimatyzacją, sterowanie oświetleniem oraz monitoring i kontrolę zużycia energii. Zwrócono szczególną uwagę na wybrane cechy i elementy tych instalacji w kontekście oszczędności energii elektrycznej.

mkniętych oferta produktowa jest ograniczona, ale zazwyczaj jest ona wystarczająca do realizacji zarówno podstawowych jak i także większości zaawansowanych funkcji sterowania.

Do grupy systemów przewodowych zalicza się systemy, które jako medium transmisyjne wykorzystują między innymi: przewód skrętki, przewody sieci zasilającej (Power Line), dodatkową żyłę przewodu instalacji konwencjonalnej, Ethernet czy też światłowody (np. systemy KNX, LCN, MyHome-SCS Bus). Systemy te znacznie częściej znajdują zastosowanie w sytuacjach, gdy elementy automatyki budynkowej zostały przewidziane już na etapie opracowywania koncepcji projektowej instalacji nowo budowanego obiektu lub gdy planowana jest gruntowna modernizacja instalacji elektrycznej już istniejącego budynku. W przypadku systemów bezprzewodowych komunikacja między urządzeniami realizowana jest zwykle za pośrednictwem fal radiowych w określonym paśmie częstotliwości (np. systemy KNX, xComfort, Fibaro, EnOcean, MyHome-ZigBee, Xta Free). Taki sposób komunikacji może wiązać się z pewnymi ograniczeniami dotyczącymi zasięgu działania urządzeń, który wynosi zwykle do kilkudziesięciu metrów i może dodatkowo ulec zmniejszeniu, gdy na drodze sygnału wystąpią ściany lub stropy stanowiące przeszkody. Zastosowanie sieci bezprzewodowej o odpowiedniej strukturze lub wykorzystanie specjalnych urządzeń (routery), które pośredniczą w przekazywaniu informacji pomiędzy powiązаныmi elementami systemu znacznie zwiększa zasięg oraz umożliwia poprawną komunikację. W większości systemów bezprzewodowych rolę urządzeń sensorycznych pełnią tzw. nadajniki radiowe, które wysyłają sygnały sterujące, natomiast odbierają je urządzenia wykonawcze zwane odbiornikami radiowymi, które realizują zaplanowane zadania. Część urządzeń w tego typu systemach zasilana jest bateryjnie, co wiąże się z koniecznością okresowej wymiany baterii lub ładowania wbudowanych akumulatorów. Systemy te zazwyczaj stanowią alternatywę dla systemów przewodowych i są stosowane w przypadkach, gdy bezpośrednia ingerencja w już istniejącą instalację elektryczną obiektu jest niepożądana lub nawet niemożliwa. Urządzenia zasilane bateryjnie mogą być montowane na dowolnych powierzchniach, co sprawia, że systemy bezprzewodowe bardzo często są stosowane także ze względów estetycznych, szczególnie w budynkach mieszkalnych. Niektóre systemy instalacji inteligentnych mają także możliwość łączenia różnych mediów transmisyjnych w obrębie jednej instalacji tworząc w ten sposób tzw.

instalację hybrydową, jednak wymaga to zastosowania dodatkowych urządzeń systemowych (np. system KNX, MyHome).

Jedną z ważniejszych cech charakterystycznych danego systemu instalacji inteligentnej jest jego topologia. Wiele systemów należy do grupy tzw. systemów magistralnych. Są to systemy, w których urządzenia połączone są ze sobą jedną wspólną linią szkieletową (magistrala), po której odbywa się komunikacja (np. systemy KNX, LCN). Urządzenia w tym przypadku są względem siebie równorzędne, a informacja wysłana przez jedno urządzenie dociera do praktycznie wszystkich elementów przyłączonych do magistrali, jednak sygnał zostanie zinterpretowany tylko przez urządzenie, do którego dana informacja była zaadresowana. Systemy magistralne najczęściej stosowane są w średnich i dużych obiektach, gdzie wymagane jest zastosowanie bardzo wielu urządzeń w celu realizacji planowanych funkcji sterowania, a instalacja elektryczna charakteryzuje się dużą liczbą obwodów o znacznych obciążeniach. Systemy te cechują się elastycznością pod względem łatwości rozbudowy oraz skalowalnością. Z powodzeniem mogą one być także stosowane w znacznie mniejszych obiektach – np. w budynkach mieszkalnych, jednak w tym przypadku nie będą one już tak opłacalne pod względem inwestycyjnym. Wśród systemów bezprzewodowych wyróżnić można systemy oparte między innymi na topologii typu mesh (siatka), w której urządzenia stanowią tzw. węzły sieci (np. system Fibaro). Zależnie od przeznaczenia urządzenia klasyfikuje się trzy typy węzłów: węzeł koordynatora, routera oraz urządzenia końcowego, które realizują w systemie różne zadania. Obowiązująca w danym systemie topologia sieci oraz parametry dotyczące metody komunikacji mają istotne znaczenie na etapie planowania instalacji ze względu na wynikające z nich ograniczenia związane z dopuszczalnymi odległościami pomiędzy poszczególnymi elementami systemu, a także samą lokalizacją pojedynczych urządzeń.

Oszczędność energii dzięki zastosowaniu instalacji inteligentnych

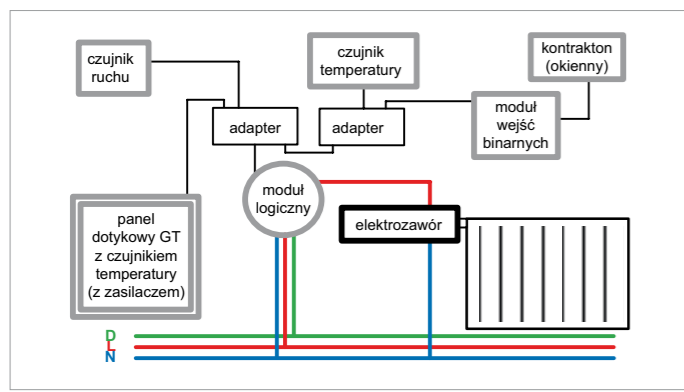
Oszczędność energii poprzez zastosowanie systemów instalacji inteligentnych opiera się przede wszystkim na wykorzystaniu szeregu różnych czujników (urządzeń sensorycznych), które na podstawie zbieranych informacji w sposób automatyczny będą sterowały odpowiednimi urządzeniami wykonawczymi, ograniczając w ten sposób konieczność ingerencji użytkownika. Często zdarza się, że to właśnie

działanie użytkownika jest główną przyczyną generowania dodatkowych kosztów związanych z nadmiernym zużyciem energii. Sytuacje takie jak np. załączone oświetlenie, mimo że nie ma nikogo w pomieszczeniu lub załączenie ogrzewania przy jednocześnie otwartym oknie, mogą powodować dodatkowe straty energii. Zastosowanie czujników oraz automatycznego sterowania pozwala na dopasowanie funkcjonowania poszczególnych instalacji w budynku do aktualnych potrzeb użytkownika przy jednoczesnej minimalizacji zużycia energii, gdy użytkownik jest nieobecny.

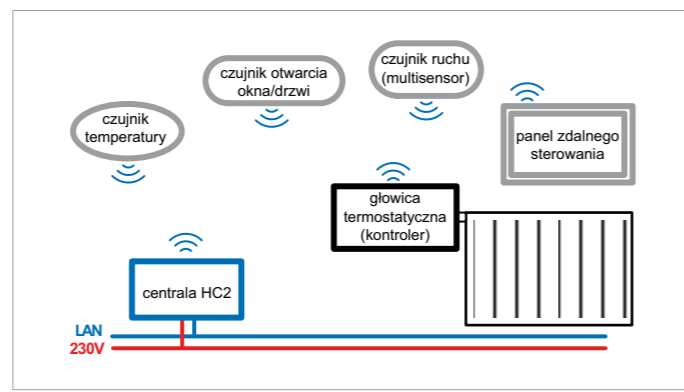
Oszczędność energii a sterowanie ogrzewaniem/klimatyzacją

W większości obiektów użyteczności publicznej oraz budynków mieszkalnych, za jedne z najbardziej energooszczędnych instalacji uznaje się instalacje związane z systemami grzewczymi i chłodzącymi. Dlatego też realizacja funkcji sterowania mających na celu optymalizację ich działania stanowi podstawę do osiągnięcia poprawy efektywności energetycznej.

Wśród najczęściej wykorzystywanych urządzeń systemów instalacji inteligentnych przy realizacji funkcji sterowania ogrzewaniem/klimatyzacją minimalizujących zużycie energii, wyróżnia się między innymi czujniki obecności. Dzięki tym urządzeniom można w sposób jednoznaczny określić czy w danej strefie lub pomieszczeniu znajduje się użytkownik. W przypadku braku wykrycia obecności praca urządzeń grzewczych może zostać zredukowana, a temperatura obniżona o kilka stopni. Zastosowanie czujników i regulatorów temperatury oraz odpowiednich zaworów i napędów do urządzeń grzewczych umożliwia precyzyjne dostosowanie warunków klimatycznych panujących w pomieszczeniu do rzeczywistych potrzeb i preferencji użytkownika. Regulatory temperatury stanowią zaawansowane urządzenia umożliwiające wybór szeregu nastaw, wbudowanych programów aplikacyjnych oraz harmonogramów czasowych. Instalacja regulatora temperatury w poszczególnych pomieszczeniach umożliwia indywidualne sterowanie w każdej z wyznaczonych stref grzewczych. Przy dodatkowym uwzględnieniu między innymi stopnia nasłonecznienia danego pomieszczenia, określonego na podstawie panujących warunków zewnętrznych (stacje pogodowe), możliwe jest także wykorzystanie naturalnych źródeł ciepła takich jak np. promieniowanie słoneczne. W pomieszczeniach, w których znajduje się duża liczba okien lub przeszklonych powierzchni, nasło-



Rys. 1. Wariant sterowania ogrzewaniem na przykładzie urządzeń systemu LCN
rys. M. Bielówka, W. Dołęga



Rys. 2. Wariant sterowania ogrzewaniem na przykładzie urządzeń bezprzewodowego systemu Fibaro
rys. M. Bielówka, W. Dołęga

nieczeniem może powodować znaczny wzrost temperatury w ich wnętrzu. W ten sposób pomieszczenia mogą zostać ogrzane do oczekiwanej wartości zadanej bez konieczności załączenia instalacji grzewczej. Natomiast w przypadku, gdy temperatura w pomieszczeniu przekroczy pożądaną wartość, system instalacji inteligentnej automatycznie wygeneruje sygnał sterujący z poleceniem opuszczenia rolet/żaluzji w celu zacielenia danego obszaru, co pozwoli na uniknięcie załączenia urządzeń klimatyzacji. Analiza gradientu zmian temperatury lub wykorzystanie czujników otwarcia okna/drzwi umożliwi automatyczną kontrolę nad pracą urządzeń grzewczych i klimatyzatorów. W przypadku gdy okno jest otwarte system instalacji inteligentnej wyłączy i zablokuje możliwość załączenia ogrzewania w okresie zimowym bądź klimatyzacji w okresie letnim. W ten sposób można uniknąć znacznych strat energii oraz dodatkowych kosztów. Stan taki jest najczęściej dodatkowo sygnalizowany przez system jako stan awaryjny (niewłaściwy) wymagający interwencji użytkownika.

Przedstawione powyżej przykłady funkcji sterowania ogrzewaniem i klimatyzacją mogą być realizowane z wykorzystaniem elementów większości systemów instalacji inteligentnych, w tym zarówno systemów przewodowych (rys.

1.), jak i bezprzewodowych (rys. 2.), niezależnie od wielkości i charakteru obiektu.

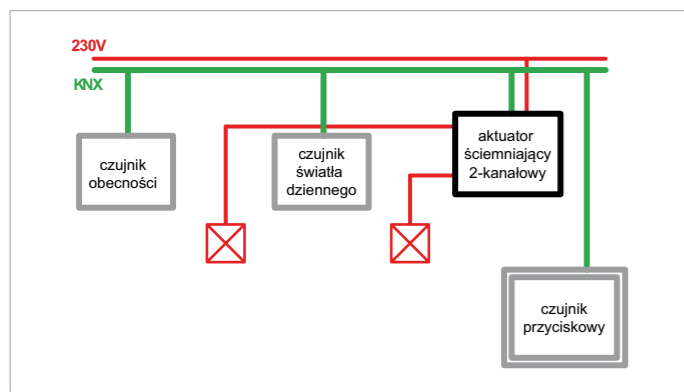
Na powyższych rysunkach przedstawiono przykładowe warianty optymalizacji zużycia energii w przypadku zastosowania elementów systemu LCN (rys. 1.) oraz systemu Fibaro (rys. 2.). Warianty te umożliwiają między innymi realizację takich funkcji sterowania jak: sterowanie manualne np. z poziomu paneli, automatyczne sterowanie temperaturą pomieszczenia z uwzględnieniem obecności użytkownika oraz otwarcia okien, czy też sterowanie czasowe.

Oszczędność energii a sterowanie oświetleniem

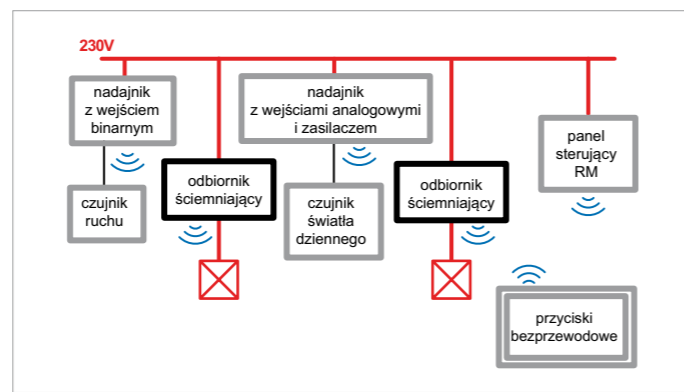
Kolejnymi instalacjami cechującymi się znacznym zużyciem energii elektrycznej, zarówno w obiektach użyteczności publicznej jak i w budynkach mieszkalnych, są instalacje oświetleniowe. Do podstawowych strategii sterowania oświetleniem, które dostarczają najwięcej korzyści pod względem poprawy efektywności energetycznej zaliczyć można między innymi: stosowanie czujników ruchu/obecności, wykorzystanie światła dziennego oraz harmonogramowanie czasowe.

Wykorzystanie czujników ruchu/obecności w znacznym stopniu ogranicza straty energii

wynikające z czynnika ludzkiego np. gdy użytkownik opuści pomieszczenie nie wyłączając przy tym oświetlenia. Oprawy oświetleniowe sterowane przez czujniki obecności załączają się automatycznie tylko wówczas, gdy pomieszczenie lub stanowisko pracy jest w danej chwili użytkowane. Natomiast w przypadku ustania ruchu lub braku obecności oprawy wygaszają się stopniowo, aż do całkowitego wyłączenia. Kolejną funkcją sterowania służącą wprowadzeniu oszczędności energii jest sterowanie z uwzględnieniem światła dziennego. Do realizacji tej funkcji niezbędne jest zastosowanie czujnika natężenia oświetlenia (czujnika światła dziennego), który mierzy aktualny poziom jasności w danym obszarze. Sygnał z czujnika jest porównywany z zadaną wartością progową, która stanowi optymalny poziom natężenia dla wykonywania określonych czynności wzrokowych. W przypadku gdy intensywność światła dziennego jest wystarczająca oprawy oświetleniowe zostaną wyłączone. Natomiast jeśli mierzone przez czujnik wartości natężenia oświetlenia będą poniżej zadanej wartości progowej, system instalacji inteligentnej automatycznie dopasuje strumień świetlny opraw, zapewniając w ten sposób doświetlenie danego obszaru do wymaganego poziomu jasności. Zmiana



Rys. 3. Wariant sterowania oświetleniem na przykładzie urządzeń systemu KNX
rys. M. Bielówka, W. Dołęga



Rys. 4. Wariant sterowania oświetleniem na przykładzie urządzeń bezprzewodowego systemu XComfort
rys. M. Bielówka, W. Dołęga

strumienia świetlnego opraw oświetleniowych jest realizowana z wykorzystaniem specjalnych urządzeń wykonawczych takich jak np. sterowniki oświetleniowe czy ściemniacze. Niektóre z tych urządzeń mogą także współpracować ze znanymi interfejsami analogowego i cyfrowego sterowania oświetleniem takimi jak np. 1-10V/0-10V, DALI, DSI, DMX. Sterowanie oświetleniem w oparciu o zaplanowane wcześniej harmonogramy czasowe najczęściej wymaga zastosowania specjalnych programatorów oraz zegarów. Oświetlenie załączane i wyłączane jest o określonych porach cyklu dobowego (tygodniowego) zgodnie ze sposobem użytkowania poszczególnych pomieszczeń.

Omówione funkcje sterowania oświetleniem mogą być realizowane z wykorzystaniem elementów większości systemów instalacji inteligentnych, niezależnie od wielkości oraz przeznaczenia danego obiektu/pomieszczenia (rys. 3. i rys. 4.).

Na rysunkach przedstawiono przykładowe warianty optymalizacji zużycia energii w przypadku zastosowania elementów wybranych systemów instalacji inteligentnych. Wariant bazujący na urządzeniach systemu KNX (rys. 3.) umożliwia między innymi realizację funkcji regulacji strumienia świetlnego opraw oświetleniowych z uwzględnieniem światła dziennego, która jest zależna od obecności użytkownika oraz sterowanie manualne z poziomu czujnika przyciskowego. Przedstawiony na kolejnym rysunku wariant (rys. 4.) dotyczy realizacji zbliżonych funkcji sterowania lecz opiera się on na wykorzystaniu elementów systemu bezprzewodowego xComfort.

Monitoring i kontrola zużycia energii

Systemy instalacji inteligentnych poza możliwościami dotyczącymi optymalnego sterowania odbiornikami pozwalają także na monitorowanie zużycia energii w obiekcie. Dzięki zastosowaniu odpowiednich urządzeń, takich jak między innymi np. specjalne serwery oraz czujniki zużycia energii, prowadzona jest obserwacja i rejestracja poziomu zużycia różnych mediów w danym obiekcie w tym także energii elektrycznej. Kontrola wykorzystania (użytkowania) pojedynczych odbiorników pozwala na precyzyjny pomiar i monitorowanie zużycia energii. Wyniki pomiarów przesyłane są z czujników do systemu w celu ich dalszej analizy i wizualizacji. Prezentacja zarejestrowanych danych realizowana jest np. za pomocą ekranów dotykowych. Zmierzone wartości prze-

chowywane są w pamięci wewnętrznej urządzeń, co pozwala na przegląd statystyk zużycia energii w różnych okresach czasu. Przykładowe urządzenia realizujące pomiar zużycia energii w różnych systemach instalacji inteligentnych przedstawiono na rysunkach poniżej (rys. 5. i rys. 6.).

Planując poprawę efektywności energetycznej poprzez zastosowanie systemów automatyki budynkowej w danym obiekcie niezbędne jest przeprowadzenie wstępnej analizy zużycia energii elektrycznej oraz pozostałych mediów. Ocena wyników wykonanej analizy umożliwi oszacowanie, które grupy odbiorników generują największe straty i pozwoli skoncentrować się na rozwiązaniach, które zapewnią ich minimalizację. W porównaniu do obiektów z instalacją konwencjonalną, wyposażenie budynku w elementy systemów automatyki zapewniające inteligentne sterowanie gwarantuje oszczędność energii. Jednak poziom potencjalnie uzyskanych oszczędności zależeć będzie przede wszystkim od parametrów samego budynku (wielkość, struktura, wykorzystane materiały budowlane) oraz od jego przeznaczenia i sposobu użytkowania. Największe oszczędności można uzyskać przy zastosowaniu rozwiązań systemowych umożliwiających realizację funkcji zintegrowanego sterowania w obiekcie. Przewodowe systemy automatyki budynkowej dużo lepiej sprawdzają się w średnich i dużych obiektach użyteczności publicznej gdzie instalacje są rozległe i wymagana jest pewność zasilania poszczególnych elementów systemu instalacji inteligentnej. W budynkach mieszkalnych natomiast zastosowanie systemów bezprzewodowych najczęściej okazuje się wystarczające do zapewnienia oszczędności energii na oczekiwanym poziomie, a ewentualna wymiana baterii w urządzeniach sensorycznych lub konieczność ładowania wbudowanych akumulatorów nie jest nadmiernie kłopotliwa.

Literatura

- Katalogi i dokumentację techniczną wybranych producentów elementów systemów instalacji inteligentnych:
- <https://www.jung.de>
 - <https://www.fibaro.com>
 - Publikacje:
 - M. Bielówka, W. Dołęga, Łączniki w instalacjach inteligentnych niskiego napięcia. IX Konferencja Aparatura Łączeniowa „ŁĄCZNIKI 2018”, Fojutowo 17–19.10.2018. Materiały Konferencyjne, Oddział Bydgoski SEP, Bydgoszcz 2018, s. 187–193.
 - W. Dołęga, Wybrane aspekty efektywności energetycznej. Polityka Energetyczna-Energy Policy Journal, tom 20, zeszyt 4, 2017, s. 67-78.
 - S. Niestępski, M. Parol, J. Pasternakiewicz, T. Wiśniewski, Instalacje elektryczne – budowa, projektowanie i eksploatacja. Wyd.2, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011.

ABSTRACT

Analysis of solutions of intelligent installations in context of electric energy savings
In this paper, selected solutions of low voltage intelligent installations making obtaining of electric energy savings possible are performed. General profile of systems of intelligent installations is performed. Selected solutions of intelligent installations which let on heat/air conditioning control, lighting control as well as monitoring and energy consumption control. Special attention is paid to selected features and elements of these installations in context of electric energy savings.



Rys. 5. Czujnik zużycia energii na przykładzie urządzeń systemu KNX [1]



Rys. 6. Adapter do gniazda elektrycznego z pomiarem zużycia energii na przykładzie urządzeń bezprzewodowego systemu Fibaro [2]

nie istotne w kontekście oszczędności energii jest sterowanie ogrzewaniem/klimatyzacją i sterowanie oświetleniem.

Wybrane aspekty techniczne i ekonomiczne zasilania odbiorców energii elektrycznej

Wymagających zwiększonej pewności dostaw energii z uwzględnieniem wykorzystania odnawialnych źródeł energii (część 1.)

Odbiorcy energii elektrycznej mają różne wymagania niezawodnościowe. Układów zasilania stosowanych w praktyce dla obiektów wymagających podwyższonej niezawodności jest również wiele. Wybór układu zasilania to najczęściej kompromis pomiędzy wymaganiami niezawodnościowymi oraz kosztami. Coraz częściej źródłem energii elektrycznej wspomagającym zasilanie podstawowe jest system fotowoltaiczny lub farma wiatrowa – ten aspekt został również omówiony w kontekście niezawodności zasilania.

Projektowanie elektroenergetycznego układu zasilania stanowi najczęściej kompromis pomiędzy niezawodnością zasilania, jakością dostarczanej energii elektrycznej oraz nakładami inwestycyjnymi oraz kosztami eksploatacji. Odbiorca chciałby, aby układ zasilania był jak najlepszy przy jak najniższych kosztach. Oczywiście jest to niemożliwe w praktyce do zrealizowania. Co gorsze, im wyższych wymagań w zakresie niezawodności wymaga dany obiekt, tym koszty rosną i to w dodatku nieliniowo – niewielki wzrost niezawodności wymaga dużych nakładów finansowych (rys. 1., rys. 2.).

Do głównych przyczyn przerw w zasilaniu w sieci niskiego napięcia zaliczyć można [9]:

- » zapady napięcia i krótkie przerwy w rozdzielczych SN o czasie nieprzekraczającym 3 sekundy – wyładowania atmosferyczne i występujące po nich zadziałanie układów samoczynnego powtórnego załączenia (SPZ) w czasie od 0,3 do 3 sekund,
- » trwałe zwarcia i uszkodzenia w urządzeniach sieci SN i nn o czasie trwania od pojedynczych minut do godzin, a nawet dni.

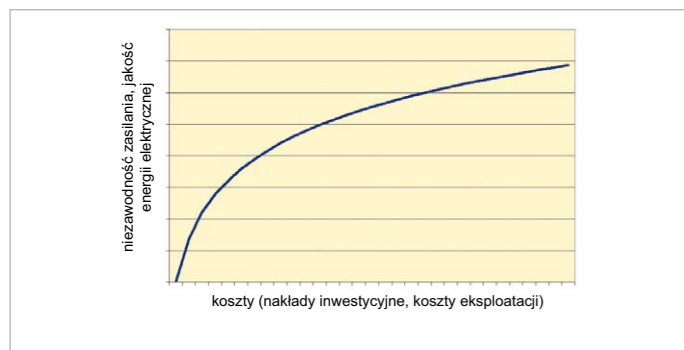
W Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2015 roku poz. 1422 z późn. zm.) można przeczytać: „budynek, w którym zanik napięcia w elektrycznej sieci zasilającej może spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, poważne zagrożenie środowiska,

a także znaczne straty materialne, należy zasilac co najmniej z dwóch niezależnych, samoczynnie załączających się źródeł energii elektrycznej” [9]. Zdefiniowane w normie PN-EN 60947-6-1 automatyczne urządzenia przełączające (ATSE, ang. *Automatic Transfer Switching Equipment*) mogą pełnić następujące funkcje automatyki elektroenergetycznej [9]:

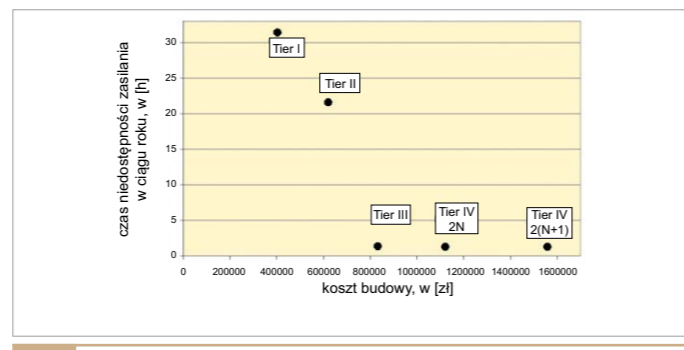
- » SZR – samoczynne załączanie rezerwy zasilania, powolne lub szybkie, również z kontrolą napięcia resztkowego,
- » SPP – samoczynne powrotne przełączenie, synchroniczne – bezprzerwowo lub powolne z przerwą napięciową,
- » PPZ/B – planowane przełączenie zasilania bez przerwy napięciowej (synchroniczne), również z kontrolą napięcia resztkowego,
- » PPZ/P – planowane przełączenie zasilania z przerwą napięciową, z kontrolą napięcia różnicowego i krótkotrwałą pracą równoległą źródeł,

STRESZCZENIE

W dwuczęściowym artykule przedstawiono wybrane aspekty techniczne i ekonomiczne zasilania odbiorców energii elektrycznej wymagających zwiększonej pewności dostaw. Omówiono układy zasilania o różnym stopniu niezawodności. Przeanalizowano możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w układach zasilania gwarantowanego.



Rys. 1. Nieliniowa zależność pomiędzy wzrostem kosztów a stopniem niezawodności zasilania i jakości energii elektrycznej rys. P. Piotrowski



Rys. 2. Czas niedostępności zasilania w ciągu roku w zależności od kosztów budowy dla poszczególnych układów zasilania w standardzie Tier (opracowanie własne) rys. P. Piotrowski

» AZZ – automatyczne załączanie zasilania.

Skutki przerw w zasilaniu mogą być bardzo odmienne w zależności od konkretnej kategorii obiektu wymagającego podwyższonej pewności dostaw energii elektrycznej. W przypadku np. przerwy w zasilaniu stadionu podczas widowiska sportowego powstają straty finansowe dla organizatorów, niezadowolenie kibiców. W przypadku zakładu przemysłowego przerwanie np. procesu technologicznego może spowodować utratę surowca, uszkodzenie urządzeń, koszty ponownego uruchomienia procesów technologicznych i inne straty finansowe. Dla niektórych obiektów, jak np. szpital, przerwa w zasilaniu może wiązać się z utratą zdrowia, a nawet życia pacjentów. Przerwa w zasilaniu np. systemu komputerowego banku oraz giełdy, stacji bazowych telefonii komórkowych lub obiektu typu data center oznacza najczęściej bardzo wysokie straty finansowe, często liczone w milionach złotych, nawet w przypadku krótkich przerw w zasilaniu obiektu. Kosztowne są również przerwy w zasilaniu dużych sklepów, galerii handlowych lub hipermarketów. Sterowanie ruchem lotniczym i kolejowym również wymaga bardzo wysokiej niezawodności zasilania z uwagi na bardzo duże koszty związane z przerwami w zasilaniu. Każdy z wymienionych obiektów musi mieć zwiększony poziom niezawodności wykorzystujący inne elementy niż jedno źródło zasilania z sieci elektroenergetycznej. W tabeli 1. przedstawiono umowne kategorie niezawodności zasilania odbiorców z sugerowanymi źródłami zasilania.

Niezawodność systemu elektroenergetycznego

Dostępność krajowej sieci elektroenergetycznej wynosi około 99,9% – oznacza to ponad 500 minut przerw w okresie 1 roku. Oczywiście wartość ta może być znacząco różna w zależności od lokalizacji. Przerwy w zasilaniu mogą mieć różne źródła. Przerwy w zasilaniu energią elektryczną w systemie elektroenergetycznym są następstwem przyczyn takich jak [16]:

- » uszkodzenie elementu elektrycznego,
- » wadliwe działanie automatyki zabezpieczeniowej,
- » błędy w operacjach łączeniowych oraz eksploatacyjnych personelu,
- » wykonywanie prac remontowo-konserwacyjnych,
- » ograniczenia w produkcji mocy – deficyt mocy.

Czas przerwy w dostawie energii jest to okres od momentu powstania awarii, do czasu po-

Umowna kategoria	Dopuszczalne przerwy w zasilaniu	Źródło zasilania	Przykłady odbiorców
I – podstawowa	Dziesiątki minut	Pojedyncza linia promieniowa z sieci elektroenergetycznej	Domy jednorodzinne na terenach wiejskich i w rzadkiej zabudowie miejskiej, nieduże budynki mieszkalne
II – średnia	Dziesiątki sekund	Pojedyncza linia + zespół prądotwórczy	Wysokie budynki mieszkalne
III – wysoka	Sekundy	Dwie niezależne linie lub dwie niezależne linie + zespół prądotwórczy	Duże hotele, szpitale, stacje radiowe i TV, dworce kolejowe i porty lotnicze, procesy technologiczne (papierniczy, cukrowniczy, hutnictwo, chemiczny, nuklearny)
IV – najwyższa	Zasilanie bezprzerwowe	Dwie niezależne linie + zespół prądotwórczy + zasilacze bezprzerwowe UPS do długotrwałego obciążenia	Sale operacyjne szpitali, systemy sterowania ruchem lotniczym i kolejowym, stacje bazowe telefonii, systemy komputerowe banków i giełd

Tab. 1. Umowne kategorie niezawodności zasilania odbiorców. Opracowano na podstawie [9]

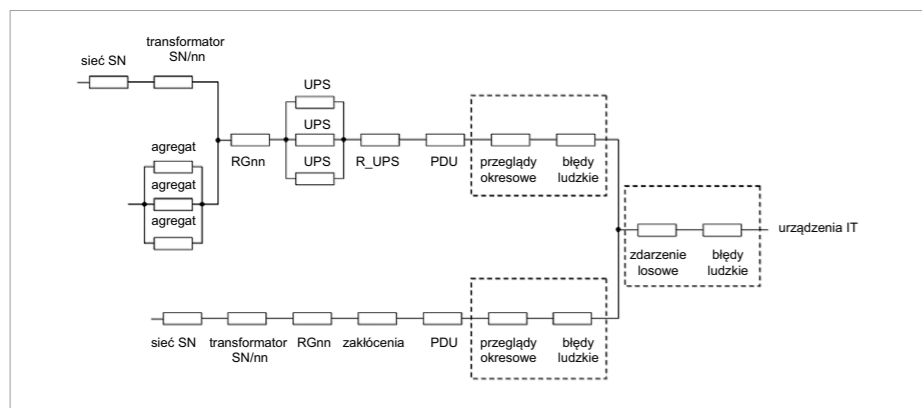
nowego zasilania odbiorcy w energię. Dzięki automatyce zabezpieczeniowej czasy te są (typowo) znacznie krótsze od czasu trwania awarii elementu. Jest to możliwe dzięki rezerwowaniu się ciągów zasilania. W przypadku braku rezerwowania ciągów zasilania czas trwania przerwy nie zmniejszy się.

Określoną niezawodność mają również elementy sieci elektroenergetycznej. Przyjmując, że system elektroenergetyczny jest to zbiór urządzeń i instalacji, połączonych i współpracujących ze sobą w celu wytworzenia, przesłania, rozdziału i odbioru energii elektrycznej, to

niezawodność systemu jest bardzo skomplikowanym zagadnieniem [15, 16]. W systemie elektroenergetycznym możemy wyróżnić układy zasilania oraz sieć elektroenergetyczną składającą się z wielu elementów, przykładowo: linii energetycznych, transformatorów różnej mocy, łączników, szyn zbiorczych, przekładników: prądowych i napięciowych oraz innych elementów sieci, współpracujących ze sobą w celu zapewnienia ciągłości zasilania. Niezawodność zasilania zależy zarówno od niezawodności poszczególnych elementów sieci, jak również od niezawodności całego układu. Niezawodność

Lp.	Urządzenie	Jednostka	Częstość zakłóceń własnych	Średni czas trwania zakłócenia
			uszk./100j*a	h/uszk.
1.	Linie napowietrzne 110 kV	Km	1,5	6,0
2.	Linie napowietrzne 15 kV	Km	2,5	13,7
3.	Linie kablowe SN	Km	25,0	59,0
4.	Linie napowietrzne nn	Km	15,0	4,0
5.	Linie kablowe nn	Km	6,0	12,0
6.	Transformatory 110 kV/SN	szt.	6,0	12,0
7.	Transformatory SN/im	szt.	4,8	29,2
8.	Wyłączniki 110 kV	szt.	3,0	6,0
9.	Wyłączniki SN	szt.	13,2	5,5
10.	Wyłączniki nn	szt.	0,15	3,00
11.	Odlączniki 110 kV	szt.	0,8	4,0
12.	Odlączniki SN	szt.	0,55	8,70
13.	Odlączniki nn	szt.	0,8	3,0
14.	Szyny zbiorcze 110 kV	Pole	4,0	4,0
15.	Szyny zbiorcze SN	Pole	0,32	9,80
16.	Szyny zbiorcze nn	Pole	1,0	3,0
17.	Przekładniki napięciowe 110 kV	szt.	0,7	4,0
18.	Przekładniki napięciowe SN	szt.	2,98	25,30
19.	Przekładniki prądowe SN	szt.	0,88	21,20

Tab. 2. Wskaźniki zawodności elementów sieci elektroenergetycznej [15]



Rys. 3. Schemat struktury niezawodności dla układu zasilania opartego na standardzie Tier III [18]

urządzenia jest znacznie niższa niż niezawodność poszczególnych jego elementów. W **tabeli 2** przedstawiono wskaźniki zawodności elementów sieci elektroenergetycznej.

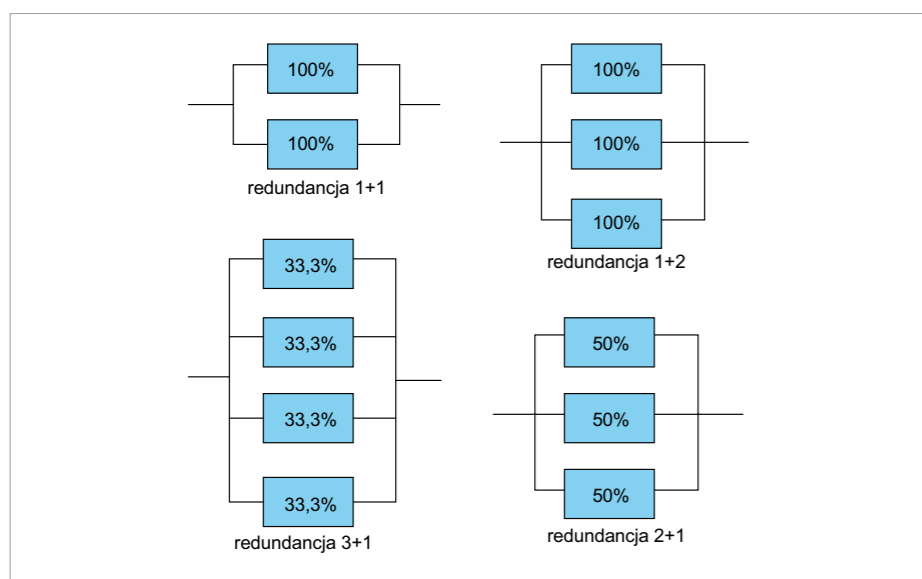
Dla poszczególnych elementów sieci wskaźniki zawodności elementów są szacowane na podstawie statystyk awaryjności [15]. Częstość awaryjności elementu szacowana jest na 100 sztuk danego elementu lub na 100 kilometrów, w ciągu roku. Uszkodzenia obiektów dzielimy na dwa podstawowe typy: uszkodzenia nagłe, zwane całkowitymi lub katastroficznymi, oraz uszkodzenia częściowe, zwane parametrycznymi. Różnica pomiędzy wymienionymi typami uszkodzeń polega na szybkości przebiegu uszkodzenia. Podczas powstawania uszkodzenia katastroficznego następuje natychmiastowe wyłączenie urządzenia i jego zatrzymanie. Występują wtedy wysokie straty, a czynnikami takich włączeń są zazwyczaj sytuacje losowe. Uszkodzenie parametryczne nie powoduje natychmiastowego wyłączenia urządzenia, a naprawa może przebiegać w sposób zaplanowany.

Oczywiście niezawodność systemu elektroenergetycznego ma istotny wpływ na pewność dostaw energii elektrycznej do odbiorców końcowych w zasilanym budynku. Im mniejsza niezawodność systemu, tym bardziej wyrafinowane układy zasilania rezerwowego należy zastosować, aby pewność zasilania była dostatecznie wysoka. Schemat struktury niezawodności z widocznymi elementami zasilania rezerwowego dla układu zasilania opartego na standardzie Tier III dla obiektu typu data center przedstawiono na **rysunku 3**.

Urządzenia zasilania rezerwowego

Wyróżnić można następujące urządzenia zasilania rezerwowego [22]:

1. niezależna (druga) linia elektroenergetyczna WN, SN lub ewentualnie nn,
2. zespoły prądoworcze,
3. baterie akumulatorów,
4. układy zasilania bezprzerwowego (UPS),
5. koła zamachowe,



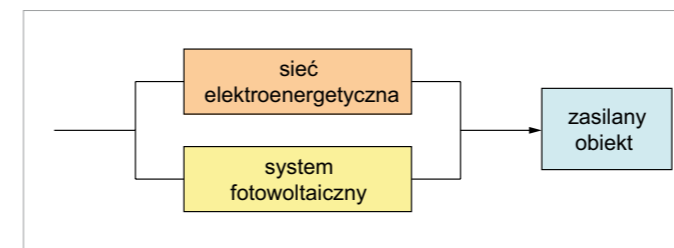
Rys. 4. Przykłady redundancji czynnej grupy UPS-ów przystosowanych do pracy równoległej. Opracowanie własne

6. superkondensatory,
7. nadprzewodnikowe magnetyczne zasobniki energii,
8. kompresyjne zasobniki energii,
9. OZE (?).

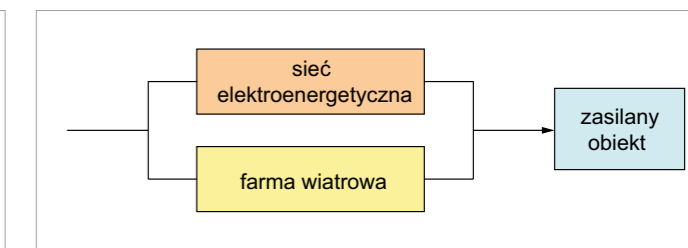
W praktyce w celu zwiększenia niezawodności zasilania budynków zdecydowanie najczęściej wykorzystywane są niezależne linie elektroenergetyczne, zespoły prądoworcze oraz zasilacze UPS. W celu zwiększenia niezawodności zespoły prądoworcze oraz zasilacze UPS łączone są w układy równoległe. Przy czym układy równoległe mogą zwiększać niezawodność lub wynikać z konieczności pokrycia zapotrzebowania na moc (więcej niż jedno urządzenie zapewnia 100% zapotrzebowania na moc). Ilustruje to **rysunek 4**. – przykłady redundancji czynnej grupy UPS przystosowanych do pracy równoległej.

Znaczna część zaników napięcia w systemach sieci elektrycznych trwa krócej niż kilka sekund [21]. Zaniki i zapady napięcia są najczęściej związane z wylądowaniami atmosferycznymi lub innymi skutkami zmieniającej się pogody. Trwające kilka sekund braki w zasilaniu spowodowane są działaniem automatyki zabezpieczeniowej oraz SPZ. Dłuższe przerwy trwające od kilku minut poprzez godziny do dni stanowią zaledwie kilka procent wszystkich zaburzeń. Patrząc na problem z tej perspektywy uzasadnione staje się poszukiwanie zasobników dużej mocy mogących w krótkim czasie przejąć zasilanie dużego obciążenia. Zadaniem takiego zasobnika jest stałe wspieranie źródła zasilania i łagodzenie skutków zaburzeń napięcia [21]. Urządzenia takie nazywa się **dynamicznymi zasobnikami energii** i wymaga się od nich niezawodności działania przy dużej liczbie cykli ładowań i rozładowań, niskich kosztów eksploatacji, prostego i taniego recyklingu oraz niskiej ceny produkcji. Należą do nich nadprzewodnikowe zasobniki energii oraz superkondensatory.

Nadprzewodnikowe zasobniki energii gromadzą energię za pomocą cewek o bardzo dużej indukcyjności przewodzących prąd stały [21]. Cewki te schładzane są w ciekłym helu lub azocie, dzięki czemu przepływ prądu odbywa się praktycznie bez strat. Zasobnik ten ma bardzo dużą sprawność, a utrzymanie w nim energii przez dłuższy czas jest łatwo osiągalne. W chwili zapotrzebowania na energię prąd cewki może być łatwo przekształcony na prąd przemienny. Utrzymanie stanu nadprzewodzenia wymaga zaawansowanego układu chłodzenia w związku z tym układy nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego są nadal w fazie badań.



Rys. 5. Równoległa struktura niezawodnościowa sieci elektroenergetycznej oraz systemu fotowoltaicznego rys. P. Piotrowski



Rys. 6. Równoległa struktura niezawodnościowa sieci elektroenergetycznej oraz farmy wiatrowej rys. P. Piotrowski

Superkondensatory są to urządzenia o specjalnej konstrukcji mogące uzyskać ekstremalnie duże pojemności rzędu setek faradów [21]. Możliwe jest to dzięki zastosowaniu specjalnych materiałów o bardzo dużej powierzchni czynnej i małej odległości między elektrodami. Ze względu na cechy superkondensatora stosowany jest on jako urządzenie pośrednie pomiędzy kondensatorem a akumulatorem. Ma on dużo lepszą dynamikę niż akumulator, jednak o rząd mniejszą pojemność. Podobnie jak akumulator gromadzi on energię elektryczną i podobnie jak kondensator może w szybki sposób oddawać i pobierać moce. W celu zwiększenia pojemności stosuje się szeregowo oraz równoległe połączenia. Superkondensatory pokrywają głównie braki energii podczas zaników i zapadów napięcia w sieci.

OZE jako element zwiększający niezawodność

Od kilku lat intensywnie powstają w Polsce lokalne źródła OZE produkujące energię elektryczną. Powstaje pytanie, czy i na ile mogą one zwiększyć dostępność sieci elektroenergetycznej. Po pierwsze, aby mogły stanowić alternatywne źródło zasilania w przypadku awarii zasilania z systemu podstawowego, moc takiego systemu PW lub farmy wiatrowej musi być znacznie przewymiarowana w stosunku do mocy zapotrzebowanych w obiekcie (moce znamionowe są bardzo rzadko osiąganym w tego typu elektrowniach).

System fotowoltaiczny pracuje średnio z mocą 25% mocy znamionowej systemu – oznacza to konieczność 4-krotnego przewymiarowania systemu fotowoltaicznego. Stanowi to bardzo duży koszt inwestycyjny. Przykładowo, jeśli wymagana moc w zasilanym budynku wynosi 0,25 MW (niewielki obiekt typu data center), to należałoby zbudować system fotowoltaiczny o mocy co najmniej 1 MW (0,25 MW × 4).

Przy dużych inwestycjach koszt jednego kW będzie w przeliczeniu znacznie niższy, niż w przypadku niewielkich farm [19]. W elektrowni o mocy 1 MW koszt paneli wyniesie około 2

milionów złotych, stanowiąc około połowy całkowitego kosztu budowy. Kolejnym nieodzownym elementem instalacji fotowoltaicznej są inwertery – koszt zakupu szacowany jest na około 800 tysięcy złotych dla instalacji o mocy 1 MW. Drugim po panelach głównym kosztem inwestycji będzie koszt prac konstrukcyjnych, obejmujący prace ziemne oraz instalację konstrukcji wsporczej i samych modułów. Jest to koszt rzędu około miliona złotych dla farmy o mocy 1 MW. Do samych kosztów budowlanych należy również doliczyć koszt instalacji ogrodzenia i systemu monitoringu, wynoszący około dwustu tysięcy złotych dla farmy o podanej mocy. Obok samego kosztu budowy farmy fotowoltaicznej, inwestor ponosi również koszt przyłączenia jej do sieci średniego napięcia. Koszt ten zależy od lokalizacji elektrowni i odległości do najbliższej linii elektrycznej. Cena przyłączenia do sieci różni się również w zależności od całkowitej mocy farmy. Niewielkie instalacje o mocy nie przekraczającej kilkudziesięciu kW mogą być podłączone bezpośrednio do linii niskiego napięcia, dzięki czemu koszt przyłącza będzie znacznie niższy. W przypadku dużych inwestycji, których moc przekracza kilka MW należy się liczyć z koniecznością wykonania przyłącza do linii wysokiego napięcia, co znacznie zwiększy

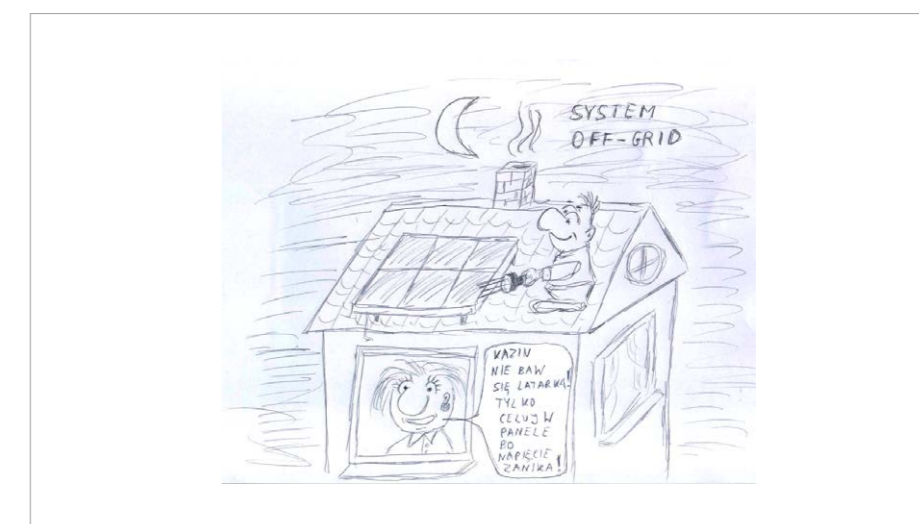
koszty. Z możliwości darmowego przyłączenia do sieci mogą korzystać jedynie właściele małych instalacji, o mocy nieprzekraczającej 40 kW. Koszt przyłączenia większych inwestycji komercyjnych dzielony jest po połowie między inwestora i zakład energetyczny, dotyczy do jednak wyłącznie instalacji o mocy do 5 MW. Powyżej tego progu inwestor ponosi cały koszt samodzielnie [19].

W Polsce wg statystyk występuje od 1400 do 1900 godzin słonecznych rocznie (32%–43% czasu między wschodem a zachodem). Oznacza to, że dostępność systemu fotowoltaicznego to około 18,8% (1650 h/8760 h * 100%) w ciągu roku.

Przyjmując, że sieć elektroenergetyczna ma dostępność 99,90%, natomiast system fotowoltaiczny ma dostępność 18,80% możemy obliczyć dostępność takiego systemu zasilania w połączeniu równoległym (wzór 1). Równoległa struktura niezawodnościowa sieci elektroenergetycznej oraz systemu fotowoltaicznego została przedstawiona na **rysunku 5**.

$$\text{Dostępność} = 1 - (1 - 0,999)(1 - 0,188) = 0,999188 \quad (1)$$

Z obliczeń wynika, że zastosowanie systemu fotowoltaicznego zwiększa dostępność syste-



Rys. 7. „Niezwadny” układ zasilania z wykorzystaniem systemu fotowoltaicznego „z przymrużeniem oka”. Opracowanie własne

mu z 99,9% do 99,9188%. Oznacza to zmianę niedostępności w okresie roku z 525 minut do 427 minut (zmniejszenie liczby godzin niedostępności systemu o 19%). Wzrost niezawodności oczywiście nastąpił ale relatywnie niewielki przy bardzo dużych nakładach inwestycyjnych (ponad 4 mln zł). Należy podkreślić, że są to tylko przybliżone obliczenia – w ciągu roku występuje dość dużo godzin pomiędzy wschodem a zachodem słońca, gdy produkcja jest mniejsza niż 25% mocy nominalnej, a tylko taka wartość gwarantuje pełne pokrycie zapotrzebowania na moc.

W przypadku farmy wiatrowej produkcja odbywa się przez 67% godzin w roku, czyli dostępność energii elektrycznej wynosi 0,67. Warto zwrócić uwagę na fakt, że średnia wartość produkcji to około 10% mocy znamionowej (obliczenia dla okresów produkcji z pominięciem okresów, gdy produkcji nie występuje). Oznacza to konieczność co najmniej 10-krotnego przewymiarowania mocy. Przykładowo, jeśli wymagana moc w zasilanym budynku wynosi 0,25 MW (niewielki obiekt typu data center) to należałoby zbudować farmę wiatrową o mocy co najmniej 2,5 MW (0,25 MW × 10). Budowa instalacji wiatrowych w naszym kraju kosztuje około 5–7 mln zł za 1 MW zainstalowanej mocy – wynika z raportu o energetyce wiatrowej w Polsce, który powstał przy współpracy Polskiej Agencji Informacji i Inwestycji Zagranicznych [21]. Największy koszt to sama turbina wiatrowa – około 80% inwestycji. Pozostałe wydatki to m.in.: budowa dróg dojazdowych i fundamentów pod konstrukcję (w sumie 7% kosztów). Inwestor musi również w wydatkach uwzględnić koszty przyłączenia do sieci (około 6%), koszt projektu (około 4%);

w przypadku farm wiatrowych dochodzi jeszcze wewnętrzna sieć energetyczna (1%) oraz m.in. ubezpieczenie (1%). Zatem koszt farmy wiatrowej o mocy 2,5 MW to około 15 mln zł (2,5 MW × 6 mln zł).

Przyjmując, że sieć elektroenergetyczna ma dostępność 99,90%, natomiast farma wiatrowa ma dostępność 67,00% możemy obliczyć dostępność takiego systemu zasilania w połączeniu równoległym (wzór 2). Równoległa struktura niezawodnościowa sieci elektroenergetycznej oraz farmy wiatrowej została przedstawiona na **rysunku 6**.

$$\text{Dostępność} = 1 - (1 - 0,999)(1 - 0,670) = 0,99967 \quad (2)$$

Z obliczeń wynika, że zastosowanie farmy wiatrowej zwiększa dostępność systemu z 99,9% do 99,967%. Oznacza to zmianę niedostępności w okresie roku z 525 minut do 173 minut (zmniejszenie liczby godzin niedostępności systemu o 67%). Wzrost niezawodności oczywiście nastąpił znacznie większy niż w przypadku systemu fotowoltaicznego ale przy bardzo dużych nakładach inwestycyjnych. Należy podkreślić, że są to tylko przybliżone obliczenia – w ciągu roku występuje dość dużo godzin, gdy produkcja jest mniejsza niż 10% mocy nominalnej, a tylko taka wartość gwarantuje pełne pokrycie zapotrzebowania na moc.

Układy zasilania o zwiększonej niezawodności

W zależności od indywidualnych wymagań (kategoria odbiorów) dotyczących pewności zasilania należy wybrać:

- » odpowiedni układ zasilania o określonym stopniu pewności zasilania,

» opcjonalnie odpowiednie źródła zasilania awaryjnego i gwarantowanego o określonym stopniu niezawodności (liczba i typ zasilaczy bezprzerwowych UPS, liczba i typ zespołów prądowców).

Wartość napięcia zasilającego zależy od mocy zainstalowanych odbiorników w obiektach budowlanych [6]:

- » odbiorniki o mocy poniżej 0,25 MW zasilają się napięciem 230/400 V,
- » odbiorniki o mocy powyżej 0,25 MW i poniżej 5 MW zasilają się napięciem SN (15 kV/20 kV),
- » odbiorniki o mocy od 5 MW do 50 MW zasilają się napięciem SN lub napięciem 110 kV,
- » odbiorniki o mocy powyżej 50 MW i poniżej 150 MW zasilają się napięciem 220 kV,
- » odbiorniki o mocy ponad 150 MW zasilają się napięciem 220 kV lub wyższym.

Przykłady układów zasilania z sieci niskiego napięcia bez zasilania bezprzerwowego o podwyższonej pewności zasilania

W przypadku obiektów budowlanych o mocy poniżej 0,25 MW, które nie wymagają wysokiej pewności zasilania, stosowane są układy zasilania o różnej, ale dość niskiej pewności zasilania. Niezawodność klasycznego układu zasilania z sieci niskiego napięcia można zwiększyć, gdy stacja transformatorowa jest włączona w linię magistralną o dwustronnym zasilaniu z dwóch GPZ (**rys. 8**). Najwyższą pewność zasilania z sieci niskiego napięcia posiada układ przedstawiony na **rysunku 9**. Odbiorca jest zasilany dwiema liniami niskiego napięcia wyprowadzonymi z dwóch różnych stacji transformatorowych, przy czym stacje transformatorowe

zasilane są liniami promieniowymi 15 kV (nie liniami magistralnymi) wyprowadzonymi z różnych GPZ [23].

Przykłady układów zasilania z sieci średniego napięcia bez zasilania bezprzerwowego

W przypadku obiektów budowlanych o mocy powyżej 0,25 MW i poniżej 5 MW, stosowane są układy zasilania o różnej pewności zasilania. Zasilanie odbiorców z sieci średniego napięcia odbywa się najczęściej przez tzw. stację PZO (Punkt Zdawczo-Odbiorczy). Najczęściej spotykanym w praktyce jest układ, w którym stacja PZO zasilana jest z dwóch linii magistralnych 15 kV, wyprowadzonych z dwóch różnych GPZ (obydwie stacje GPZ zasilane są z linii magistralnej 110 kV [1]). Układ przedstawiono na **rysunku 10**. Najwyższą pewność zasilania z sieci średniego napięcia gwarantuje układ przedstawiony na **rysunku 11**. Odbiorca jest w tym przypadku zasilany dwiema liniami promieniowymi 15 kV, wyprowadzonymi z dwóch różnych GPZ, z pominięciem typowego układu PZO [1]. GPZ są zasilane z oddzielnych linii 110 kV wyprowadzonych ze stacji NN/110 kV lub ze stacji przy elektrowni.

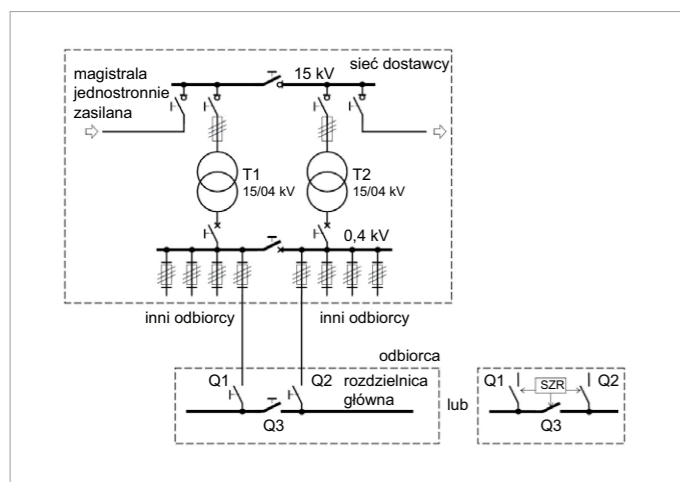
Przykłady układów zasilania obiektów budowlanych z zasilaniem bezprzerwowym

Do elementów istotnych z punktu widzenia poprawy pewności zasilania obiektów budowlanych należą: zwiększanie liczby linii zasilających, rezerwa utajona (różnica między mocą znamionową zespołów wytwórczych a mocą pobieraną przy typowym obciążeniu), sekcjonowanie szyn zbiorczych lub stosowanie rezerwowych źródeł zasilania w postaci zespołów prądowców i zasilaczy UPS. Elementem zwiększającym szybkość przełączeń i skrócenie przerw zasilania są układy automatyki SZR [24]. Zapewnienie bardzo wysokiej niezawodności dostaw energii elektrycznej przy jednej linii zasilającej wymaga bardzo dużych nakładów inwestycyjnych [24]. Wysoki poziom niezawodności układu uzyskuje się natomiast stosunkowo niskim kosztem dzięki zwiększeniu liczby ciągów zasilających.

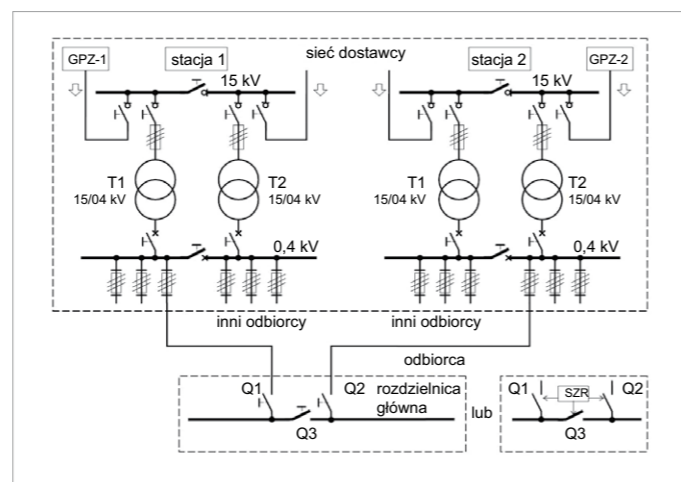
W praktyce często spotykanym układem zasilania obiektów budowlanych o mniejszej mocy przyłączeniowej wymagającym większych niż standardowe wymagań niezawodnościowych jest układ z zasilaniem podstawowym uzupełnianym o jeden zespół prądowców. Układ

zasilania przedstawiono na **rysunku 12**. Moc zespołu prądowców powinna być tak dobrana, aby zapewnić zapotrzebowanie na moc całego obiektu lub odbiorników, które względnie potrzebują ciągłości zasilania. Rozwiązanie to realizowane jest w oparciu o układ automatyki SZR lub tzw. przełącznik „sieć-agregat”. Pierwsze rozwiązanie stosowane jest w przypadku, kiedy dopuszczalna przerwa ma być maksymalnie krótka, natomiast drugie rozwiązanie dopuszcza dłuższą przerwę w zasilaniu [25].

Układy zasilania budynków szpitalnych składają się z zasilania podstawowego oraz rezerwowanego (bezprzerwowo) dla wybranych odbiorów. Zasilanie podstawowe realizowane jest najczęściej przez doprowadzenie do budynku zasilania z dwóch różnych stacji SN/nn zasilanych (najlepiej) z dwóch różnych kierunków (GPZ-ów) [26]. Przy głównym złączu budynku powinien być zainstalowany SZR połączony z rozdzielnią główną budynku. W rozdzielni tej wydziela się obwody odbiorników III kategorii zasilania oraz kolejny obwód SZR, przeznaczony do współpracy z zespołem prądowców stanowiącym awaryjne źródło zasilania.



Rys. 8. Układ ze zwiększoną pewnością zasilania z sieci elektroenergetycznej. Dwie linie niskiego napięcia zasilające odbiorcę wyprowadzone ze stacji dwustronnie transformatorowej, lecz zasilane jedną magistralą 15 kV. Opracowano na podstawie [23]

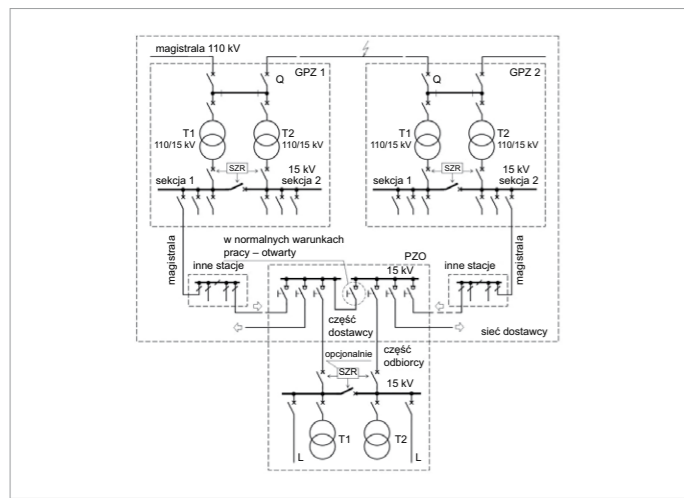


Rys. 9. Układ ze znacznie zwiększoną pewnością zasilania z sieci elektroenergetycznej z dwiema liniami niskiego napięcia, wyprowadzonymi z dwóch różnych stacji transformatorowych. Każda stacja zasilana jest liniami promieniowymi 15 kV wyprowadzonymi z różnych GPZ-ów. Opracowano na podstawie [23]

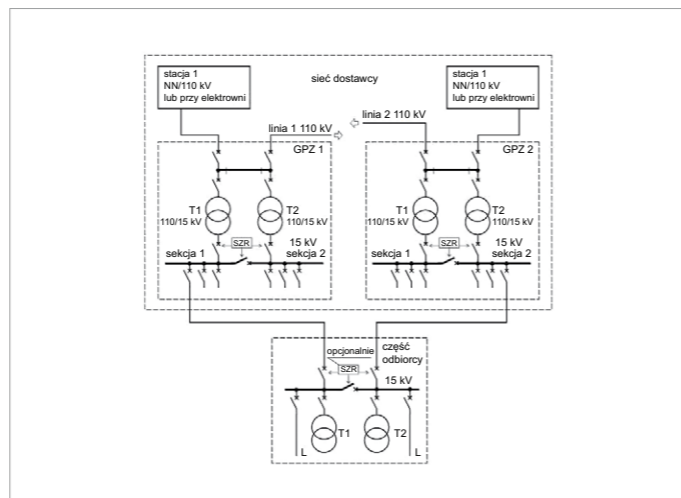
SPRAWDŹ NASZĄ OFERTĘ SZKOLENIOWĄ I WYBIERZ TEMAT DLA SIEBIE

Dostępne szkolenia:

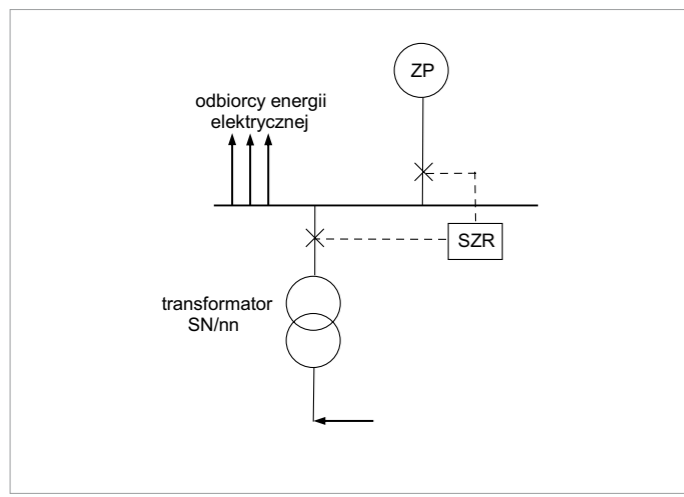
- Metodyka konstruowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu
- Kompensacja mocy biernej. Podstawy teoretyczne i zastosowania praktyczne
- Ochrona odgromowa i przepięciowa obiektów budowlanych
- Ewakuacja ludzi z płonącego budynku i jej wspomaganie. Oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne
- Zasilanie budynków w energię elektryczną w warunkach normalnych a zasilanie w czasie pożaru
- Obliczanie zwarć symetrycznych oraz metodyka doboru aparatów, przewodów i urządzeń elektrycznych do spodziewanych warunków zwarciowych w instalacjach elektrycznych nn
- Podstawy projektowania przydomowych systemów fotowoltaicznych
- Dobór przewodów i kabli elektrycznych oraz ich zabezpieczeń



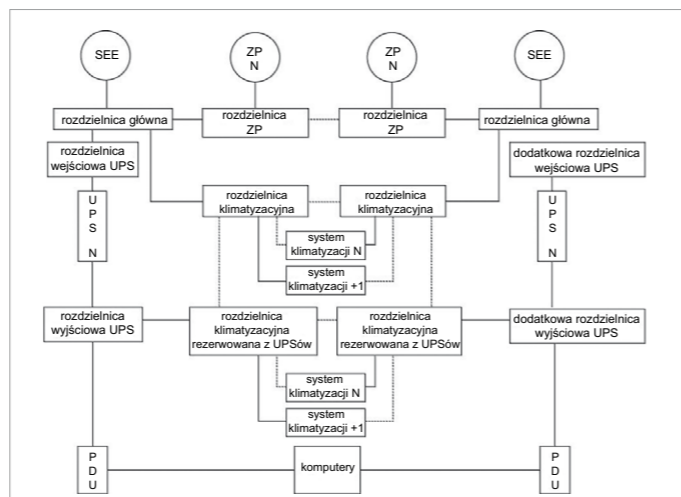
Rys. 10. Schemat stacji PZO 15 kV zasilanej z dwóch linii magistralnych wyprowadzonych z dwóch różnych GPZ-ów, lecz zasilanych z jednej linii 110 kV. Odbiorca zasilany dwiema liniami 15 kV. Opracowano na podstawie [23]



Rys. 11. Schemat układu o najwyższej pewności zasilania odbiorcy z sieci średniego napięcia. Opracowano na podstawie [23]



Rys. 12. Układ zasilania obiektu użyteczności publicznej o niskich wymaganiach niezawodnościowych. Opracowano na podstawie [25]



Rys. 13. Przykładowa topologia systemu zasilania gwarantowanego klasy Tier IV [27]

W obiektach typu data center w zależności od napięcia zasilającego wybiera się układ zasilania o możliwie wysokiej niezawodności. Jeśli przy dwóch lub więcej ciągach zasilania występuje ich całkowita niezależność, to jeden (lub więcej) z tych ciągów może być traktowany jako zasilanie podstawowe, natomiast drugi (lub więcej) jako zasilanie rezerwowe z zewnętrznej sieci elektroenergetycznej [23]. Dodatkowo w celu zwiększenia niezawodności zasilania, stosuje się w układzie zasilania dodatkowe źródła zasilania rezerwowego z urządzeń, których praca nie zależy od sieci elektroenergetycznej. Należą do nich zasilacze bezprzerwowe UPS oraz zespoły prądowców. Elementy te w celu zwiększenia niezawodności są często dodatkowo stosowane w redundancji.

Na rysunku 13. przedstawiono przykładową topologię systemu zasilania gwarantowanego zgodnego z kategorią Tier IV [27]. Topologia poziomu IV jest najdroższą i jednocześnie

najbardziej niezawodną ze wszystkich topologii przedstawionych w klasyfikacji Uptime Institute. Na rysunku 13. przedstawiony został układ redundancji „2N”, ale możliwy jest także układ „2(N+1)” różniący się komponentami nadmiarowymi, których brakuje w układzie „2N”. Dwa niezależne od siebie źródła zasilania odbiorców powodują, że system nie ma wspólnych punktów decydujących o dostępności systemu. Cały sprzęt IT zgodnie z ustaleniami dla kategorii Tier IV powinien posiadać dwustronne zasilanie, aby zapewnić możliwość konserwacji systemu zasilania pomiędzy sprzętem IT a urządzeniem UPS bez przerwy w pracy systemu komputerowego. Każdy element systemu klimatyzacji i systemu zasilania może zostać usunięty na czas planowanego serwisu bez konieczności wyłączenia systemu komputerowego. Infrastruktura klasy Tier IV pozwala na zredukowanie liczby nieplanowanych zakłóceń do jednego w okresie pięciu lat, a czas jego trwania ograniczyć do 4 go-

dzin. Zapewnia to 99,995% dostępności. Poziom ten wymagany jest dla firm, dla których wyłączenie obiektu data center oznacza duże straty finansowe. Mogą to być giełdy, systemy bankowe bądź instytucje mające zasięg globalny.



ABSTRACT

Selected technical and economic aspects of power supply to electric energy consumers requiring of increased reliability of energy supply including using of renewable energy sources – part 1

The two parts paper presents Selected technical and economic aspects of power supply to electric energy consumers requiring of increased reliability of energy supply. Electric energy supply systems with various degrees of reliability were discussed. The possibilities of using renewable energy sources in guaranteed power supply systems were analyzed.

Julian Wiatr, Marcin Orzechowski

PORADNIK PROJEKTANTA ELEKTRYKA

Nakładem Wydawnictwa Grupa MEDIUM w maju 2021 roku zostało opublikowane szóste wydanie „Poradnika Projektanta Elektryka”, autorstwa mgr. inż. Juliana Wiata oraz mgr. inż. Marcina Orzechowskiego. Monografia jest bardzo obszerna i obejmuje 1795 stron treści zasadniczych, na które składa się czternaście rozdziałów głównych, spis literatury, 14 załączników oraz 18 dodatków zgromadzonych w dwóch tomach. We wstępie „Od Autorów” podkreślono istotność opisywanych zagadnień oraz duże zainteresowanie Czytelników poprzednimi wydaniami „Poradnika”, co zdecydowało o wydaniu kolejnym (szóstym), które zostało uaktualnione i rozszerzone w stosunku do poprzedniego wydania z 2012 roku.

W tym wydaniu oprócz uaktualnienia treści, Autorzy zamieścili szereg wymagań w zakresie ochrony przeciwpożarowej, która stanowi jeden z najważniejszych elementów każdego budynku lub obiektu budowlanego. Zaktualizowali również wymagania dotyczące przyłączenia odbiorców do sieci elektroenergetycznej i jakości dostarczanej energii elektrycznej, wynikające z Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 roku w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Autorzy przy opracowywaniu „Poradnika” wzięli również pod uwagę cenne uwagi oraz sugestie czytelników, które wpłynęły na ostateczny kształt szóstego wydania. Na uwagę zasługuje dodatek 18, „Elementy fotowoltaiki”, z uwagi na aktualność tematyki. Spis literatury zawiera 326 pozycji, co odpowiada (a nawet przekracza) standardy podobnych monografii. W rozdziale 1 Autorzy przedstawili informacje dotyczące projektu budowlanego i zasad jego uzgadniania. W rozdziale 2 skupili się na istotnym zagadnieniu podstaw zasilania budynków nieprzemysłowych. Rozdział 3 koncentruje się na opisie sieciowych urządzeń zasilających. W rozdziale 4 przedstawili linie elektroenergetyczne niskich i średnich napięć. Rozdział 5 z kolei prezentuje zagadnienie zwarć. Rozdział 6 poświęcono doborowi przewodów



ksiegarnia techniczna.com.pl

i ich zabezpieczeń. Cały rozdział 7 to przegląd informacji na temat układów i urządzeń zasilania rezerwowego, awaryjnego i gwarantowanego. Rozdział 8 poświęcono kompensacji mocy biernej. W rozdziale 9 scharakteryzowano zwięźle zasilanie terenu budowy i rozbiórki. Z kolei rozdział 10 to opis zasilania tymczasowego imprezy masowej. Kolejny 11 rozdział to krótki opis wymagań stawianych obiektom budowlanym łączności – zasilanie. Rozdział 12 dotyczy zasilania oświetlenia ulicznego. Obszerny rozdział 13 dotyczy ochrony przeciwporażeniowej (zagadnienia wybrane). Ostatni rozdział 14, również bardzo obszerny, zawiera opis badań instalacji elektrycznych niskiego napięcia (zagadnienia wybrane). Cennym uzupełnieniem tekstu monografii są za-

łączniki oraz dodatki. Cechą pracy jest szerokie spojrzenie na tematykę oraz duża skrupulatność Autorów. Monografia może stanowić cenną pomoc (źródło wiedzy) dla osób zajmujących się w praktyce projektowaniem zasilania obiektów mieszkalnych i użyteczności publicznej – zarówno z sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia, jak i z zespołu prądowców i innych dostępnych na rynku źródeł zasilania. Wymiar monografii jest zdecydowanie praktyczny. Brak jest na rynku krajowym tak obszernego (niemal 2 tysiące stron!) kompendium wiedzy z poruszanych zagadnień w postaci jednej książki.

Tekst dr hab. inż. Paweł Piotrowski, prof. uczelni, Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny

ZAMÓWIENIA

✉ eib@ksiegarniatechniczna.com.pl
www.ksiegarniatechniczna.com.pl

☎ tel. 22 512 60 60, -61, -62, -68
faks 22 810 27 42



Wybrane aspekty techniczne i ekonomiczne zasilania odbiorców energii elektrycznej

Wymagających zwiększonej pewności dostaw energii z uwzględnieniem wykorzystania odnawialnych źródeł energii (część 2.)

Odbiorcy energii elektrycznej mają różne wymagania niezawodnościowe. Układów zasilania stosowanych w praktyce dla obiektów wymagających podwyższonej niezawodności jest również wiele. Wybór układu zasilania to najczęściej kompromis pomiędzy wymaganiami niezawodnościowymi oraz kosztami. Coraz częściej źródłem energii elektrycznej wspomagającym zasilanie podstawowe jest system fotowoltaiczny lub farma wiatrowa – ten aspekt został również omówiony w kontekście niezawodności zasilania.

Niezawodność zasilania wybranych stacji ładowania pojazdów elektrycznych

Przykład odbiorców energii elektrycznej o zwiększonej niezawodności zasilania

Rządowy program rozwoju elektromobilności to liczne wyzwania zarówno ekonomiczne (koszty projektu i dotacji do pojazdów elektrycznych), jak również techniczne (modernizacja i rozbudowa sieci energetycznej oraz pokrycie zwiększonego zapotrzebowania na energię i moc). W kontekście problemów dotyczących kwestii zasilania stacji ładowania pojazdów warto zwrócić uwagę na fakt, że w niektórych przypadkach

wymagana lub zalecana będzie zwiększona niezawodność zasilania. W przypadku samochodów osobowych osób prywatnych problem nie jest istotny, ale istnieje szereg przypadków szczególnych, w których niezawodność zasilania ma duże znaczenie. Brak możliwości szybkiego naładowania pojazdu, który powinien być w praktyce niemal cały czas w gotowości, stanowi duży problem. Do pojazdów tego typu zaliczyć można m.in.:

- » karetki pogotowia z napędem elektrycznym,
- » pojazdy pożarnicze z napędem elektrycznym,
- » pojazdy wojskowe z napędem elektrycznym,
- » pojazdy policji z napędem elektrycznym,
- » autobusy komunikacji miejskiej z napędem elektrycznym.

Wszystkie wymienione pojazdy z napędem elektrycznym powinny mieć możliwość szybkiego naładowania akumulatorów. Jedynie w przypadku autobusów komunikacji miejskiej w nocy wykorzystane może być ładowanie wolne w zajezdni autobusowej. Akumulatory tych pojazdów powinny być w praktyce cały czas naładowane – proces ładowania powinien rozpocząć się natychmiast po przyjeździe do miejsca postojowego (np. parking przy szpitalu, komisariat, pętla autobusowa).

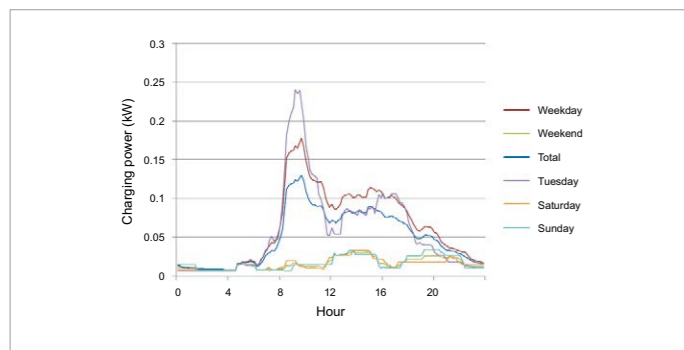


Rys. 1. Solaris Urbino 12 electric [14]

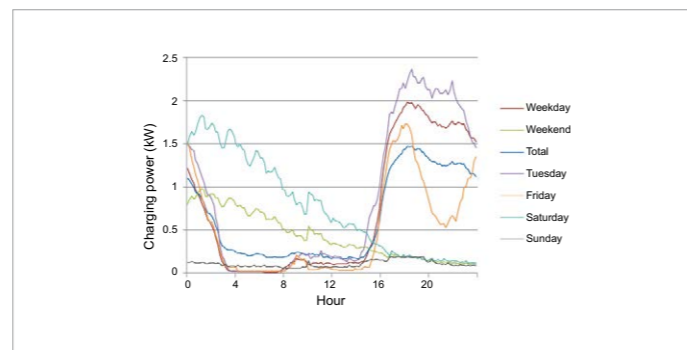
W przypadku stacji ładowania pojazdów szczególnego przeznaczenia należy zatem wykorzystać układ zasilania o zwiększonej niezawodności np. linia podstawowa z linią rezerwową.

STRESZCZENIE

W dwuczęściowym artykule przedstawiono wybrane aspekty techniczne i ekonomiczne zasilania odbiorców energii elektrycznej wymagających zwiększonej pewności dostaw. Omówiono układy zasilania o różnym stopniu niezawodności. Przeanalizowano możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w układach zasilania gwarantowanego.



Rys. 2. Profile dobowe zapotrzebowania na moc w kategorii – samochody osobowe firmowe (ładowanie 1-fazowe) [13]



Rys. 3. Profile dobowe zapotrzebowania na moc w kategorii – samochody firmowe dostawcze (ładowanie 3-fazowe) [13]

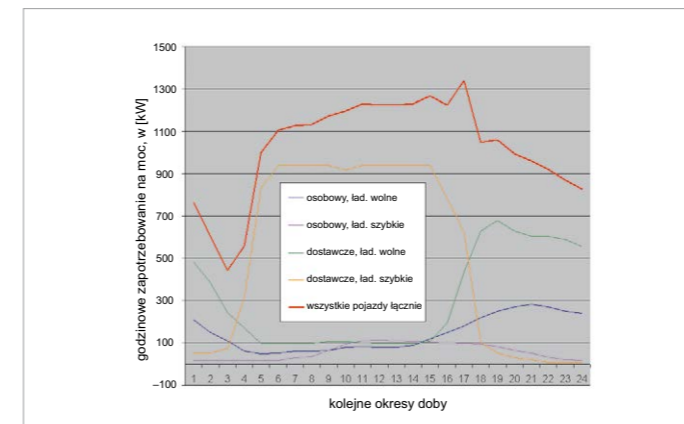
wą lub dwie linie podstawowe. Zalecane jest również wykorzystanie zespołów prądoworczych jako elementu zasilania awaryjnego – jest to rozwiązanie tańsze niż budowa drugiej niezależnej rezerwowej linii zasilającej.

W przypadku elektrycznych pojazdów komunikacji miejskiej można spodziewać się większej dynamiki sprzedaży niż samochodów elektrycznych dla osób prywatnych. W polskim transporcie publicznym pojawiają się w pojazdy o napędzie elektrycznym, to jednak nadal są to ilości znikome. Liderem jest Warszawa z dziesięcioma autobusami, Kraków – który testuje 4 takie pojazdy, testy odbywają się też w Jaworznie, Lublinie i Rzeszowie. Z jednej strony skala ich produkcji jest mniejsza z drugiej strony ułatwieniem jest to, że pojazdy poruszają się po stosunkowo niewielkim obszarze – najczęściej w granicach jednego miasta. Dużo łatwiej zatem rozwiązać problem związany z infrastrukturą do ładowania oraz niezbędną dodatkową mocą pobieraną z sieci elektroenergetycznej.

W Polsce wg szacunków znajduje się niewiele ponad 300 stacji ładowania samochodów elektrycznych. Przykładowo we Wrocławiu powstał Wrocławski System Ładowania Pojazdów Elektrycznych z 10 stacjami ładowania samochodów elektrycznych. Rozwój stacji ładowania stanowi bardzo duże wyzwanie. Koszt budowy powolnego punktu ładowania wynosi od 16 do 70 tys. zł, w przypadku tzw. szybkiego punktu ładowania jest to już od 60 tys. do 200 tys. zł [10].

W przypadku autobusów komunikacji miejskiej wyróżniamy [11]:

- » **ładowanie średniej mocy** (20–200 kW), typowo w zajezdni, interfejs ładowania: wtyczka combo 2 lub pantograf,



Rys. 4. Profile dobowe godzinowe zapotrzebowania na moc w GPZ w dniu roboczym zasilającym miasto (około 10 tys. mieszkańców) wynikającego z potrzeb pojazdów elektrycznych funkcjonujących na terenie miasta wg optymistycznych prognoz liczby pojazdów elektrycznych w poszczególnych kategoriach na rok 2030 (opracowanie własne)

Kraniec	linia	moc	energia
		kW	MWh/DP
Bieleńska	222	0	0,0
Browarna	105	400	3,0
Chomiczówka	116,180	2×400	6,4
Dw. Centralny	518	400	2,5
Esperanto	111	400	2,0
Gościaw	111	400	2,0
Konwiktorska	503,178	400 + 200	4,6
Lotnisko Chopina	175	400	1,3
Młynów	102	200	0,9
Natolin PłN	503	400	2,7
Nowe Bemowo	E-2	400	1,9
Nowodwory	518	400	2,5
Os. Górczewska	105	400	3,0
PKP Olszyna Grochowska	102	200	0,9
PKP Ursus	178	200	1,3
Pl. Piłsudskiego	128,175	2×400	3,2
Spartańska	222	200	1,7
Szczęśliwice	128	0	0,0
Wilanów	116,180, E-2	3×400	8,3

Tab. 1. Zapotrzebowanie na moc oraz energię elektryczną w okresie doby dla wybranych linii komunikacji miejskiej w dniach roboczych (DP) w Warszawie (prognozy – stan po roku 2020) [14]

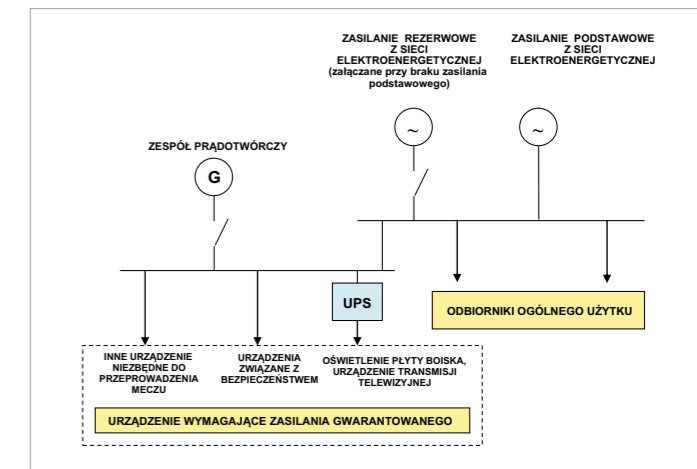
Zasięg	Moc szczytowa	Typowa pojemność akumulatorów
Ciężarówka o krótkim zasięgu	280–380 kW	53–131 kWh
Ciężarówka o średnim zasięgu	70 kW	215 kWh
Ciężarówka o długim zasięgu	80–210 kW	324 kWh

Tab. 2. Przykładowy podział samochodów ciężarowych elektrycznych typu BEV [12]

- » **ładowanie dużej mocy** (150–450 kW), typowo na pętli autobusowej, interfejs ładowania: pantograf.

Ładowanie autobusów komunikacji miejskiej przy użyciu pantografu zwykłego lub odwróconego byłoby w pełni zautomatyzowane. Ła-

dowanie wtyczką combo 2 wymaga ręcznego podłączenia jej do źródła zasilania. Warto odnotować, że ładowarki miejskie o wysokiej mocy zmniejszają potrzebę na duże baterie w e-autobusie [11]. Wskazane jest ponadto, aby stacje ładowania, zarówno miejskie, jak i zajezdni-



Rys. 5. Układ zasilania stadionu piłkarskiego z rezerwą wymagającą przełączenia (niezerowy czas przejścia na zasilanie ze źródła rezerwowego). Opracowano na podstawie [1, 2]

we, były wielowojciowe, co pozwala ograniczać koszty ich wdrożenia oraz koszty eksploatacyjne. Natomiast z ekonomicznego punktu widzenia – im wyższa moc ładowania, tym niższa cena stacji ładowania przypadająca na 1 kW, ale tym wyższa cena podłączenia do sieci energetycznej. Ładowanie odbywać może się z wykorzystaniem sieci niskiego napięcia, sieci średniego napięcia z transformatorem SN/nn lub z sieci trakcyjnej np. tramwajowej. W celu zwiększenia niezawodności systemu ładowania **zaleca się aby przy projektowaniu stacji ładowania przewidzieć możliwość dwustronnego zasilania ładowarek lub zasilanie z zespołu prądotwórczego**. Koszt zakupu infrastruktury do ładowania autobusów komunikacji miejskiej szacowany jest na około 1300–1800 zł/1 kW [11]. Przy czym dodatkowy koszt związany z kosztem instalacji infrastruktury (sieć niskiego napięcia) to około 200–500 zł/1 kW oraz 800–1500 zł/1 kW (sieć średniego napięcia). Autobusy 12 metrowe wykorzystują w zależności od przeznaczenia akumulatory o pojemności od 80 do 400 kWh. Autobusy przegubowe 18-metrowe wykorzystują w zależności od przeznaczenia akumulatory o pojemności od 120 do 600 kWh [13]. Model SANCITY 12LF EL firmy Autosan posiada akumulatory o pojemności 250 kWh, zasięg do 200 km, zużycie energii do 1,3 kWh/km (z włączoną klimatyzacją).

W Warszawie wykorzystywane jest od czerwca 2015 r. 10 autobusów elektrycznych Solaris U12E klasy maxi. Centralnie zamontowany 4-półowy asynchroniczny silnik ma moc maksymalną 160 kW. Pojemność akumulatorów to 210 kWh, zasięg około 150 km. **Tabela 1.** przedstawia zapotrzebowanie na moc oraz energię elektrycz-

ną w okresie doby dla wybranych linii komunikacji miejskiej w Warszawie (prognozy – stan po roku 2020).

Ciężarówki elektryczne według opracowania [12] może podzielić na 3 kategorie – szczególne w tabeli 2.

Przykładowo, bardzo małe samochody ciężarowe dostawcze wykorzystujące akumulator o pojemności 80 kWh to zasięg do około 200 km, przyjmując średnią prędkość 100 km/h. Samochody większe przy tej samej pojemności akumulatorów to zasięg około 100 km. Bardzo duże samochody ciężarowe potrzebują powyżej 1 kWh/1 km, czyli przy pojemności akumulatorów, np. 240 kWh, ich zasięg to nieco ponad 200 km.

Według statystyk z Wielkiej Brytanii w przypadku firmowych stacji ładowania najczęściej były to stacje ładowania o mocy 3,7 kW (16 A), rzadziej stacje ładowania o mocy 7,3 kW lub 1,2 kW [13]. Największa niezawodność dostaw energii elektrycznej powinna być zapewniona od godziny 8:00 do godziny 20:00 w przypadku samochodów służbowych osobowych i małych samochodów transportowych np. karetki pogotowia. **Rysunek 2.** przedstawia profile dobowe zapotrzebowania na moc w kategorii – samochody osobowe firmowe (ładowanie 1-fazowe). Uwagę zwraca odmiennosc profili dobowego zapotrzebowania na moc w zależności od dnia tygodnia-dni wolne od pracy mają znacząco odmienne profile.

W przypadku stacji ładowania zlokalizowanych na stacjach benzynowych oraz w innych miejscach ogólnie dostępnych największa niezawodność dostaw energii elektrycznej wymagana jest pomiędzy godziną 6:00 a 22:00

– w tym czasie najczęściej ładowane są akumulatory pojazdów elektrycznych. **Rysunek 3.** przedstawia profile dobowe zapotrzebowania na moc w kategorii – samochody firmowe dostawcze (ładowanie 3-fazowe).

Oprócz problemu zapewnienia niezawodności dostaw energii elektrycznej do stacji ładowania istnieje również problem modernizacji sieci elektroenergetycznej wynikający ze wzrostu zapotrzebowania na moc zarówno w lokalnych punktach, w których instalowane będą stacje ładowania (szczególnie to o dużej mocy 300–400 kW) jak również globalnie, np. w GPZ zasilającym daną miejscowość. Dodatkową kwestią równie istotną jest potencjał produkcji energii elektrycznej i mocy w elektrowniach zapewniających dostawy energii do danej miejscowości. Nie można wykluczyć konieczności budowy nowych elektrowni wynikający ze wzrostu zapotrzebowania na moc i energię elektryczną. **Rysunek 4.** przedstawia profile dobowe godzinowe zapotrzebowania na moc w GPZ zasilającym miasto (około 10 tys. mieszkańców) w dniu roboczym wynikający z potrzeb pojazdów elektrycznych funkcjonujących na terenie miasta wg optymistycznych prognoz liczby pojazdów elektrycznych w poszczególnych kategoriach na rok 2030.

Niezawodność zasilania stadionów

Przykład obiektu o zwiększonej niezawodności zasilania

Stadiony piłkarskie są podzielone na cztery kategorie z punktu widzenia infrastruktury. Taki podział wprowadziła organizacja UEFA. Kategorie czwarta (najwyższa) musi spełniać wyso-

kie wymagania techniczne. Kryteria przypisujące stadion do określonej kategorii to m.in. [1, 2, 3]: wymiary płyty boiska, najmniejsza dopuszczalna liczba miejsc siedzących dla widzów, najmniejsza dopuszczalna liczba miejsc siedzących dla VIP, najmniejsza dopuszczalna liczba stanowisk dla dziennikarzy i komentatorów, najmniejsza dopuszczalna powierzchnia dla zainstalowania kamer transmisyjnych, najmniejsze dopuszczalne natężenie oświetlenia sztucznego na płycie boiska oraz minimalna liczba fotografów.

Im kategoria wyższa, tym liczby występujące w kryteriach wymagane są większe. Przykładowo najmniejsze dopuszczalne natężenie stałego oświetlenia sztucznego na płycie boiska to 1400 lx (kategoria 4), 1200 lx (kategoria 3), 800 lx (kategoria 2), brak wymagań – oświetlenie wymagane tylko dla miejsc komentatorów (kategoria 1). Mistrzostwa Europy mogą odbywać się wyłącznie na stadionach należących do kategorii 4, czyli spełniających najwyższe wymagania. Oprócz wymienionych kryteriów istnieją regulacje dotyczące zasilania stadionów.

W przypadku kategorii 4 i meczów międzynarodowych trudno sobie wyobrazić, aby na stadionie zabrakło zasilania elektrycznego, szczególnie gdy mecz odbywa się po zmierzchu. Pod szczególną ochroną (zasilanie bezprzerwowe) powinno być zasilanie oświetlenia sztucznego płyty boiska oraz urządzenia do transmisji telewizyjnej [1,2]. Zalecane przez FIFA układy zasilania stadionów przedstawia **rysunek 5.** oraz **rysunek 6.** W obu układach zasilania w celu zapewnienia odpowiednio wysokiej niezawodności stosuje się zespoły prądotwórcze oraz zasilacze bezprzerwowe UPS. W układzie zasilania

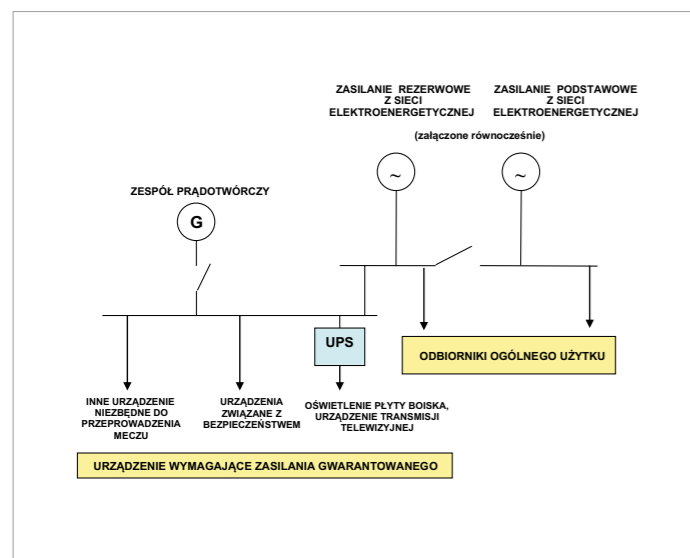
stadionu z **rysunku 5.** załączenie zasilania rezerwowego z sieci elektroenergetycznej następuje po zaniku napięcia w torze podstawowym zasilania z sieci elektroenergetycznej [1]. Załączenie z sieci rezerwowej nie jest bezprzerwowe. Z kolei Układ zasilania stadionu z **rysunku 6.** to zasilanie z tzw. „gorącą” rezerwą – stadion jest równocześnie zasilany z dwóch źródeł z sieci elektroenergetycznej. Każde z tych źródeł powinno być zdolne do pokrycia pełnego zapotrzebowania na moc szczytową obiektu. Wymaganie jest pozornie proste ale należy zwrócić uwagę na fakt, że moc szczytowa obiektu typu stadion jest bardzo duża – nawet powyżej 2000 kW w przypadku dużych, nowoczesnych obiektów.

Według wymagań UEFA zasilanie rezerwowe powinno umożliwiać normalne funkcjonowanie obiektu **przez trzy godziny**. Planując budowę obiektu należy wziąć pod uwagę problem zasilania gwarantowanego i wyznaczyć odpowiednie miejsca dla tych urządzeń. Ponadto zaleca się w celu zwiększenia niezawodności zapewnienie nadmiarowości czyli więcej niż jednego źródła zasilania z sieci elektroenergetycznej oraz separację niezależnych ciągów zasilania. Redundancja zespołów prądotwórczych oraz zasilaczy UPS jest również zalecana. Podczas zasilania awaryjnego z zespołów prądotwórczych dopuszcza się pewną niewielką redukcję natężenia oświetlenia [1, 4]. Warto zwrócić uwagę, że stosowane lampy oświetlenia sztucznej płyty boiska to tzw. lampy wyładowcze (HID – *high-intensity discharge*) zapewniające bardzo wysoki poziom strumienia świetlnego, ale po zaniku napięcia i jego przywróceniu wymagają kilku minut aby pracować z nominalnym natężeniem

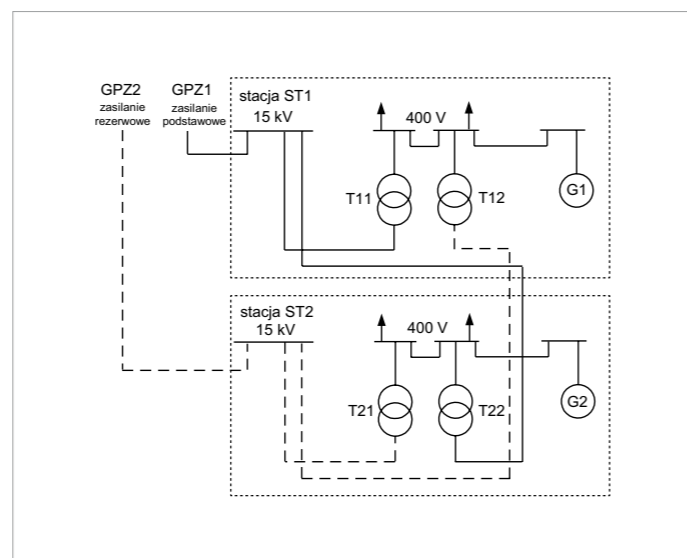
oświetlenia. Zasilacz bezprzerwowy UPS nie zapewni więc automatycznie wznowienia zawodów bez jakiegokolwiek przerwy.

Przykładem nowoczesnego stadionu w Polsce o dużym stopniu niezawodności zasilania jest stadion PGE Arena w Gdańsku. Na **rysunku 7.** przedstawiono uproszczony schemat zasilania tego obiektu. Stadion jest zasilany dwiema liniami kablowymi o napięciu 15 kV [1]. Zasilanie podstawowe pochodzi z GPZ Nowy Port (GPZ1), natomiast zasilanie rezerwowe z GPZ Gdańsk II (GPZ2). Warto podkreślić, że obie linie równocześnie zasilają stadion. Zastosowano dwa transformatory żywiczne o mocach znamionowych 1600 kVA w każdej ze stacji. Moc dyspozycyjna stacji wynosi około 2000 kW. Moc ta może być niewystarczająca w przypadku niektórych specyficznych imprez rangi mistrzowskiej i dlatego w obrębie stadionu przewidziano punkty przyłączenia przewoźnych stacji transformatorowych i/lub zespołów prądotwórczych. Zasilanie gwarantowane zapewniają dwa zespoły prądotwórcze o mocach 1000 kVA (800 kW). Linia wyprowadzona z GPZ1 zasilala transformator T11 w stacji ST1 oraz transformator T22 w stacji ST2. Linia wyprowadzona z GPZ2 zasilala dwa transformatory T12 i T21 [1].

Zapotrzebowanie na moc Stadionu Narodowego w Warszawie oraz fragmentu dzielnicy Praga Południe pokrywa nowoczesny RPZ „Stadion” [7]. Jest to bezobsługowa, wewnętrzna stacja elektroenergetyczna z dwoma transformatorami trójuzwojeniowymi 110/15/15 kV o mocach 40/20/20 MVA (**rys. 8.**). Powierzchnia stacji to 700 m². Każdy z transformatorów został wyposażony w dwa wentylatory. W przypadku awarii jednego z nich, drugi może go



Rys. 6. Układ zasilania stadionu piłkarskiego z tzw. „gorącą” rezerwą. Opracowano na podstawie [1, 2]



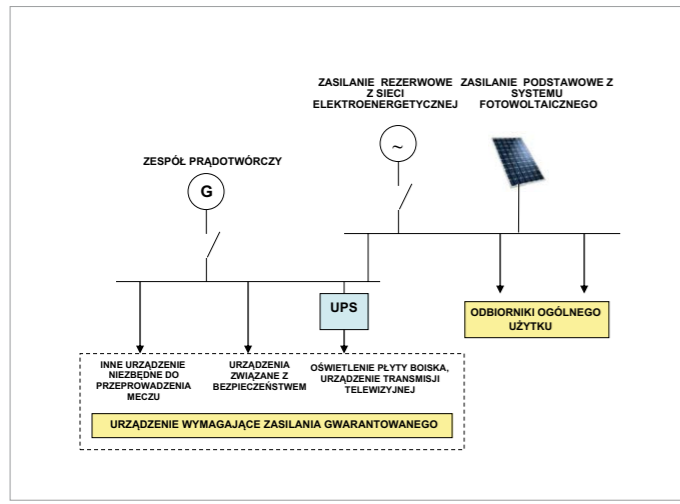
Rys. 7. Układ zasilania zastosowany na stadionie PGE Arena w Gdańsku. Opracowano na podstawie [1]



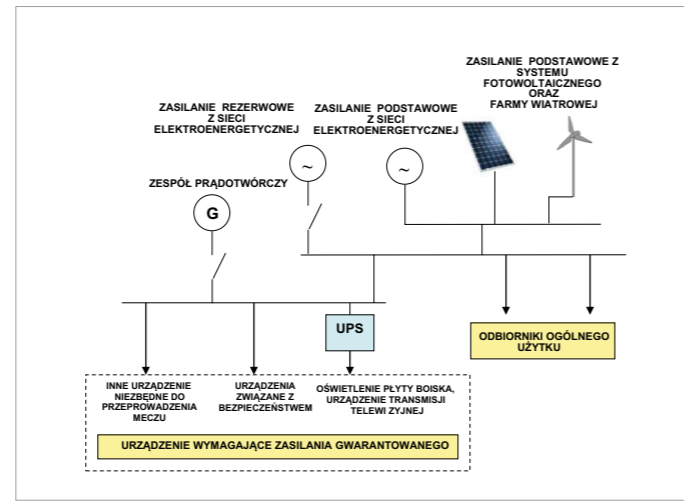
Rys. 8. Transformator mocy trójuzwojeniowy 110/15/15 kV o mocy 40/20/20 MVA. Masa całkowita 49 000 kg. Objętość oleju transformatorowego 15170 l. Producent: ABB [7]



Rys. 9. Rozdzielnica 15 kV prefabrykowana, dwuczłonowa w izolacji SF₆, czterosekcyjna, 50-polowa posiadająca 4 pola transformatorowe, 2 pola sprężelki podłużnego, 4 pola zespołów uziamiających i 40 pól liniowych (odpływowych). Producent: Siemens [7]



Rys. 10. Układ zasilania stadionu piłkarskiego z wykorzystaniem systemu fotowoltaicznego jako pełnego podstawowego źródła zasilania z rezerwą wymagającą przełączenia (niezerowy czas przejścia na zasilanie ze źródła rezerwowego) rys. P. Piotrowski



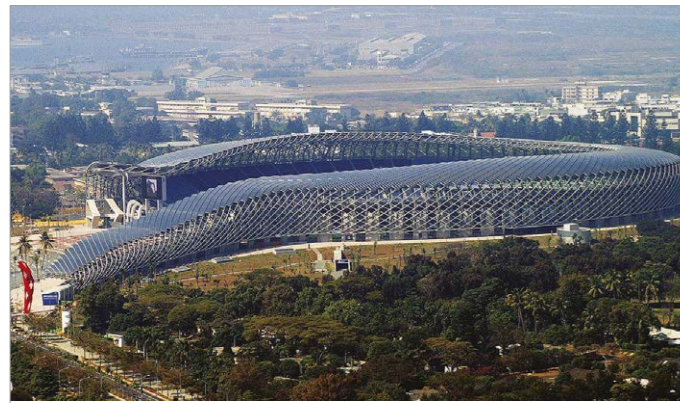
Rys. 11. Układ zasilania stadionu piłkarskiego z wykorzystaniem sieci elektroenergetycznej, systemu fotowoltaicznego oraz farmy wiatrowej jako elementów podstawowego źródła zasilania z rezerwą wymagającą przełączenia (niezerowy czas przejścia na zasilanie ze źródła rezerwowego) rys. P. Piotrowski

całkowicie zastąpić. Stacja została ulokowana w wydzielonej części Stadionu Narodowego i połączona systemem kablowym z RPZ Powiśle oraz RPZ Wschodnia. Połączenie z RPZ Powiśle było możliwe dzięki przewiertowi wykonanemu pod dnem Wisły. Wszystkie stacje łączą się ze sobą obustronnie liniami kablowymi o napięciu 110 kV. Dodatkowo na terenie obiektu znajdują się 2 zespoły prądowców (klasa G2) o mocach 2300 kVA, które są w stanie zapewnić zapotrzebowanie na moc w czasie trwania meczu piłkarskiego w przypadku braku zasilania z sieci elektroenergetycznej. Ponadto układ zasilania stadionu wykorzystuje 16 transformatorów SN/nn o mocach od 1000 kVA do 2500 kVA. Zasilanie bezprzerwowe zapewniają zasilacze UPS o łącznej mocy 240 kVA w wykonaniu modułowym w technologii hot&plug (każdy moduł to 20 kVA (układ n+1 czyli 10+1). Dobór akumulatorów na około 170 kW/60 minut (baterie VRLA w technologii żelowej) [8].

Niektóre nowoczesne stadiony piłkarskie są w dużym stopniu niezależne od zewnętrznych

źródeł zasilania z sieci elektroenergetycznej. Obecnie coraz częściej w systemach zasilania tego typu obiektów i kompleksów sportowych wykorzystuje się również panele fotowoltaiczne – na fali ekologii powstają obiekty w których **energia elektryczna pozyskiwana jest z energii słonecznej**. Należy jednak podkreślić, że nawet w przypadku stadionów, w których panele fotowoltaiczne zapewniają całkowite zapotrzebowanie na moc muszą istnieć systemy zasilania gwarantowanego wykorzystujące zewnętrzne źródła zasilania z sieci elektroenergetycznej (rezerwa zasilania) oraz zespoły prądowców i zasilacze bezprzerwowe UPS. Energia elektryczna pozyskiwana z energii słonecznej jest w przypadku takich stadionów podstawowym źródłem zasilania (zastępuje podstawowe źródło zasilania z zewnętrznej sieci elektroenergetycznej) (rys. 10.). Należy zwrócić uwagę, że system fotowoltaiczny może stanowić podstawowe źródło zasilania jedynie w przypadku gdy możliwe jest przetwarzanie energii słonecznej w energię elek-

tryczną. Po zmroku lub gdy jest pochmurno podstawowym źródłem zasilania musi być źródło zewnętrzne czyli zasilanie z sieci elektroenergetycznej. Niezawodność takiego układu zasilania jest więc niższa niż klasycznego, ponieważ w przypadku gdy nie można pozyskiwać energii elektrycznej z energii słonecznej układ zasilania ma znacznie mniejszą niezawodność – brak jest zasilania rezerwowego z sieci elektroenergetycznej (zasilanie rezerwowe działa wtedy w trybie zasilania podstawowego). Oczywiście teoretycznie można by zastosować **zasobniki energii** (akumulatory) i wtedy niezawodność nie uległaby zmniejszeniu, ale koszty akumulatorów, które mogłyby zapewnić zasilanie przez 3 godziny (zgodnie z przepisami) byłyby gigantyczne z uwagi na dużą moc zapotrzebowaną w obiektach typu stadion. Inną kwestią jest to, czy akumulatory byłyby w pełni naładowane w każdym momencie. Jeśli po danej imprezie na stadionie zasilanej z zasobników energii (brak zasilania z sieci elektroenergetycznej) miałyby miejsce



Rys. 12. Stadion „Smok” w miejscowości Kaohsiung na Tajwanie [6]



Rys. 13. Stadion Lincoln Financial Field [28]

kolejna impreza, np. kolejnego dnia (zasilanie z sieci elektroenergetycznej) to akumulatory w przypadku zachmurzenia nie byłyby naładowane i niezawodność takiego układu byłaby znacznie niższa – brak możliwości wykorzystania zasobników energii jako źródła zasilania rezerwowego.

Wyższą niezawodność z wykorzystaniem energii odnawialnej może zapewnić hybrydowy układ zasilania z wykorzystaniem równocześnie zarówno systemu fotowoltaicznego, jak również farmy wiatrowej. W tym przypadku gdy impreza sportowa odbywa się po zmroku lub gdy występuje zachmurzenie rolę podstawowego źródła zasilania może spełniać farma wiatrowa pod warunkiem, że wieje wiatr z dostateczną szybkością aby farma wiatrowa generowała energię elektryczną. Problematyczna jest kwestia mocy takiej farmy. Moc znamionowa jest przecież uzyskiwana w przypadku dość dużej szybkości wiatru, co zachodzi w naturze stosunkowo rzadko. Ten sam aspekt występuje w przypadku systemu fotowoltaicznego. Generacja energii elektrycznej z mocą znamionową zachodzi bardzo rzadko w przypadku systemu fotowoltaicznego oraz/lub farmy wiatrowej, jeśli faktycznie mają one pokryć całkowite zapotrzebowanie na moc stadionu). Dzięki temu nie obniży się niezawodność zasilania a zmniejszy się emisja dwutlenku węgla do atmosfery. Hybrydowy układ zasilania z wykorzystaniem zarówno systemu fotowoltaicznego oraz farmy wiatrowej przedstawiono na **rysunku 11**. Jest to wariant ekonomiczny, w którym generacja z OZE jest częścią zasilania podstawowego tzn. gdy moc generowana z OZE jest wystarczająca to energia elektryczna dostarczana jest z OZE, gdy moc z OZE jest zbyt mała to brakująca moc dostarczana jest z podstawowego źródła zasilania tj. sieci elektroenergetycznej. Układ posiada również rezerwowe źródło zasilania z sieci elektroenergetycznej.

Do przykładów ekologicznych stadionów należy brazylijski Stadion Narodowy „Estádio Mané Garrincha” posiada umiejscowione na dachu budowli panele fotowoltaiczne o mocy 2,5 MWe, co zapewnia połowę całkowitego zapotrzebowania na moc [5]. Pierwszym brazylijskim stadionem wyposażonym w panele słoneczne był „Mineirão-Belo Horizonte”. Innym przykładem z Brazylii jest stadion „Maracanã” w Rio de Janeiro. Jeden z największych stadionów zasilanych z paneli fotowoltaicznych znajduje się na Tajwanie w miejscowości Kaohsiung i znany jest jako „Smok” (rys. 12.). Zbudowany został w 2009 r. i wyposażony w strukturę zawierającą 8844 panele fotowoltaiczne, które generują rocznie 1140 MWh. Stadion ten (przeznaczony dla 55 tys. widzów) to pierwszy na świecie obiekt, który pokrywa zapotrzebowanie energetyczne z energii słonecznej [6]. Jego dach pokryto 8844 lekimi panelami fotowoltaicznymi (powierzchnia 14155 m²). Wykorzystano 279 falowników Delta o mocy 3,6 kW, a całkowita moc instalacji wynosi 1 MW. System zaprojektowany, skonstruowany i zintegrowany przez firmę Delta Electronics, wytwarza więcej energii, niż jest potrzebne do zasilania 3300 elementów oświetlenia i dwóch dużych tablic z ekranami telewizyjnymi. Dzięki zastosowaniu paneli fotowoltaicznych roczna emisja dwutlenku węgla jest mniejsza o około 660 ton. Innym przykładem obiektu sportowego zasilanego energią pozyskiwaną ze słońca jest tor wyścigowy NASCAR Pocono w Pensylwanii (USA). Obiekt zasilany jest przez farmę słoneczną o mocy 3 MW zbudowaną w 2010 roku – w tym przypadku panele fotowoltaiczne nie stanowią elementu konstrukcyjnego budynku. Przykładem **rozwiązania hybrydowego** (energia słoneczna oraz energia z wiatru) jest stadion Lincoln Financial Field (Filadelfia w Stanie Pensylwania w USA) posiadający 11 tysięcy paneli fotowoltaicznych oraz 14 mikroturbin wiatrowych o łącznej mocy ponad 3 MW (rys. 13.).

Wyższą niezawodność z wykorzystaniem energii odnawialnej może zapewnić hybrydowy układ zasilania z wykorzystaniem równocześnie zarówno systemu fotowoltaicznego, jak również farmy wiatrowej. W tym przypadku gdy impreza sportowa odbywa się po zmroku lub gdy występuje zachmurzenie rolę podstawowego źródła zasilania może spełniać farma wiatrowa pod warunkiem, że wieje wiatr z dostateczną szybkością aby farma wiatrowa generowała energię elektryczną. Problematyczna jest kwestia mocy takiej farmy. Moc znamionowa jest przecież uzyskiwana w przypadku dość dużej szybkości wiatru, co zachodzi w naturze stosunkowo rzadko. Ten sam aspekt występuje w przypadku systemu fotowoltaicznego. Generacja energii elektrycznej z mocą znamionową zachodzi bardzo rzadko w przypadku systemu fotowoltaicznego oraz/lub farmy wiatrowej, jeśli faktycznie mają one pokryć całkowite zapotrzebowanie na moc stadionu). Dzięki temu nie obniży się niezawodność zasilania a zmniejszy się emisja dwutlenku węgla do atmosfery. Hybrydowy układ zasilania z wykorzystaniem zarówno systemu fotowoltaicznego oraz farmy wiatrowej przedstawiono na **rysunku 11**. Jest to wariant ekonomiczny, w którym generacja z OZE jest częścią zasilania podstawowego tzn. gdy moc generowana z OZE jest wystarczająca to energia elektryczna dostarczana jest z OZE, gdy moc z OZE jest zbyt mała to brakująca moc dostarczana jest z podstawowego źródła zasilania tj. sieci elektroenergetycznej. Układ posiada również rezerwowe źródło zasilania z sieci elektroenergetycznej.

literatura do artykułu na elektro.info.pl

ABSTRACT

Selected technical and economic aspects of power supply to electric energy consumers requiring of increased reliability of energy supply including using of renewable energy sources – part 2
The two parts paper presents Selected technical and economic aspects of power supply to electric energy consumers requiring of increased reliability of energy supply. Electric energy supply systems with various degrees of reliability were discussed. The possibilities of using renewable energy sources in guaranteed power supply systems were analyzed.



SZKOLENIA I KURSY POLECANE PRZEZ



DOBÓR PRZEWODÓW I KABLI ELEKTRYCZNYCH ORAZ ICH ZABEZPIECZEŃ

NOWOŚĆ! e-szkolenie dostępne na:
www.kursy.elektro.info.pl

Prowadzący: Julian Wiatr

Celem szkolenia jest poznanie zasad poprawnego doboru przewodów i kabli elektrycznych oraz ich zabezpieczeń, od którego zależy bezpieczeństwo osób użytkujących instalację oraz bezpieczeństwo pożarowe budynku.

Zasady doboru przewodów są jednoznacznie określone w normach przedmiotowych, z których jednak projektanci elektrycy nie zawsze korzystają, co w konsekwencji powoduje, że projektowana instalacja może mieć wiele błędów.

Program szkolenia został opracowany z uwzględnieniem obowiązującej normalizacji. Dodatkowo podczas szkolenia omawiana będzie problematyka doboru zabezpieczeń przeciążeniowych oraz zabezpieczeń zwarciovych przewodów i kabli niskiego napięcia, która związana jest z robczą i zwarciovą obciążalnością prądową.

DOSTĘPNE SZKOLENIA

- » Metodyka konstruowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu
- » Kompensacja mocy biernej. Podstawy teoretyczne i zastosowania praktyczne
- » Ochrona odgromowa i przepięciowa obiektów budowlanych
- » Ewakuacja ludzi z płonącego budynku i jej wspomaganie. Oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne
- » Zasilanie budynków w energię elektryczną w warunkach normalnych a zasilanie w czasie pożaru)
- » Obliczanie zwarcí symetrycznych oraz metodyka doboru aparatów, przewodów i urządzeń elektrycznych do szdziejanych warunków zwarciovych w instalacjach elektrycznych nn
- » Podstawy projektowania przydomowych systemów fotowoltaicznych



Znajdź swoje szkolenie na:
kursy.elektro.info.pl

APA Sp. z o.o.

44-105 Gliwice
ul. Tarnogórska 251
tel. 32 231 64 43
biuro@apagroup.pl
apagroup.pl

**FIBAR Group S.A.**

62-081 Wysogotowo, ul. Serdeczna 3
tel. +48 884 095 800
sklep@mojefibaro.pl
www.mojefibaro.pl

FIBARO

a Nice company

FINDER POLSKA Sp. z o.o.

62-080 Sady, ul. Logistyczna 27
tel. 61 865 94 07, faks 61 865 94 26
finder.pl@findernet.com
www.findernet.com/poland

**KONTAKT-SIMON S.A.**

43-500 Czechowice-Dziedzice
ul. Bestwińska 21
tel. 32 32 46 300
faks: 32 215 35 55
www.kontakt-simon.pl

KONTAKT simon**MERXU – NOWA PLATFORMA ZAKUPOWA
W BRANŻY PRZEMYSŁOWEJ**

pomoc@merXu.com
tel +48 600 440 450
www.merXu.com

merXu**WAGO ELWAG Sp. z o.o.**

50-506 Wrocław, ul. Piękna 58a
tel. 71 360 29 70,
faks 71 360 29 99
wago.elwag@wago.com
www.wago.com

WAGO