

PORADNIK

elektro.info.pl

Inteligentny budynek

Elektromobilność





Redakcja

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
▪ Rozwiązania inteligentnego budynku w rewitalizacji budynków użyteczności publicznej	8
▪ Integracja elementów instalacji klasycznej z systemami automatyki budynkowej na przykładzie LCN i KNX.	14
▪ Porównanie mediów transmisyjnych w systemach automatyki budynkowej	18
▪ Charakterystyka i perspektywy rozwojowe systemów zabezpieczeń i automatyki budynku	22
▪ System YESLY – teraz jeszcze lepiej dopasowany do Twoich potrzeb – prezentacja	26
▪ Inteligentny budynek – instalacje widiomofonowe i oświetleniowe.	28
▪ Wybrane aspekty techniczne i ekonomiczne zasilania odbiorców energii elektrycznej (część 1.).	32
▪ Wybrane aspekty techniczne i ekonomiczne zasilania odbiorców energii elektrycznej (część 2.).	38
▪ Wprowadzenie do systemów ładowania pojazdów elektrycznych	44
▪ Wymagania stawiane stacjom ładowania pojazdów elektrycznych	46
▪ Stacje ładowania źródeł energii pojazdów elektrycznych	48
▪ EKOPRZYSZŁOŚĆ – prezentacja	52
▪ Pojazdy elektryczne.	54
▪ Podstawowe wymagania dla stacji ładowania pojazdów elektrycznych	58
▪ Katalog firm	61

Komponenty do



Rozwiązanie Findera

Nasza niezawodność, również
w automatyce budynkowej

Zasilanie
poprzez
magistrale KNX

Kompaktowe
rozmiary

Zarządzanie
scenami



Zasilacz KNX z wyjściem
30 V DC - 640 mA
Typ 78.2K.1.230.3000
3 wskaźniki zadziałania LED
Kompaktowe rozmiary i duża
moc w zaledwie 4 modułach



Czujnik ruchu i obecności
Typ 18.5K.9.030.0000
Pole detekcji 64m²:
ruch 8x8 m,
obecność 4x4 m



Kompaktowy 6 stykowy aktuator
(aktor) do dużych obciążeń
Typ 19.6K.9.030.4300
Przełącznik bistabilny zatwierdzony
przez ENEC. Odpowiedni do
załączania oświetlenia



Interfejs USB
Typ 1K.UB.9030
Połączenie systemu
magistrali KNX z komputerem
wypożyczonym

urządzenia do sterowania i interakcji z użytkownikiem w inteligentnym budynku

mgr inż. Andrzej Dubrawski

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 ocze-kiwanych 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 załączać oświetlenie, a dolnej gasić. Ten sam klawisz może także służyć do ściemniania jakiejś lampy lub grupy lamp. Jest to możliwe, gdyż przycisk odróżnia krót-



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

Fot. GIRA

kie naciśnięcia od długich. Krótkim 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, rolę 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 prze-

mian). Osobno programując każdą końcówkę klawisza można ją przeznaczyć do sterowania oddzielnymi odbiornikami. Wtedy dwuklawiszowy przycisk obsługuje 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 określonej wartości,
- 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

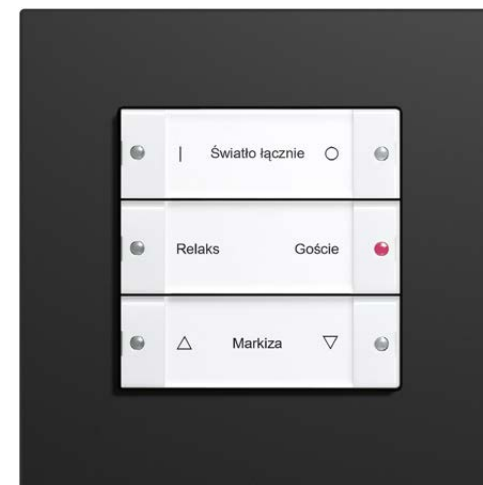
temperatury wysyła za pośrednictwem magistrali.

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 wywołanej 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 otrzymywanych telegramów pracuje w kilku trybach:

- komfort: utrzymywanie komfortowej temperatury w okresie aktywności użytkowników,
- standby: utrzymuje temperaturę oczekiwania w okresie nieobecności,
- noc: dokonuje korekty temperatury, gdy użytkownicy śpią,
- ochrona przed zamarzaniem 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 wymuszane 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



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

Fot. GIRA

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. Zwłaszcza 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 przełączeniom przy zmiennej temperaturze otoczenia. Regulator używa dwóch algorytmów, proporcjonalno-całkowego 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 temperatury. A ponadto można do

nego 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. Umieszczane 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

Fot. GIRA



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



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)



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

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 prywatnych. Przykładem takiego panelu jest Gira G1 o 6" ekranie. Jednak jego możliwości funkcjonalne znacznie przekraczają potrzeby

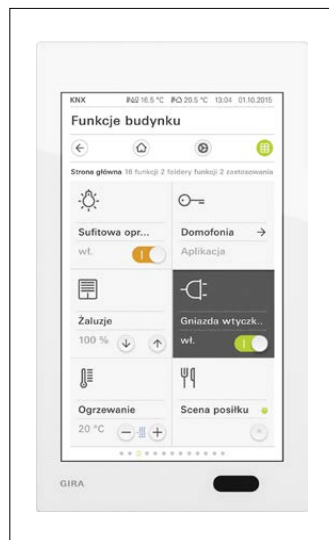
jednego pomieszczenia. Do dyspozycji jest 125 funkcji i dodatkowo tyle samo zegarów sterowniczych. To niewielkie urządzenie montuje się w miejscu typowego przycisku magistralnego. Dzięki wyjątkowo prostej intuicyjnej obsłudze rzeczywiście doskonale spełnia funkcję przycisku. Czujnik zbliżeniowy samoczynnie załącza podświetlenie, gdy ktoś zbliża się do niego. A pierwszą funkcję 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 wideofonem, 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 wywo-

łanie 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 kafelki przeznaczone do sterowania żaluzjami (↓ i ↑). Obok miejsce, którego dotknięcie przywoła scenę zaplanowaną na czas spożywania posiłku. Kafelki znajdujące się najniżej służą do załączania 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 kafelka 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 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.



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



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

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 wideofonofonu, komputera, czy wyświetlacza obrazu z kamer. Oprócz tego można je skonfigurować do sterowania multimedialnym, 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.

Smart City Solutions

Elementy małej architektury miejskiej

ŁADOWARKI SAMOCHODOWE



ŁAWKI SOLARNE WIATY ROWEROWE



ZESTAWY FOTOWOLTAICZNE



rozwiązania inteligentnego budynku w rewitalizacji budynków użyteczności publicznej

krok ku poprawie efektywności energetycznej

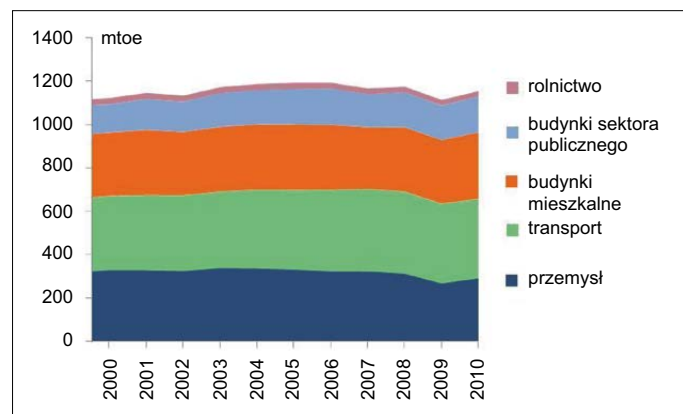
dr inż. Sławomir Bielecki, mgr inż. Janusz Lipka, mgr inż. Tadeusz Palimaka, prof. dr hab. inż. Tadeusz Skoczkowski,
dr inż. Jacek Szymczyk – Politechnika Warszawska

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 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%, przemysł 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.



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

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 określa się 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 użytkowania 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.

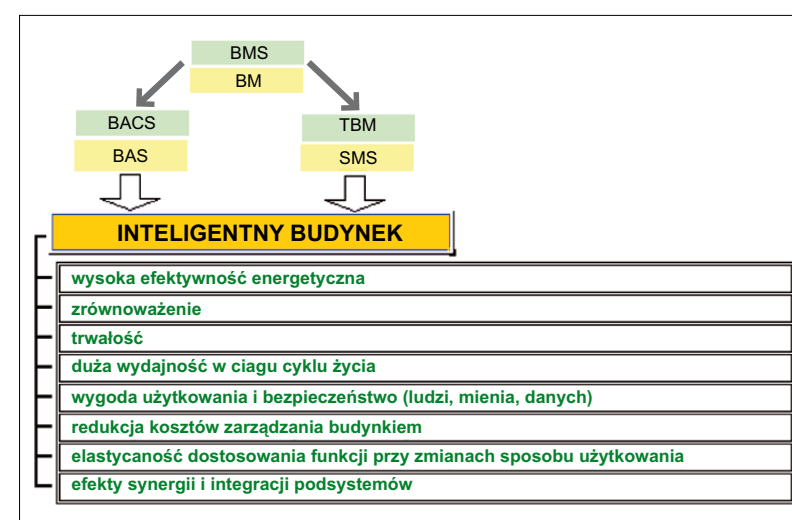
Podstawą prowadzenia działań w kierunku optymalizacji współczynników efektywności energetycznej budynku jest odpowiednio zaawansowana metodologia systemów pomiarowych budynku. Wykorzystane w tym celu mogą być już obecnie produkowane liczniki energii oraz analizatory parametrów zasilania, posiadające zaawansowane funkcje, wbudowane mikrokontrolery z własnymi aplikacjami oraz interfejsami komunikacji cyfrowej. Urządzenia tego typu mogą stać się węzłami sieci monitoringu sterowania w IB, ponadto mogą się integrować z systemami BMS, zdalnie komunikować się z serwerami i bazami da-

nych, 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 systemom 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. Zapisy 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/m²rok. Tymczasem z dotychczas wykonanych audytów



Rys. 2. Cechy inteligentnego budynku

wynika, że średnie zapotrzebowanie na energię w budynkach służby zdrowia to prawie 500 kWh/m²rok, a dla budynków szkół to ok. 265 kWh/m²rok [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 pasywnym), którym można i powinno się zarządzać poprzez aktywną (nie pasyw-

na) eksploatację. Energia przestaje być jedynie samym kosztem. 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 normalizacyj-

nymi. 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 postępowaniem 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 usytuowanie.
- 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 ujednolicenie 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, zakreślenie 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 uziemień 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 przetwarzających dane.*
- PN-IEC 60364-7-714:2012 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub loka-*

lizacji. 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 cieplnego.*
- 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. Aparatura rozdzielcza i sterownicza.*
- PN-HD 60364-5-53:2000 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. 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 uziemień 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 uwzględ-

nienia 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 wewnętrznych budynków.*
- PN-EN 50174-3:2005 *Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Część 3: Planowanie i wyko-*

reklama

TaHoma® Premium – centrum zarządzania domem Somfy

Żaluzje, rolety, światło, ogrzewanie, brama wjazdowa, brama garażowa, drzwi wejściowe, kamera, alarm – technologia io-homecontrol® połączy urządzenia domowe, aby można było sterować nimi zdalnie o każdej porze i z dowolnego miejsca z poziomu aplikacji zainstalowanej w smartfonie. Somfy stworzyło jedną z najbardziej wszechstronnych i zaawansowanych platform do zarządzania domem lub inteligentnym mieszkaniem. Jest nią centrala TaHoma® Premium, która pozwala sterować nawet 200 urządzeniami. Dzięki TaHoma można swobodnie planować scenariusze, które pasują do stylu życia i ułatwiają codzienne funkcjonowanie. W kilku prostych krokach można ich ustawić nawet 40. Ekran główny pokazuje stan wszystkich podłączonych urządzeń, które nadzorować można z tabletu, smartfonu, komputera lub smartwatcha. Nie bez powodu stale rośnie liczba użytkowników, korzystających z możliwości, które daje io-homecontrol®Somfy.

Somfy

BIURO:
Somfy Sp. z o.o.
ul. Marywilska 34,
03-228 Warszawa

Centrum Serwisowe Somfy:
Somfy Sp. z o.o.
ul. Rudolfa Diesla 9, 32-005 Niepołomice
www.somfy.pl

somfy®

nawstwo 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 ukladania 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 wykorzystywać 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 zarządzania 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/IEC14543-3 *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 (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 ISO16484-2:2005 *Systemy automatyzacji i sterowania budynków (BACS). Część 2: Sprzęt (KNX).*
- PN-EN ISO16484-3:2007 *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 sterowania. 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 wykonania 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 grzewcze 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 grzewcze w budynkach. Instrukcje eksploatacji, konserwacji i ob-*

slugi. Instalacje grzewcze, które wymagają wykwalifikowanego personelu obsługi.

- PN-EN 12171:2003 *Instalacje grzewcze w budynkach. Instrukcje eksploatacji, konserwacji i obsługi. Instalacje grzewcze, które nie wymagają wykwalifikowanego personelu obsługi.*
- PN-EN 12831:2006 *Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.*
- PN-EN 14337:2006 *Instalacje grzewcze 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.*

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 in-

formacji 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 Mazowsza, ze względu na koncentrację budynków administracji centralnej, placówek oświaty i szkolnictwa wyższego oraz licznych biurowców 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, odpowiedzialne osoby, także w przypadku konieczności wprowadzenia 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 formal-

nej 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 budowlanej 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 Mazowsza” współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

literatura do artykułu na
elektroinfo.pl

abstract

Intelligent Building solutions for revitalization of Public Buildings

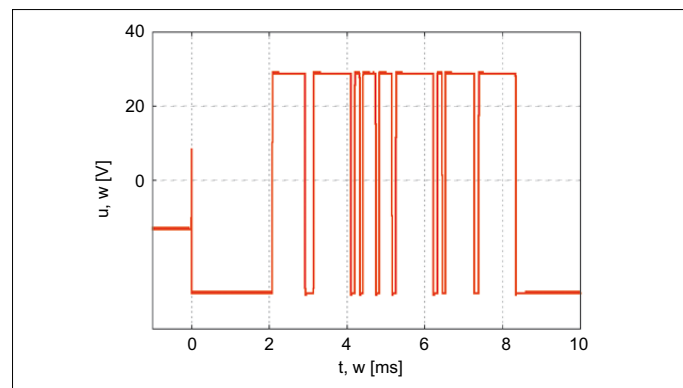
Intelligent building solutions are one of the most advanced technologies, which provide both the possibilities and tools used for the improvement of energy efficiency of systems functioning within buildings. Improving energy efficiency is one of the greatest challenges in the twenty-first century. In 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.

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

Andrzej Książkiewicz – Politechnika Poznańska

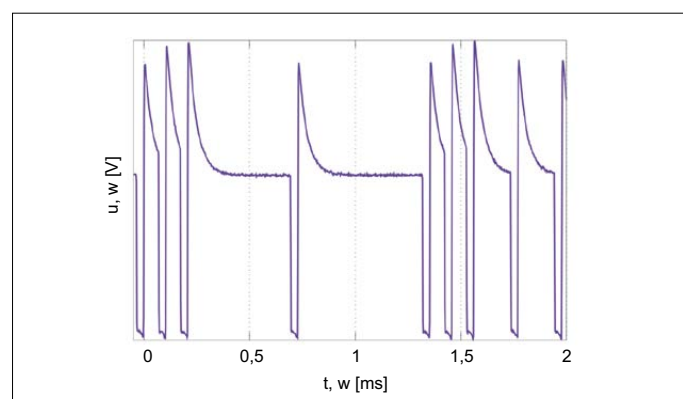
W systemie LCN wykorzystuje się do transmisji danych dodatkową żyłę transmisyjną oraz żyłę neutralną tradycyjnej instalacji elektrycznej. Każdy moduł LCN może dzięki tym dwóm żyłom komunikować się z całą magistralą. Przebieg czasowy telegramu w systemie LCN przedstawiono na **rysunku 1**. Wykorzystanie 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 230 V 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 wyko-



Rys. 1. Przebieg czasowy telegramu w systemie LCN

Rys. A. Książkiewicz

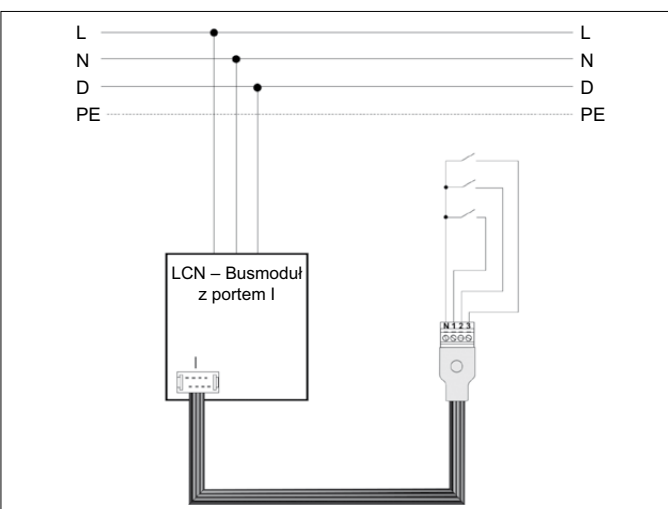


Rys. 2. Przebieg czasowy telegramu w systemie KNX

Rys. A. Książkiewicz

streszczenie

Systemy automatyki budynkowej (BAS) nie zawsze pozwalają na sterowanie każdym elementem technicznym w instalacjach elektrycznych. Dostępne urządzenia, które nie wchodzą w skład danego systemu BAS, mogą czasami oferować lepszą funkcjonalność w zakresie regulacji pracy części instalacji niż wybrany system automatyki. W konsekwencji prowadzi to do konieczności integracji elementów niebędących częściami składowymi systemu automatyki budynkowej właśnie z tym systemem. W artykule przedstawione będą wybrane aspekty integracji urządzeń „klasycznych” z systemami BAS na przykładzie elementów LCN i KNX.



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

rzystuje 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 otwar-

cia 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 230 VAC.

bezpotencjałowe wejścia binarne

Wejścia bezpotencjałowe pozwalają w prosty sposób wprowadzić do systemu automatyki budynkowej syg-

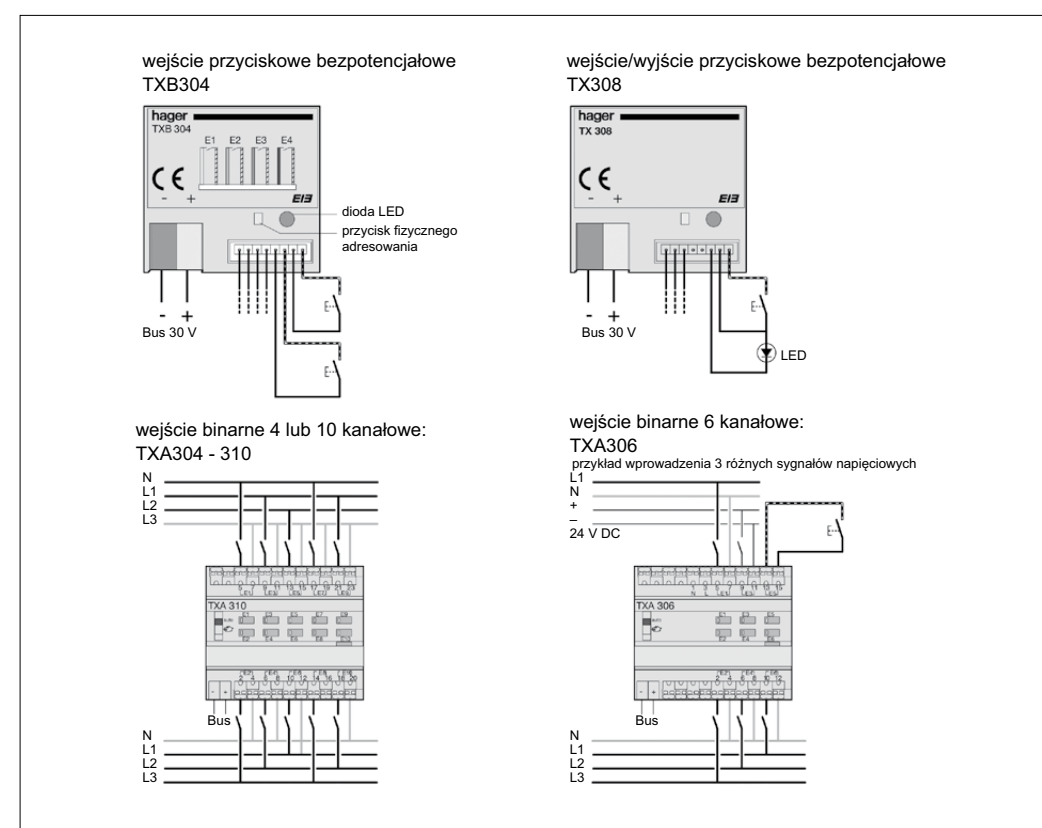
nały z instalacji lub urządzeń niestworzonych, które mają pomocnicze styki sygnalizacyjne. Styki te będą zmieniały swój stan z otwartych na zamknięte i odwrotnie, w zależności od stanu pracy danego urządzenia. Przykładem wykorzystania styków bezpotencjałowych mogą być kontaktry zamontowane w ramach okiennych, 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 5 V. Każde wejście binarne rozróżnia tylko dwa stany: włączony i wyłączony [1].

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**.

potencjałowe wejścia binarne

Do wprowadzania sygnałów do systemu można również wykorzystać sygnały napięciowe 230 V. W tym celu stosuje się potencjałowe wejścia binarne. Pozwalają one



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

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

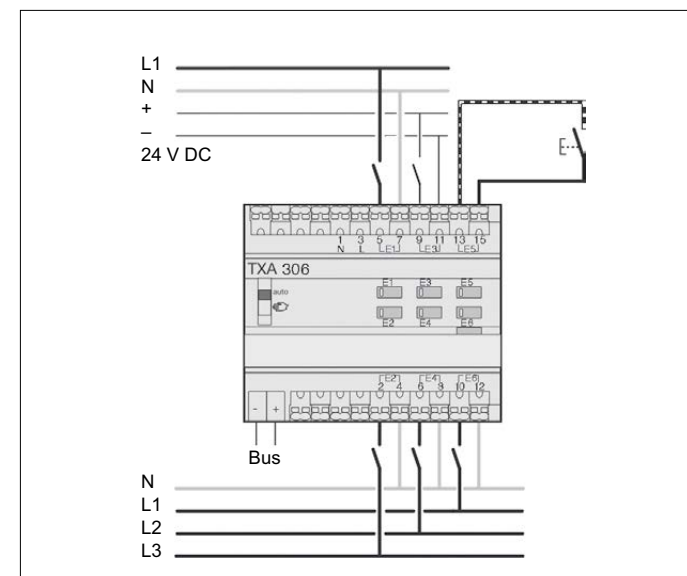
W systemie LCN przykładem wejścia binarnego jest czujnik LCN-B8H, pozwalający na wprowadzenie do ośmiu sygnałów na napięcie 230 V. Zarówno wejścia binarne potencia-

łowe 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

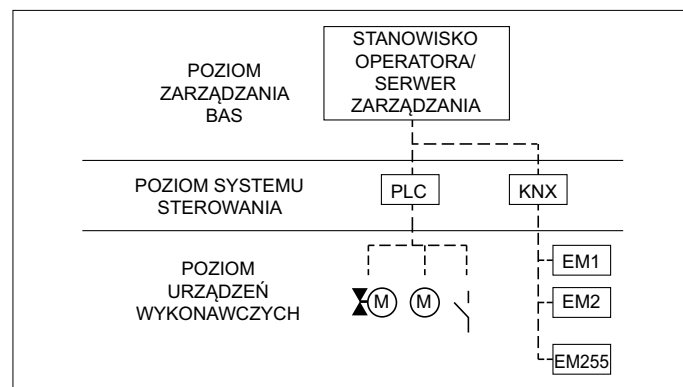
nad elementami klasycznej instalacji elektrycznej.

wejścia analogowe

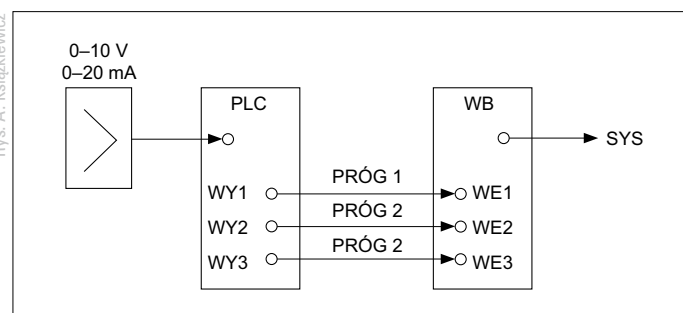
Zależności pomiędzy poszczególnymi elementami instalacji można przedstawić w sposób zhierarchizowany (**rys. 6**). Najniższy poziom należy do urządzeń wykonawczych. Do



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



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

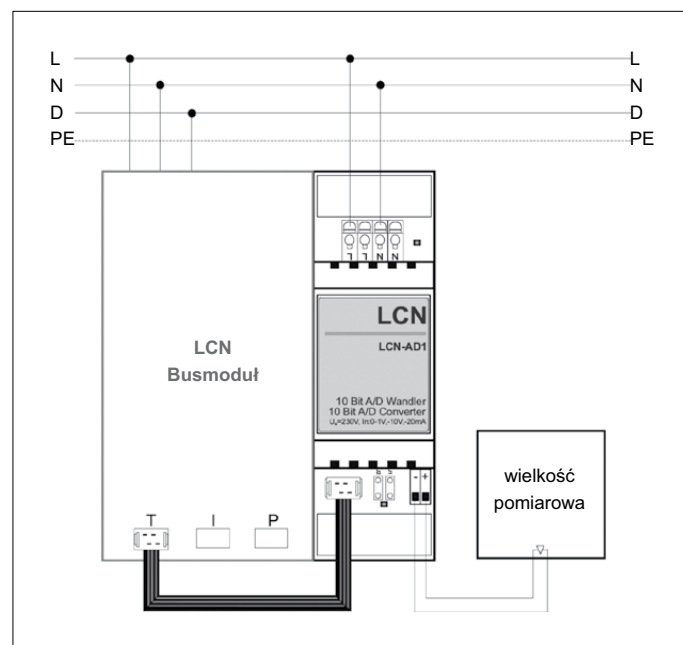


Rys. 7. Diagram wykorzystania sterownika PLC jako elementu pośredniczącego przy przetwarzaniu sygnałów analogowych

sterowanych przez sterowniki PLC można zaliczyć silniki, serwowozygrzewcze czy łączniki. W systemie KNX wliczamy do nich aktywności, oświetleniowe czy sensory.

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.

lacji 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.



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

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 0–10 V 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 (0–10 V lub 0–20 mA) podawany jest na odpowiednie wejście sterownika PLC. Na podstawie wewnętrznego programu ustalane są progi (Próg 1, 2, 3), przy których załączone zostaną konkretne wyjścia WY1–WY3. Połączone są one z wejściami binarnymi WE1–WE3 (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, 0–10 V lub 0–20 mA, w tym temperatury mierzonej sondami Pt100/Pt1000.

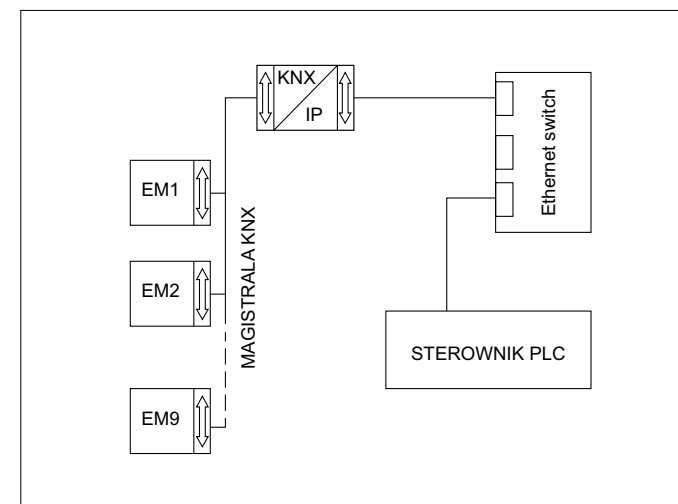
Integracja sterowników PLC z urządzeniami KNX nie zawsze wymaga wykorzystania modułów sprzętowych, wystarczy tylko aplikacja programowa. Zamiast nich można wykorzystać sieć komputerową jako pośredniczącą w przekazywaniu informacji (rys. 9.).

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].

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 użytkowania bu-



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

dynku, nawet tylko przy jednokierunkowej komunikacji takich urządzeń z systemem. Komunikacja ta może być zapewniona w miarę prosty sposób poprzez zastosowanie kontaktów bądź przekaźników po stronie urządzenia oraz wejść binarnych, zarówno potencjałowych, jak i bezpotencjałowych, po stronie systemu.

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 systemie możliwe jest pełne wykorzystanie analogowego sygnału wejściowego w celu sterowania instalacjami. Dzięki dostępnym rozwiązaniom możliwa jest jego współpraca między innymi z systemem alarmo-

wym, ochrony przeciwpożarowej czy sterownikami swobodnie programowanymi. Wykorzystanie sieci komputerowej jako medium transmisyjnego sieci szkieletowej w budynku pozwala na prostsze łączenie różnych systemów.

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”, wnictwo Oddziału Poznańskiego SEP, Poznań 2011 r.

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.

elektro

WEŹ UDZIAŁ W SZKOLENIACH

Ostatnie terminy przed wakacjami!

27 czerwca

**DOBÓR PRZEWODÓW
I KABLI ELEKTRYCZNYCH
ORAZ ICH ZABEZPIECZEŃ**

28 czerwca

**PODSTAWY PROJEKTOWANIA
ELEKTROENERGETYCZNYCH
LINII NAPOWIETRZNYCH**

Informacje:
www.szkolenia.elektro.info.pl

porównanie mediów transmisyjnych w systemach automatyki budynkowej

dr inż. Tomasz Zarębski, dr inż. Piotr Cierzniewski – Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny w Szczecinie, Oddział Szczeciński SEP

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 nieodłączne, 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 odejmowane, a w rezultacie mamy sygnał pozbawiony zakłóceń. W celu zapewnienia kompatybilności pomiędzy produktami dostarczającymi 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 wszelakie zakłócenia, w rezultacie przy złe 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 szybko 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 urzą-

dzeń, 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 częstotliwości, 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 zawiaduje wszystkimi funkcjami logicznymi odbywającymi się w obrębie systemu. Płyta głów-

na 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 6×0,5 mm². Magistrala TUKAN jest oparta na standardzie RS-485, ma więc jego ograniczenia, mianowicie może obsługiwać 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, sy-

stem 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 gałęzi 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 zakłóce-

nia 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 podlewaniami 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 posta-

wionej przez instalatorów w temacie awaryjności. Dlatego ten aspekt można rozważyć pod kątem ewentualnych skutków awarii na przykładzie wcześniej wytypowanych systemów, jako reprezentantów danej kategorii.

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 pełniły 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 bra-

na pod uwagę przy wyborze danego systemu. W przypadku domku jednorodzinnego skutki braku stabilności oprócz zmęczenia psychicznego lokatorów 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 jednorodzinnym 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 prze-programowań, 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 jedynie miarodajną informację na temat stabilności danego rozwiązania.

odporność na zakłócenia

W trakcie komunikacji media transmisyjne narażone są na oddziaływanie różnych czynników zewnętrznych. 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 roztawiono kilka radiotelefonów wypożyczonych z budowy. Nadajniki radiotelefonów mają dużą moc, która mogła unieszkodliwić 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 odpytowania 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 nieodłączne 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 zakłócenia 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.

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 rozłożenia 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 tyczy się to głównie aktorów, sensory często montowane są w miejscach, gdzie

bezpośredni dostęp do zasilania jest ograniczony. W systemach bezprzewodowych sensory często mają zasilanie baterijne, 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.

wnioski

Na bazie przeprowadzonych doświadczeń nie można jednoznacznie wytypować rozwiązania idealnego czy też najlepszego w stosunku do po-

zostałych. 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 „statycznym” medium transmisyjnym wymaga od inwestora dużego nakładu finansowego na samym początku inwestycji lub konieczności 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 tak-

że 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 różnorakich 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.

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

Zamów prenumeratę

FORMULARZ ZAMÓWIENIA

Zamawiam prenumeratę:

☐ **dwuletnią** – 185 zł
od numeru

☐ **roczną** – 105 zł
od numeru

☐ **półroczną** – 75 zł
od numeru

☐ **edukacyjną** – 75 zł
od numeru

☐ **próbna** (kolejne 3 numery) – bezpłatna
od numeru

Nazwa firmy

Ulica i numer

Kod pocztowy **Miejscowość**

Osoba zamawiająca

Rodzaj działalności

NIP **Telefon kontaktowy**

E-mail

Administratorem Państwa danych osobowych jest Grupa MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K., nr KRS: 0000537655, z siedzibą w 04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18, tel. +48 22 810-21-24, wydawca elektro.info.
Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych przez Grupę MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K. w celu zamówienia prenumeraty.
Przysługuje Pani/Panu prawo do wglądu do swoich danych, aktualizowania, poprawiania oraz całkowitego usunięcia ich, a także wniesienia sprzeciwu wobec ich przetwarzania. Podanie danych ma charakter dobrowolny. Dane są chronione zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r.

Upoważniam GRUPĘ MEDIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

Data: Podpis:

Wysyłka będzie realizowana po dokonaniu wpłaty na konto: Volkswagen Bank Polska S.A., 09 2130 0004 2001 0616 6862 0001

charakterystyka i perspektywy rozwojowe systemów zabezpieczeń i automatyki budynku

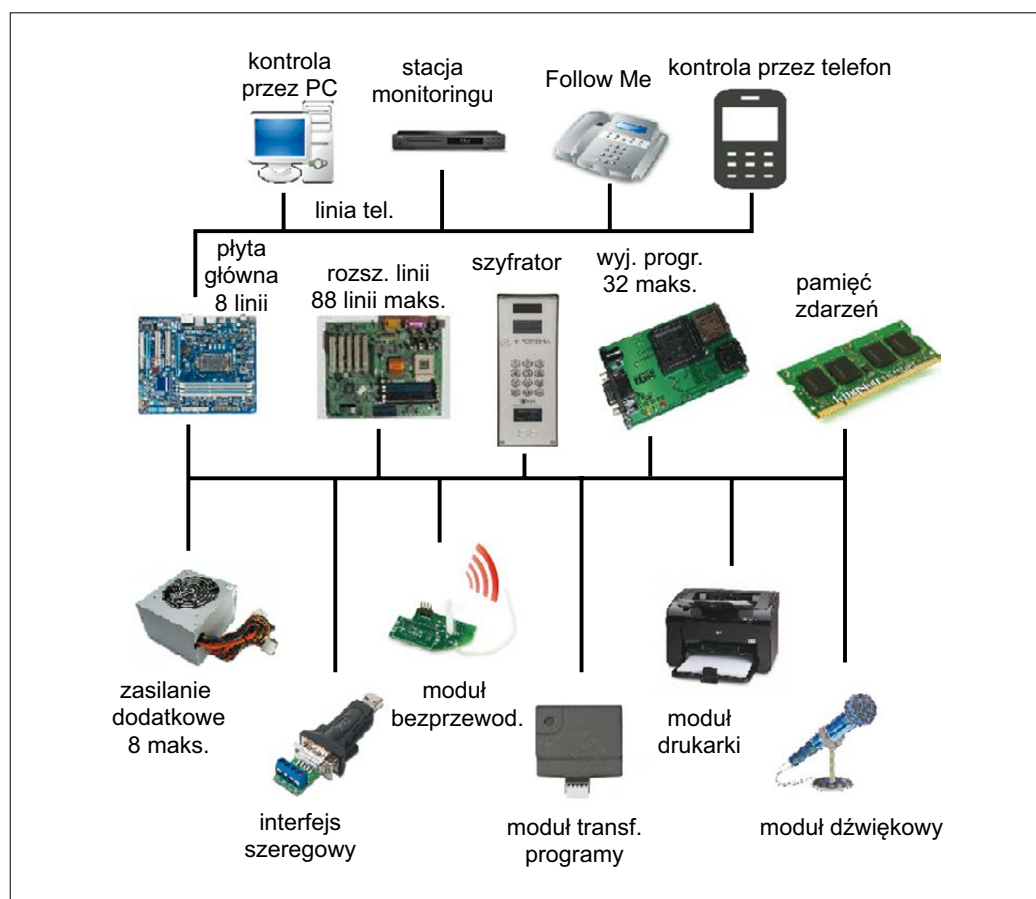
Mateusz Łukasinski, dr inż. Michał Kaczmarek – Politechnika Łódzka

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 przewodowania. Inne opierają się na istniejącej instalacji elektrycznej i transmisji danych w standardzie PLC (Power Line Communication). Proste systemy pozwalające na wyłączanie lub załączanie 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:

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

- System Sygnalizacyjny Włamania i Napadu (SSWiN),
- System Telewizji Użytkowej (CCTV – closed circuit television),
- System kontroli dostępu (ACC – access control),
- 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 kompatybilności z innymi urządzeniami decyduje o jakości całego systemu. Do zadań CA należy, w ramach realizacji określonego algorytmu, przyjmowanie, przetwarzanie i wysyłanie da-

nych – w celu wykrycia określonego zdarzenia, a następnie zareagowania na nie.

Należy zapewnić ochronę przeciw-sabotażową CA i możliwość ciągłego monitorowania stanu jej łączności pomiędzy każdym z urządzeń dołączonych do systemu. Informacje o aktualnym 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 monitoringową.

- 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.

System Telewizji Użytkowej

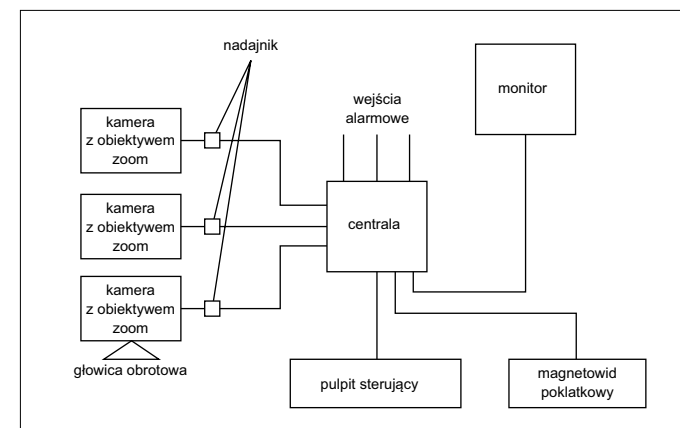
CCTV to system, który pozwala na identyfikację rodzaju zdarzenia i osób na podstawie sygnałów audio i wideo. Do wykonywania tych czynności niezbędne są zestawy kamerowe i urządzenia nadawcze. Dzięki temu użytkownik ma możliwość wykrycia intruza, zapisania informacji w postaci obrazu i dźwięku oraz odpowiedniego 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, Monterisi, Swann, jednakże niemalże każdy z usługodawców opiera swoje rozwiązania na urządzeniach producentów takich marek, jak: BCS, Grundig, Computar, Tibet, Abaxo, CNB, Bosch, Samsung.

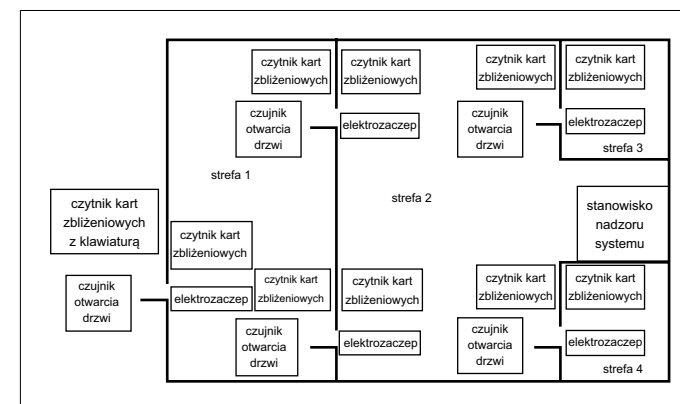
system kontroli dostępu

ACC, czyli system, którego ideą 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



Rys. 2. Podstawowe elementy składowe systemu CCTV



Rys. 3. Przykład ochrony obiektu systemem kontroli dostępu

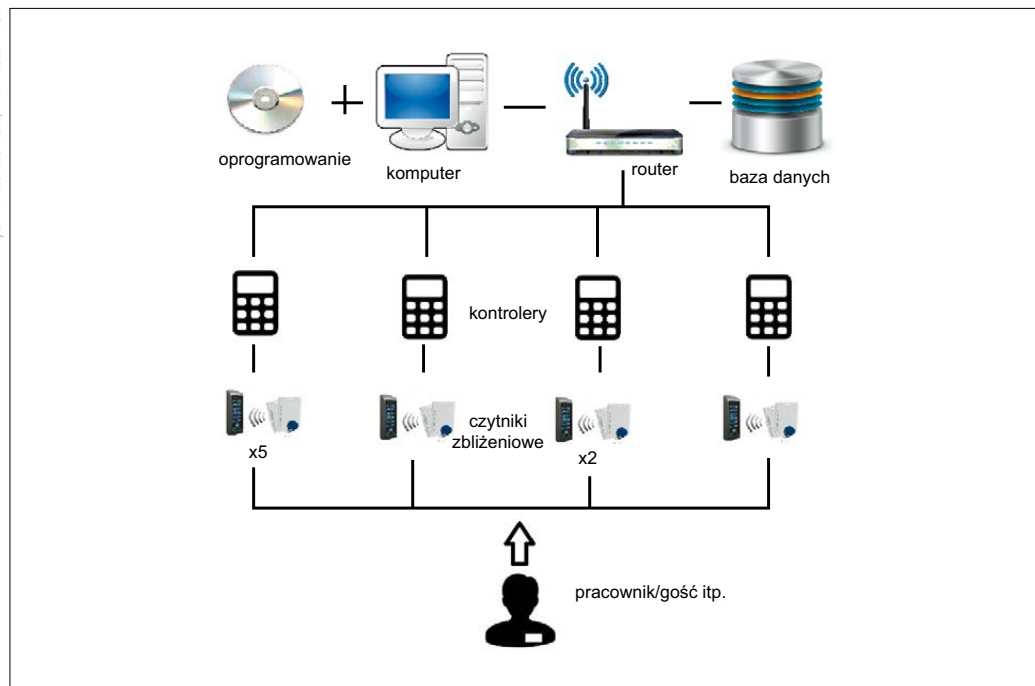
jest w momencie poprawnej weryfikacji przez jeden z czytników. Cały system sterowany jest oprogramowaniem z komputera PC. Rozwiązania tego typu produkują np. firmy: Roger – system RACS, Control System FMN – system ACC, czy też firma PControl, która jest dystrybutorem urządzeń ZKTeco.

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, łą-

czy się z serwerem przez sieć bezprzewodową lub Ethernet.

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 reagu-



Rys. 4. Przykładowy system kontroli dostępu

je 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, które występują w systemach alarmowych. Istnieje wiele typów czujników ruchu: ultradźwiękowe Dopplera, mikrofalowe Dopplera, pasywnej podczerwie-

ni (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 sku-

teczności i wykorzystuje się je przeważnie w drogich systemach. Czujniki pasywne 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 i mikrofalowych lub ultradźwiękowych Dopplera. **Czujni-**

ki 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 zabezpieczanego obiektu [1], [2].

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 **rysunku 7**, przedstawiono optymalny rozkład temperatur w pomieszczeniach domu jednorodzinnego.

Temperatura w pomieszczeniach nieużywanych powinna być utrzymywana na poziomie 7°C, w częściach wspólnych, kłatkach 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 za-

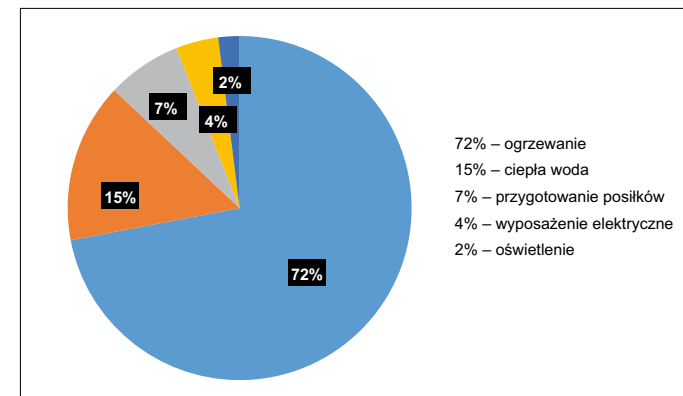
silanych żarówek i halogenów. Inna konstrukcja ściemniacza jest wymagana w przypadku, gdy źródło światła jest wyposażone we własny transformator, tak jak to ma miejsce w przypadku oświetlenia LED czy świetlówek kompaktowych. Istnieją także ściemniacze sterowane cyfrowo, regulujące moc elektrycznych źródeł światła w zależności od natężenia światła dziennego w pomieszczeniach [13].

podsumowanie

Integracja systemów zabezpieczeń i automatyki budynku w systemy „inteligentnego domu” jest procesem postępującym od wielu lat. Wciąż istnieją jednak dalsze perspektywy rozwoju, szczególnie w kierunku zwiększania zapewnianej 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.

literatura

1. R. Brzowski, Ł. Cerankowski, System zabezpieczenia w inteligentnym budynku, PWSZ w Elblągu, 2005.
2. M. Brzęcki, Elektroniczne systemy ochrony osób i mienia – Poradnik praktyczny, Wydawnictwo i Handel Książkami „KaBe”, 2013.
3. M. Szustakowski, W. Ciurapiński, Techniczne systemy zabez-



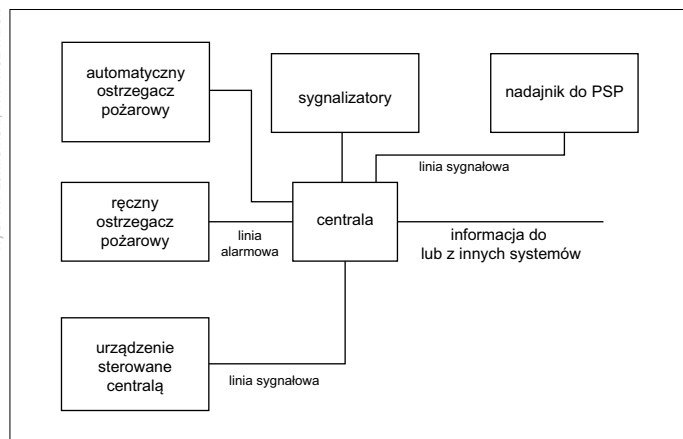
Rys. 6. Struktura zużycia energii w gospodarstwach domowych

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

pieczenia 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. Histan, *Introduction to Mechatronics and Measurement Systems*, McGraw-Hill, 2012.
6. W. Kwaśny, A. Błażejowski, Komponenty mechatroniczne, Politechnika Wrocławska, Instytut Technologii Maszyn i Automatyki.
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>
9. <http://www.poznan.pl/mim/turystyka/nie-marnuj-ciepła.doc.1017,26929/nie-marnuj-ciepła.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.



Rys. 5. Schemat przykładowego systemu sygnalizacji pożaru

system YESLY – teraz jeszcze lepiej dopasowany do Twoich potrzeb

Stanisław Rak – Finder Polska Sp. z o.o.

Finder poszerza ofertę produktów systemu YESLY o nowe typy wielofunkcyjnych aktuatorów i ściemniaczy oświetlenia przeznaczonych do montażu w puszkę fi 60 mm.

Wierzymy, że komfortowe życie powinno być dla każdego. Idąc naprzeciw wymaganiom użytkowników naszych komponentów, połączyliśmy doświadczenie z przemysłu i wieloletnią praktykę w automatyce budynkowej. Stworzyliśmy prosty w użytkowaniu i konfiguracji system inteligentnego domu. Yesly to nie tylko produkty pozwalające zautomatyzować dom i mieszkanie.

czy YESLY jest dla Ciebie?

YESLY daje wolność. Możesz rozpocząć już od jednego elementu, a następnie zwiększając ich ilość rozszerzyć działanie systemu YESLY na cały dom. Podłącz elementy do istniejącej instalacji bez kosztownych remontów i specjalnych magistrali sterowniczych. Cała komunikacja z telefonem i bezprzewodowymi przyciskami odbywa się za pomocą połączenia Bluetooth.

Zastosowania YESLY są bardzo szerokie możesz wykorzystać je do takich rzeczy jak:

- płynne sterowanie poziomem oświetlenia w pokoju dziecka.

- zdalne sterowanie oświetleniem w sypialni.
- sterowanie oświetleniem w pokoju osoby chorej, za pomocą bezprzewodowego przycisku przy łóżku.
- a nawet bardzo wymagających jak scenariusze (sceny).

Stwórz tryb pracy taki jak np. kino – po wciśnięciu jednego przycisku możesz opuścić rolety, wyłączyć lub ściemnić oświetlenie, włączyć rzutnik i opuścić ekran. Zastosowań jest wiele, a firma Finder pomoże ci w realizacji twoich marzeń.

konfiguruj i steruj za pomocą swojego telefonu

To proste, potrzebujesz tylko smartfona z systemem Android lub iOS. Konfiguracja odbywa się za pomocą aplikacji Finder Toolbox, a użytkowanie za pomocą Finder Yesly. Możesz podzielić cały swój dom na pokoje. Każdy z użytkowników może sterować całością domu, lub tylko wybranymi pokojami albo strefami.

Uwolnij się od centralek smart home, w YESLY nie występują elementy pośredniczące, możesz sterować



wszystkim, co jest w zasięgu twojego telefonu. Dzięki zastosowaniu Bluetooth 4.2 nie musisz martwić się o ilość fal elektromagnetycznych w Twoim mieszkaniu. Komunikacja odbywa się tylko wtedy, gdy wysyłasz polecenie do urządzenia wykonawczego.

Umożliwianie dostępu do systemu innymi użytkownikom jest łatwe. Zainstaluj aplikację Finder Yesly na kolejnym urządzeniu, zaloguj je i prześlij plan wpisując mail odbiorcy, podany w logowaniu nowego urządzenia, w swojej aplikacji. To proste!

mnożność zastosowań i prostota

Yesly to dwa elementy wykonawcze – aktuator i ściemniacz.

Wielofunkcyjne aktuatory YESLY 13.22, 13.S2, 13.72 to urządzenia dwukanałowe – pozwalają na niezależne sterowanie dwoma odbiornikami za pomocą zwykłych monostabilnych przycisków. Mogą jednak pełnić wiele funkcji. Koniec z dobieraniem elementu wykonawczego do konkretnego zadania – postawiliśmy na uniwersalność.

Typ 13.22 to elektroniczny wielofunkcyjny przekaźnik przeznaczony do montażu w puszkę fi 60 mm. Może realizować do 20 różnych funkcji (impulsowych, czasowych lub automatu do klatek schodowych) dedykowanych dla oświetlenia oraz wentylatorów. Zakres działania tego przekaźnika uzupełnia aktuator typu 13.S2 przeznaczony głównie do stero-



Wielofunkcyjny aktuator Bluetooth



Ściemniacz Bluetooth

wania roletami i elektrycznymi zasłonami.

Możliwości obydwu tych przekaźników łączy w sobie aktuator typu 13.22 kompatybilny z najpopularniejszymi włoskimi przełącznikami: AVE, BTicino, Gewiss, Simon-Urmet, Vimar.

ściemniacz oświetlenia 15.21, 15.71

Potrzebujesz przyjemniejszej atmosfery w pokoju? Oglądasz film? Chcesz zostawić delikatne oświetlenie w pokoju dziecęcym na czas zasypiania i wyłączyć je jak pójdzie spać?

Te funkcjonalności zapewni Ci nasz ściemniacz. Typ 15.21 jest dostosowany do montażu w puszkę fi 60 mm, natomiast typ 15.71 jest kompatybilny z najpopularniejszymi gniazdami i przełącznikami ściennymi: AVE, BTicino, Gewiss, Simon-Urmet, Vimar. Wystarczy podłączyć go do istniejącej instalacji i upewnić się, że źródła światła są ściemnialne.

Dołożyliśmy wszelkich starań aby zapomnieć o problemie mrużących „żarówek” przy niskim poziomie jasności. Możesz wybrać jeden z wielu dostępnych trybów ściemniania przy konfiguracji urządzenia, dostosowany do Twojego źródła światła. Można też ustawić tryb Automatyczny, wtedy ściemniacz nauczy się współpracować z Twoją „żarówką”.

Jest niezwykle wszechstronny i nadaje się do każdej aplikacji, ze ściemnianymi lampami LED i CFL, lampami halogenowymi, statecznikami elektrycznymi oraz wieloma innymi.

uwolnij się od kosztownych remontów

YESLY to nie tylko elementy wykonawcze. To też bezprzewodowe i baterijne przyciski. Jeśli pojawi się potrzeba dodania wyłącznika, to można to zrealizować instalując przycisk BEYON. Nie musi być przytwierdzony do żadnej powierzchni. Jest dostępny w dwóch kolorach – czarnym i białym.



Bezprzewodowy przycisk BEYON

Dzięki magnetycznej podstawie możesz zainstalować go na lodówce, przy szafce albo na lampie, którą zamierzasz sterować. W zestawie znajduje się też specjalna magnetyczna nalepka. Można dzięki niej przytwierdzić bezprzewodowy przycisk do nie-metalicznych powierzchni.

Dostępne są dwa wykonania 2-przyciskowe i 4-przyciskowe pozwalające na realizację wielu funkcji. Możemy swobodnie przydzielać zadania dla klawiszy. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby jeden z nich odpowiadał za konkretny obwód np. włączenie i wyłączenie światła, drugi za współpracę z obwodem ściemnianym, trzeci za sterowanie roletami, a czwarty był przypisany do scenariusza (sceny) np. wyłączenie całego oświetlenia w domu i opuszczenie rolet.

Silikonowa nakładka na przycisku może zostać wymieniona na jeden z trzech dostępnych kolorów, które znajdują się standardowo w opakowaniu z przyciskiem BEYON (niebieski, ciemnoszary i biały).

zapomnij o wymianie baterii – przycisk Findera nie wymaga ich do pracy

Twój dom zapewni Ci teraz wyjątkowy komfort, a przyciski mogą być w dowolnych miejscach, spełniając to czego od nich oczekujesz.

YESLY może być niewidoczne

Elementy wykonawcze mogą zostać osadzone w ramach, lub pracować w puszkach elektroinstalacyjnych, dzięki dwóm systemom obudowy. Pierwszy z nich dostosowany jest do włączników typu „włoskiego”, a drugi, najbardziej popularny w Polsce, to system montażu osprzętu w puszkach fi 60 mm. Ten właśnie system pozwala na to, że Twój inteligentny dom jest zupełnie niewidoczny dla oka.

Całość sterowania bezprzewodowego można zrealizować za pomocą telefonu, a dom wyposażać w mono-



stabilne łączniki przewodowe podłączone do modułów YESLY. Zapewni to klasyczny wygląd i funkcjonalność, ale jednocześnie nowoczesność i wygodę.

System Finder YESLY nie wymaga prowadzenia specjalnych przewodów sterowniczych w ścianach, bez wygórowanych kosztów można go podłączyć do istniejącej już instalacji elektrycznej. Dzięki swojej konstrukcji nie musi być instalowany w specjalnych rozdzielnicach schowanych np. w garażu.

Jeśli to co widzisz działa, to znaczy, że niewidoczne spełnia swoją rolę.

reklama



Finder Polska Sp. z o.o.
60-175 Poznań
ul. Malwowa 126
tel. 61 865 94 07
faks 61 865 84 26
finder.pl@findernet.com
www.findernet.com

inteligentny budynek – instalacje wideodomofonowe i oświetleniowe

zagadnienia wybrane

mgr. inż. Karol Kuczyński

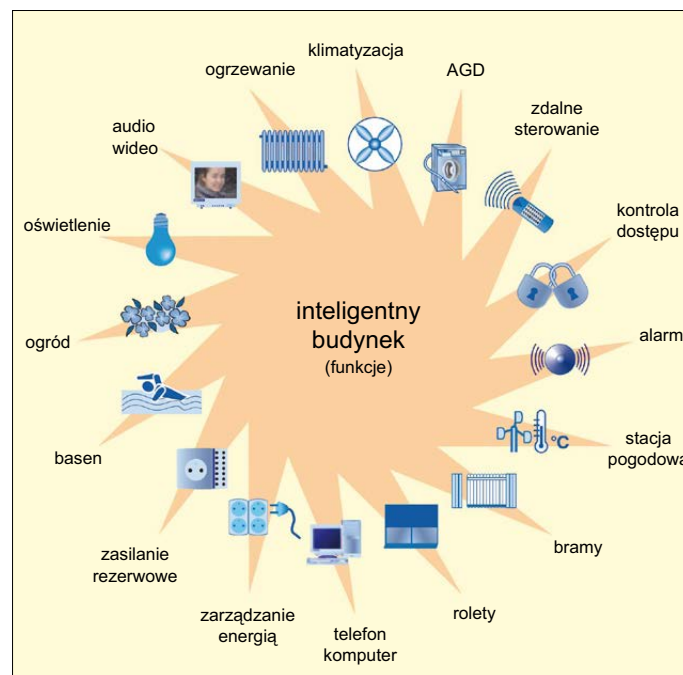
Nowoczesny budynek to nie tylko obiekt wykonany w zgodzie z obowiązującymi standardami, ale wyposażony w wiele różnych urządzeń elektrycznych ułatwiających codzienne życie. Ich lista jest bardzo długa, a wraz z upowszechnieniem się systemów inteligentnego budynku będzie coraz większa. Automatyka budynkowa 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 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.

system zarządzania budynkiem

Za pośrednictwem systemu możemy w kompleksowy sposób sterować



Rys. 1. Możliwe funkcje inteligentnego budynku [1]

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].

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 wywoływanego 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



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

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

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 wywołania. W układzie takim nie istnieje żaden prosty sposób uniknięcia wzajemnego podsłuchiwanie 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.

systemy dwużyłowe równolegle

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 elektroniczny, 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. Znalazienie takiego zwarcia wymaga sukcesywnego rozłączania przewodów, aż do jego ostatecznego znalezienia.

systemy z niezależnymi liniami

Podstawową ideą takiego rozwiązania jest sposób zestawienia połączenia z unifonem. W tym przypadku, w prze-

ciwienstwie 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 intencji 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.

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


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

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 tężeniu oświetlenia w zależności od udziału oświetlenia dziennego może odbywać się również przy użyciu detektora ruchu. W przypadku wykrycia obecności w pomieszczeniu, detektor ruchu przekazuje sygnał do sterownika. Sterownik załącza obwód oświetleniowyysterowując 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. Korektaysterowania następuje stopniowo – nie powinna być natychmiastowa, gdyż użytkownik odczuje to jako migotanie światła.

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 wygasze-

nie 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 rozświetlenie rolet i włączenie nastrojowej muzyki [9].

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 odtwarzać 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].

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.

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

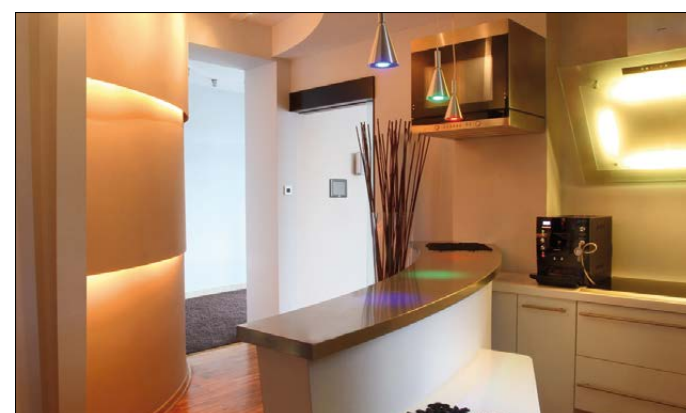
podsumowanie

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.

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


Fot. 3. Przykładowe rozwiązanie sterowania scenami świetlnymi

Fot. Osram

Specjaliści dla specjalistów

Niewyczerpane źródło fachowej wiedzy na temat zagadnień związanych z elektrotechniką i elektroenergetyką

elektro.info.pl



GROMADZIMY



TWORZYM



DOSTARCZAMY

rzetelne informacje



wybrane aspekty techniczne i ekonomiczne zasilania odbiorców energii elektrycznej

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

dr hab. inż. Paweł Piotrowski – Politechnika Warszawska

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 elektroenergetyczne-go 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 zadziaływanie 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 przeczy-

tać: „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 zasiląć 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 – bezprzerwowe 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,
- 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 ponowne-

go 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 ponownego zasilania odbiorcy

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]

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, przykładem: 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 urządzenia jest znacznie niższa niż niezawodność poszczególnych jego elementów. W tabeli 2. przedstawiono wskaźniki zawadności elementów sieci elektroenergetycznej.

Dla poszczególnych elementów sieci wskaźniki zawadności 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 stra-

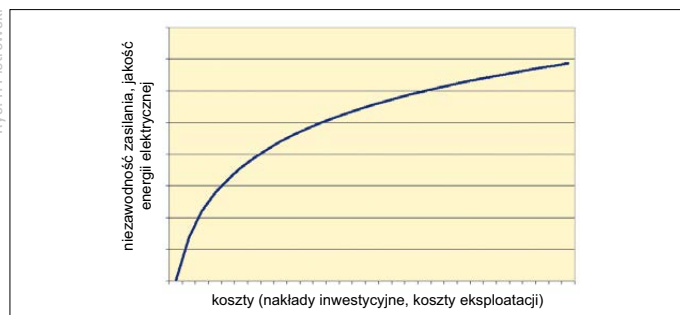
ty, a czynnikami takich włączeń są zazwyczaj sytuacje losowe. Uszkodzenie parametryczne nie powoduje natychmiastowego wyłączenia urządzenia, a naprawa może przebiegać w sposób zaplanowany.

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 pew-

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.	Odlącniki 110 kV	szt.	0,8	4,0
12.	Odlącniki SN	szt.	0,55	8,70
13.	Odlącniki 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

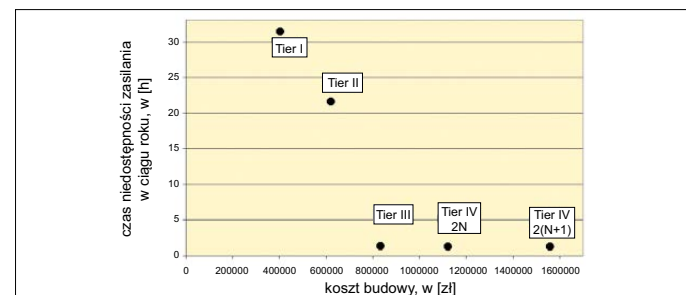
Tab. 2. Wskaźniki zawadności elementów sieci elektroenergetycznej [15]

Rys. P. Piotrowski

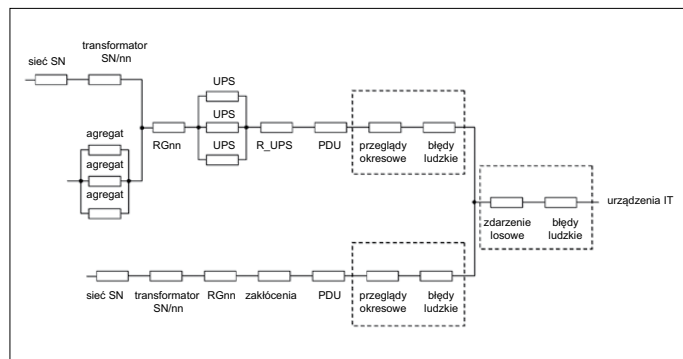


Rys. 1. Nieliniowa zależność pomiędzy wzrostem kosztów a stopniem niezawodności zasilania i jakości energii elektrycznej

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

ność 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

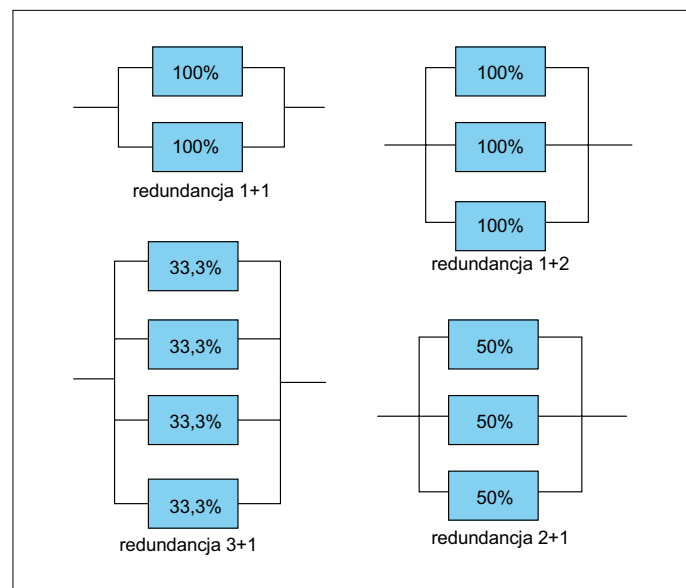
Wyróżnić można następujące urządzenia zasilania rezerwowego [22]:

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



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

krócej niż kilka sekund [21]. Zaniki i zapady napięcia są najczęściej związane z wyładowaniami 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.

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 osiągane 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 właściciele małych instalacji, o mocy nieprzekraczającej 40 kW. Koszt przyłączenia większych inwestycji komercyjnych dzielony jest po połowie między inwestora i zakład energetyczny, dotyczy to 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.

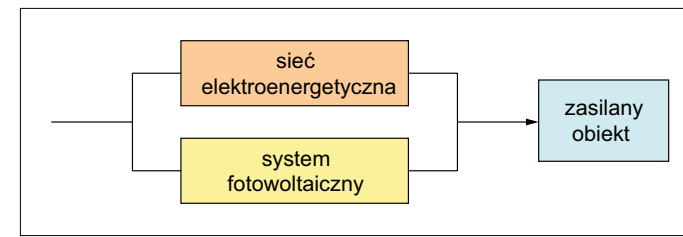
Przyjmując, że sieć elektroenergetyczna ma dostępność 99,90%, natomiast system fotowoltaiczny ma do-

stępność 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.

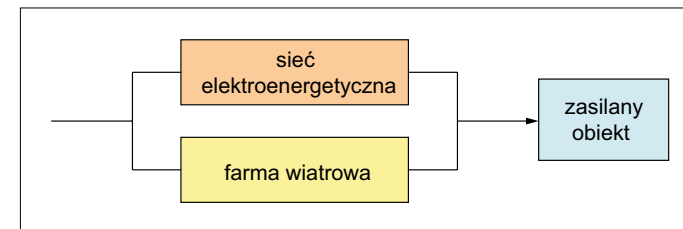
$$\begin{aligned} \text{Dostępność} &= \\ &= 1 - (1 - 0,999)(1 - 0,188) = \\ &= 0,999188 \end{aligned} \quad (1)$$

Z obliczeń wynika, że zastosowanie systemu fotowoltaicznego zwiększa dostępność systemu 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 10%). 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.

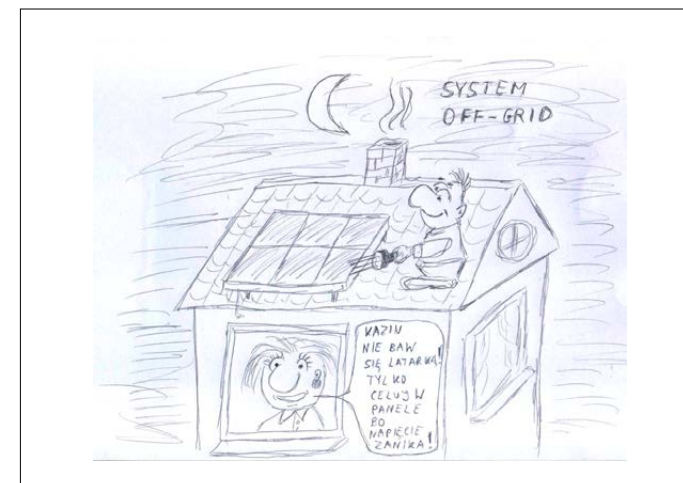
W przypadku farmy wiatrowej produkcja odbywa się przez 67% godzin w roku, czyli dostępność energii elektrycznej wynosi 0,67. Warto zwrócić uwagę na fakt, że średnia wartość produkcji to około 10% mocy znamionowej (obliczenia dla okresów produkcji z pominięciem okresów, gdy produkcja nie występuje). Oznacza 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 wy-



Rys. 5. Równoległa struktura niezawodnościowa sieci elektroenergetycznej oraz systemu fotowoltaicznego



Rys. 6. Równoległa struktura niezawodnościowa sieci elektroenergetycznej oraz farmy wiatrowej



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

datki 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.

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

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 przybliżo-

ne 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 gwarantowane go o określonym stopniu niezawodności (liczba i typ zasilaczy bezprze-

rwowych 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 przedstawiony 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

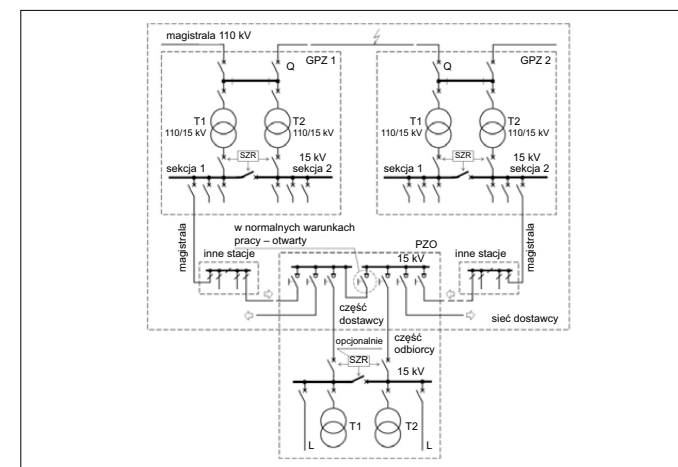
wyprowadzonych ze stacji NN/110 kV lub ze stacji przy elektrowni.

przykłady układów zasilania obiektów budowlanych z zasilaniem bezprzerwowym

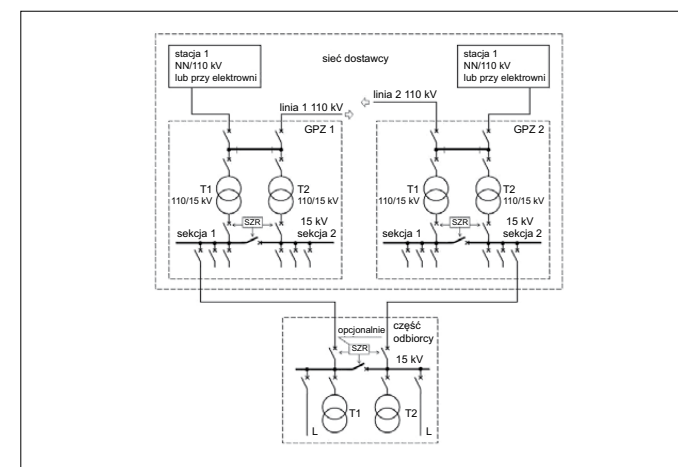
Do elementów istotnych z punktu widzenia poprawy pewności zasilania obiektów budowlanych należą: zwiększenie liczby linii zasilających, rezerwa utajona (różnica między mocą znamionową zespołów wytwarzających a mocą pobieraną przy typowym obciążeniu), sekcjonowanie szyn zbiorczych lub stosowanie rezerwowych 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 prądowczego powinna być tak dobrana, aby zapewnić zapotrzebowanie na moc całego obiektu lub odbiorników, które bezwzględnie 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.



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]



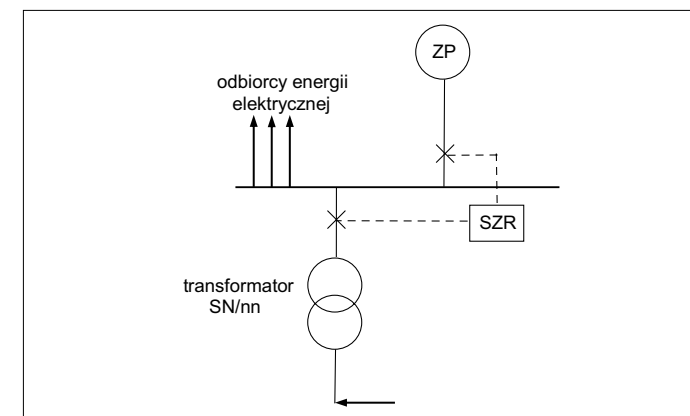
Rys. 11. Schemat układu o najwyższej pewności zasilania odbiorcy z sieci średniego napięcia. Opracowano na podstawie [23]

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 wydzieli się obwody odbiorników III kategorii zasilania oraz kolejny obwód SZR, przeznaczony do współpracy z zespołem prądowców stanowiącym awaryjne źródło zasilania.

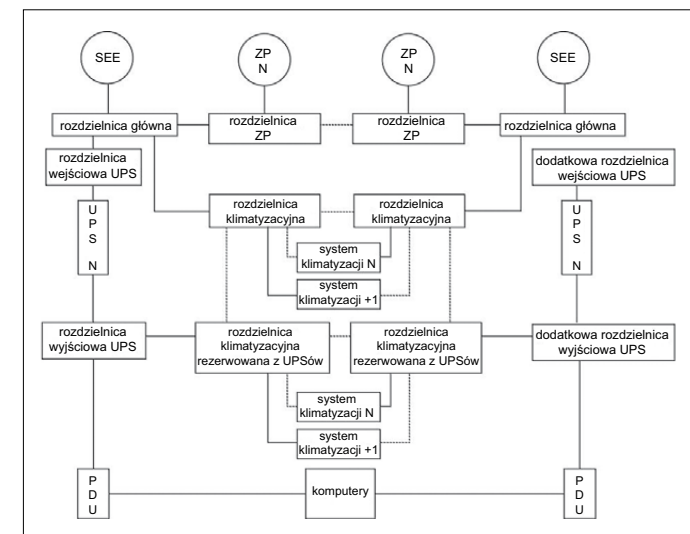
W obiektach typu data center w zależności od napięcia zasilającego wybiera się układ zasilania o możliwie wysokiej niezawodności. Jeśli przy dwóch lub więcej ciągach zasilania występuje ich całkowita niezależność, to jeden (lub więcej) z tych ciągów może być traktowany jako zasilanie podstawowe, natomiast drugi (lub

więcej) jako zasilanie rezerwowe z wewnętrznej 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 bezprzerwowo 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)”



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]

różniący się komponentami nadmiarowymi, których brakuje w układzie „2N”. Dwa niezależne od siebie źródła zasilania odbiorów 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 wyłączania 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 godzin. Zapewnia to 99,995% dostępności. Po-

ziom 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.

literatura do artykułu na **elektroinfo.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 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.

wybrane aspekty techniczne i ekonomiczne zasilania odbiorców energii elektrycznej

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

dr hab. inż. Paweł Piotrowski – Politechnika Warszawska

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.

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.

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 powi-

nien 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 wol-

ne w zajezdni autobusowej. Akumulatory tych pojazdów powinny być w praktyce cały czas naładowane – proces ładowania powinien rozpocząć się natychmiast po przyjeździe do miejsca postoju (np. parking przy szpitalu, komisariat, pętla autobusowa). W przypadku stacji ładowania pojazdów szczególnego przeznaczenia należy zatem wykorzystać układ zasilania o zwiększonej niezawodności np. linia podstawowa z linią rezerwową lub dwie linie podstawowe. Zalecane jest również wykorzystanie zespołów prądowców jako elementu zasilania awaryjnego – jest to rozwiązanie tańsze niż budowa drugiej niezależnej rezerwy 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,
- **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. Ładowanie wtyczką combo 2 wymaga ręcznego podłączenia jej do źródła zasilania. Warto odnoto-

wać, 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 zajezdniowe, były wielowyjściowe, 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 prądowców**. Koszt zakupu infrastruktury do ładowania autobusów komunikacji miejskiej szacowany jest na około 1300–1800 zł/1 kW [11]. Przy czym dodatkowy koszt związany z kosztami 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 pojemno-

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
Gocław	111	400	2,0
Konwi ktorska	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]

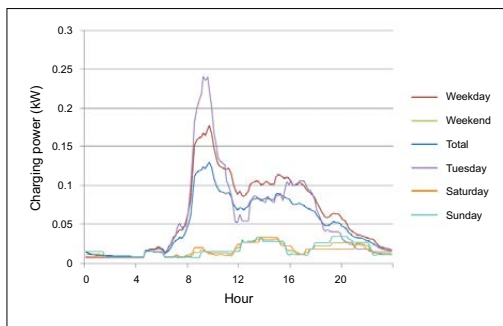
Zasięg	Moc szczytowa	Typowa pojemność akumulatorów
Ciężarówka o krótkim zasięgu	280–380 kW	53–131 kWh
Ciężarówka o średnim zasięgu	70 kW	215 kWh
Ciężarówka o długim zasięgu	80–210 kW	324 kWh

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

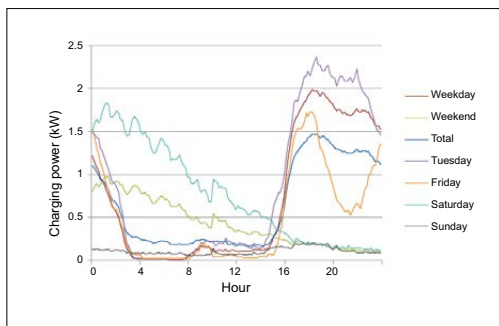
ści 250 kWh, zasięg do 200 km, zużycie energii do 1,3 kWh/km (z włączoną klimatyzacją).

W Warszawie wykorzystywane jest od czerwca 2015 r. 10 autobusów elek-

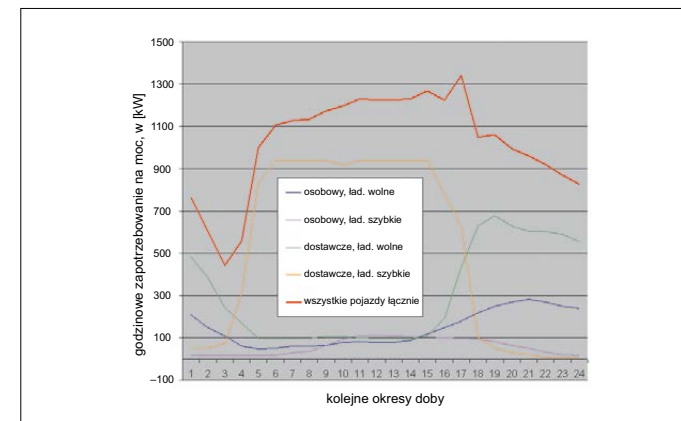
trycznych Solaris U12E klasy maxi. Centralnie zamontowany 4-polowy asynchroniczny silnik ma moc maksymalną 160 kW. Pojemność akumulatorów to 210 kWh, zasięg około 150 km. **Tab.**



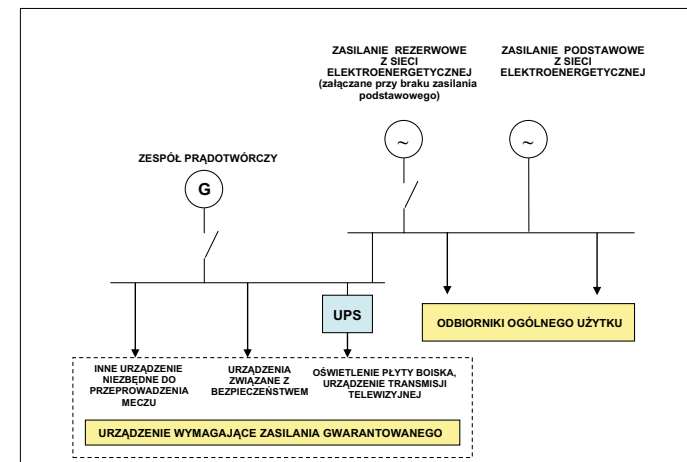
Rys. 2. Profile dobowe zapotrzebowania na moc w kategorii – samochody osobowe firmowe (ładowanie 1-fazowe) [13]



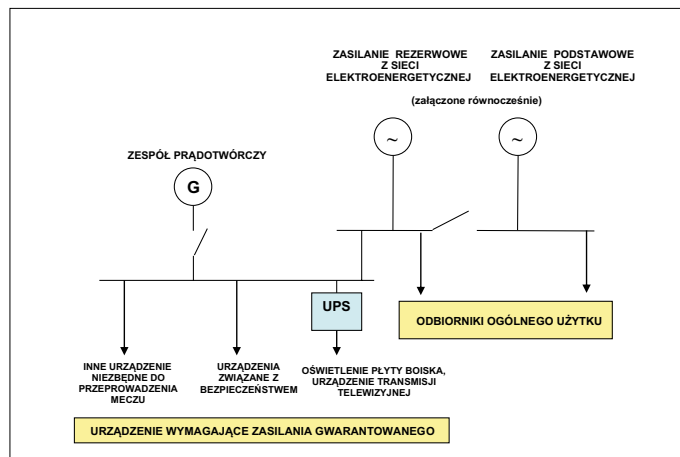
Rys. 3. Profile dobowe zapotrzebowania na moc w kategorii – samochody firmowe dostawcze (ładowanie 3-fazowe) [13]



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)



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



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

la 1. przedstawia zapotrzebowanie na moc oraz energię elektryczną w okresie doby dla wybranych linii komunikacji miejskiej w Warszawie (prognoza – stan po roku 2020).

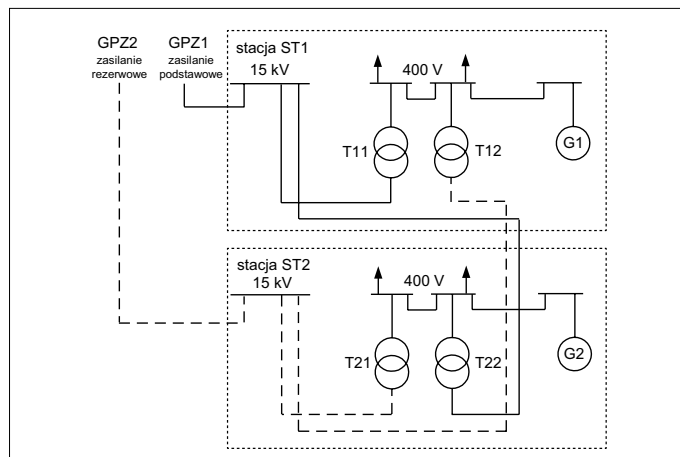
Ciążarówki elektryczne według opracowania [12] może podzielić na 3 kategorie – szczegóły w tabeli 2.

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 odmiennosć profili dobowego zapotrzebowania na moc w zależności od dnia tygodnia-dni wolne od pracy mają znacząco odmiennie 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 dostawę 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.



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

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. Kategoria czwarta (najwyższa) musi spełniać wysokie 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 kry-

teriów 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 transmisyjnej 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 prądowców 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 szczytowej obiektu. Wymaganiem jest po prostu 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 prądowców oraz zasilaczy UPS jest również zalecana. Podczas zasilania awaryjnego z zespołów prądowców 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 dla tego w obrębie stadionu przewidziano punkty przyłączenia przewoźnych stacji transformatorowych i/lub zespołów prądowców. Zasilanie gwarantowane zapewniają dwa zespoły prądowców o mocach 1000 kVA (800 kW). Linia wyprowadzona z GPZ1 zasil transformator T11 w stacji ST1 oraz transformator T22 w stacji ST2. Linia wyprowadzona z GPZ2 zasil transformator T12 i T21 [1].



Rys. 8. Transformator mocy trójzwojowy 110/15/15 kV o mocy 40/20/20 MVA. Masa całkowita 49 000 kg. Objętość oleju transformatorowego 15 170 l. Producent: ABB [7]



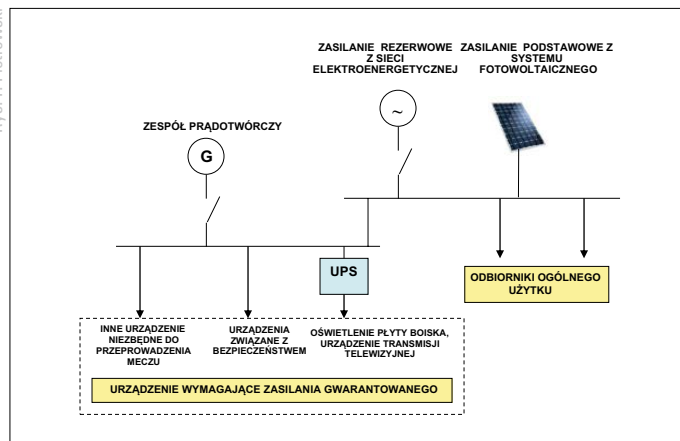
Rys. 9. Rozdzielnica 15 kV prefabrykowana, dwuczłonowa w izolacji SF₆, czterosekcyjna, 50-półowa posiadająca 4 pola transformatorowe, 2 pola sprężarki podłuznego, 4 pola zespołów uziemiających i 40 pól liniowych (odpywowych). Producent: Siemens [7]

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 trójzwojowymi 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 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 elektryczną. 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 (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].

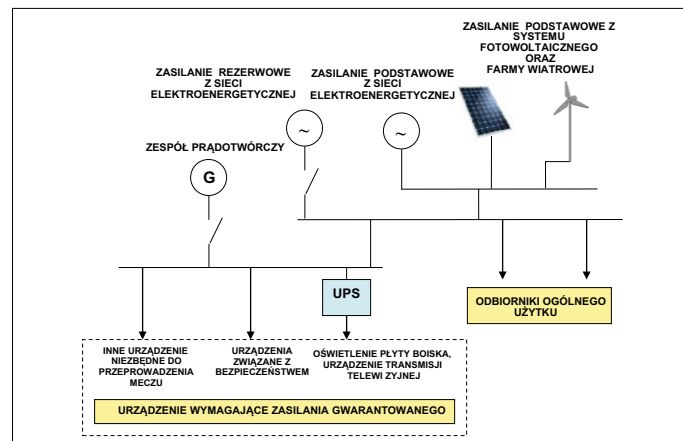
Wyższą niezawodność z wykorzystaniem energii odnawialnej może zapewnić hybrydowy układ zasilania z wykorzystaniem równocześnie zarówno systemu fotowoltaicznego, jak również farmy wiatrowej. W tym przypadku gdy impreza sportowa odbywa się po zmroku lub gdy występuje zachmurzenie rolę podstawowego źródła 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. Oznacza to konieczność bardzo dużego prze-



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)

wymiarowania mocy systemu fotowoltaicznego oraz/lub farmy wiatrowej, jeśli faktycznie mają one pokryć całkowite zapotrzebowanie mocy. Oczywiście położenie geograficzne stadionu ma duże znaczenie – istnieją obszary na kuli ziemskiej w których liczba godzin słonecznych w roku/liczba godzin wietrznych w roku jest sprzyjająca wykorzystaniu OZE jako źródła energii elektrycznej. Wydaje się, że rozsądnym kompromisem jest zastosowanie systemu fotowoltaicznego lub/oraz farmy wiatrowej

jako elementu wspomagającego zasilanie podstawowe (moc OZE mniejsza niż 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 wystar-



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)

czająca 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 umieszczone na dachu budowli panele fotowoltaiczne o mocy 2,5MWe, 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 1140MWh. Stadion ten (przeznaczony dla 55 tys. widzów) to pierwszy na świecie obiekt, który pokrywa zapotrzebowanie energetyczne z energii słonecznej [6]. Jego dach pokryto 8844 lekkimi panelami fotowoltaicznymi (powierzchnia 14155 m²). Wykorzystano 279 falowników Delta o mocy 3,6kW, a całkowita moc instalacji wynosi 1MW. System zaprojektowany, skonstruowany i zintegrowany przez firmę Delta Electronics, wytwarza więcej energii, niż jest potrzebne do zasilania 3300 elemen-

tów 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 3MW 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 3MW (**rys. 13**).

literatura do artykułu na **elektroinfo.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.



High Power Charging Technology[®]
Designed by PHOENIX CONTACT

Dla tych, co ciągle w biegu.

Dodatkowe 100 km zasięgu w 3 min?
Z technologią HPC to możliwe!
Zwiększ moc swoich ładowarek dzięki rozwiązaniom Phoenix Contact.



Dowiedz się więcej: phoe.co/hpc



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



Rys. 13. Stadion Lincoln Financial Field [28]

wprowadzenie do systemów ładowania pojazdów elektrycznych

mgr inż. Karol Kuczyński

Samochody elektryczne znane są już od ponad 100 lat. Jednak z uwagi na ograniczone możliwości magazynowania energii przez wiele lat silniki elektryczne były stosowane do napędzania pojazdów w ograniczonym zakresie. Dopiero od kilku lat technologia ta jest wdrażana do masowej produkcji obok rozwiązań hybrydowych. Jest bowiem możliwe magazynowanie energii w akumulatorach litowo-jonowych, zapewniające przejechanie nawet 200 kilometrów [1, 2]. Jako zaletę elektrycznego samochodu można podać bardzo duży moment obrotowy silnika elektrycznego, który umożliwi nam zastosowanie tego typu napędu w autobusach miejskich i ciężarówkach wjeżdżających do zabytkowych centrów miast także pod bardzo dużym nachyleniem.

rozwój akumulatorów

W kolejnych latach należy oczekiwać zarówno spadku cen, jak i znacznego postępu technologicznego w obszarze akumulatorów do pojazdów elektrycznych (EV) – wynika to z analizy Frost & Sullivan, która podsumowuje najważniejsze trendy na światowym rynku baterii do EV. Baterie litowo-jonowe, mimo wielu zalet, z powodu wysokich kosztów zakupu i stosunkowo ograniczonej wydajności nie są idealnym rozwiązaniem. Według różnych szacunków, baterie odpowia-

dają dziś za znaczną część ceny przeciętnego samochodu elektrycznego i sprawiają, że EV są zazwyczaj znacznie droższe od swoich spalinowych odpowiedników. Przewiduje się, że do 2020 r. ceny baterii spadną o ponad 40% względem poziomu obecnego. W konsekwencji samochody elektryczne będą stopniowo tanieć i zyskiwać na popularności wśród kierowców [3].

Prawdziwy przełom nastąpi jednak wraz z komercjalizacją baterii ze stałym elektrolitem, który jest bezpieczniejszy i znacznie wydajniejszy niż akumulatory litowo-jonowe. Według zapowiedzi niektórych producentów, baterie tego rodzaju zapewnią 2,5 razy większą gęstość energii i zwiększą zasięg samochodów elektrycznych do nawet 800 km na jednym ładowaniu. Ich produkcja na skalę masową rozpocznie się w ciągu najbliższej dekady. Prace nad bateriami ze stałym elektrolitem prowadzą obecnie zarówno szerzej nieznane start upy, jak i wielkie koncerny motoryzacyjne z BMW i Toyotą na czele [3].

rozwój elektromobilności w Polsce

Decyzją nr 1 z dnia 30 marca 2017 r. Przewodniczący Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów powołał Zespół zadaniowy do spraw „Programu Rozwoju Elektromobilności”. Do najważniejszych zadań Zespołu należy m.in. przygotowanie i wypracowanie koncepcji rozwoju elektromobilności w Polsce oraz realizacja i koordynacja projektów w ramach Programu E-bus i E-car [4]. Rządowy program rozwoju elektromobilności to liczne wyzwania ekonomiczne wy-



Fot. 1. Przykład procesu ładowania samochodu ze stacji ładowania zasilanej z instalacji fotowoltaicznej przy jednej z sieci handlowych

nikające z kosztów projektów i dotacji do pojazdów elektrycznych. Należy również uwzględnić wyzwania techniczne związane z modernizacją i rozbudową sieci energetycznej oraz konieczność pokrycia zwiększonego zapotrzebowania na energię i moc z jednostek wytwórczych [1].

W polskim transporcie publicznym pojawiają się pojazdy o napędzie elektrycznym, to jednak nadal są to ilości znikome. Liderem jest Warszawa z dziesięcioma autobusami, i 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. W ten sposób dużo łatwiej rozwiązać problem związany z infrastrukturą do ładowania oraz niezbędną dodatkową

mocą pobieraną z sieci elektroenergetycznej [1].

W Polsce według różnych szacunków znajduje się 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, a w przypadku tzw. szybkiego punktu ładowania jest to już od 60 tys. do 200 tys. zł [1].

W przypadku autobusów komunikacji miejskiej wyróżnia się dwa sposoby ładowania [1]:

- ładowanie średniej mocy (20–200 kW), typowo w zajeźdni z interfejsem ładowania w postaci wtyczki combo 2 lub pantografu,
- ładowanie dużej mocy (150–450 kW), typowo na pętli au-

tobusowej z interfejsem ładowania w postaci pantografu.

Ładowanie autobusów komunikacji miejskiej przy użyciu pantografu zwykłego lub odwróconego jest najczęściej zautomatyzowane. Ładowanie 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 [1]. Wskazane jest ponadto, aby stacje ładowania, zarówno miejskie, jak i zajezdniowe, były wielowysciowe, co pozwoli ograniczyć 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 się może z wykorzystaniem sieci niskiego napięcia, sieci średniego napięcia z transformatorem SN/nn lub z sieci trakcyjnej np. tramwajowej. Koszt zakupu infrastruktury do ładowania autobusów komunikacji miejskiej szacowany jest na około 1300–1800 zł/1 kW [1]. Przy czym dodatkowy koszt związany z kosztami instalacji infrastruktury (sieć niskiego napięcia) to około 200–500 zł/1 kW oraz 800–1500 zł/1 kW (sieć średniego napięcia). Autobusy 12-metrowe mogą być wyposażone, w zależności od przeznaczenia, w 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 [1].

wdrożone standardy

Do ładowania pojazdów elektrycznych, poza klasycznymi gniazdkami 230/400 V, największą popularność zdobyły trzy standardy: CHAdeMO G105-1993 (szybkie), SAE J1772 Combo („normalne”) oraz Typu 2, zwane także Mennekes (półszybkie) [2]. Pierwszym popularnym standardem ładowania szybkiego prądem stałym stał się japoński standard CHAdeMO.



Fot. 2. Przykład ładowarki samochodowej z popularnymi standardami wtyków

Umożliwia on ładowanie prądem stałym do 125 A przy napięciu 500 V z ładowarki o mocy 50–200 kW (standard 1.1–1.2).

Amerykańska konkurencja to standard Combo (SAE J1772), umożliwiający ładowanie prądem stałym z zewnętrznej ładowarki (90 kW, 450 V, 200 A) oraz jednofazowo prądem zmiennym z ładowarki pokładowej (7,2 kW).

Innym spotykanym europejskim standardem jest typu 2 zwany również Mennekes (VDE-AR-E 2623-2-2) od nazwy firmy, który umożliwia pracę ładowarki jednofazowo (3,5 kW) lub 3-fazowo (o mocy 11, 22 lub 44 kW). Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów ACEA promuje ten standard jako IEC 62196-2 Type 2.

Wdrożony został również standard szybkiego ładowania Combined Charging System (CCS), łączący dwa wcześniej wspomniane standardy, umożliwiający zarówno ładowanie prądem zmiennym 1- i 3-fazowe, jak i prądem stałym, docelowo 50 kW, a w perspektywie nawet 150 kW. Spotykane są również określenia tego standardu Combo 2 i Combo Coupler. System ten powinien być kompatybilny z amerykańskim J1772 [2].

W zależności od standardu, wtyczki różnią się wyglądem (fot. 2.) i liczbą wyprowadzeń. Problem z podłączeniem pojazdu do stacji ładowania

może się pojawić w przypadku obłożenia karoserii pojazdu, między innymi dlatego powstała koncepcja ładowania bezprzewodowego.

ładowanie bezprzewodowe

Większość analityków zajmujących się rynkiem motoryzacji twierdzi, że do 2040 r. samochody elektryczne stanowią będą 50% rynku. Zanim to jednak nastąpi, musimy rozbudować i zmodernizować całą infrastrukturę odpowiedzialną za ich ładowanie. Pojawiają się również koncepcje ładowania bezprzewodowego [3].

To rozwiązanie wykorzystuje zjawisko indukcji magnetycznej, a konstrukcja w istocie opiera się na transformatorze wysokiej częstotliwości ze szczeliną powietrzną zbudowanych z dwóch sprzężonych magnetycznie cewek: jednej w pojeździe, a drugiej w miejscu postoju. Współczynnik sprzężenia uzwojeń jest dość niski 0,1–0,5 (szczelina powietrzna) [2]. Przez cewkę w miejscu postojowym przepływa prąd o częstotliwości 20–150 kHz, formowany w przetwornicy energoelektronicznej wyposażonej w przekształtnik ac/dc/ac z prostownikiem diodowym i falownikiem napięcia.

Przykładem może być specjalna mata, umożliwiająca dwukierunkowy przepływ energii elektrycznej. System bezprzewodowego łado-

wania BMW ma dysponować mocą 3,2 kW. To wystarczy, żeby naładować akumulatory w samochodzie 530e iPerformance w ok. 3,5 godziny. Do tego bezprzewodowa mata współpracuje z systemem Digital Charging Service, umożliwiającym ładowanie samochodu w czasie gdy prąd jest najtańszy lub gdy działa nasza przydomowa elektrownia fotowoltaiczna [5].

literatura

1. P. Piotrowski, Metodyka zasilania obiektów budowlanych o zwiększonej pewności dostaw energii – Wymagających zwiększonej pewności dostaw energii z uwzględnieniem wykorzystania odnawialnych źródeł energii (część 2.), „elektro.info” 3/2018.
2. S. Bielecki, Pojazdy elektryczne (część 2.) – przyszłość transportu i energetyki?, „elektro.info” 9/2016.
3. Materiały Frost & Sullivan i Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych.
4. www.gov.pl/energia/elektromobilnosc-w-polsce
5. <https://spidersweb.pl/autoblog/bezprzewodowe-ladowanie/>

abstract

selected issues concerning the electric vehicle charging systems
The article discusses the solutions for electric vehicle charging systems.

wymagania stawiane stacjom ładowania pojazdów elektrycznych

mgr inż. Marta Żurek-Mortka, mgr inż. Grzegorz Parzonko – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

Pierwszy samochód elektryczny skonstruowano w XIX wieku. Jednym z najbardziej godnych uwagi wydarzeń tamtych czasów było przekroczenie bariery prędkości 100 km/h przez samochód elektryczny, które miało miejsce w końcu XIX wieku. Prace w zakresie samochodów elektrycznych zostały jednak zaniechane ze względu na brak wydajnych magazynów energii na rzecz rozwoju pojazdów z silnikami spalinowymi. Do rozwiązań elektromobilności powrócono pod koniec XX wieku. Wówczas konieczność ograniczenia emisji spalin i CO₂ do atmosfery wymusiła poszukiwanie rozwiązań ekologicznych, co spowodowało gwałtowny rozwój elektromobilności.

Obecnie w masowej produkcji mamy samochody hybrydowe i PHEV (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*) oraz pojazdy elektryczne EV (*Electric Vehicle*). Większość dużych producentów motoryzacyjnych buduje nowe fabryki lub modernizuje istniejące linie produkcyjne przedstawiając produkcję na samochody elektryczne.

bariery rozwojowe

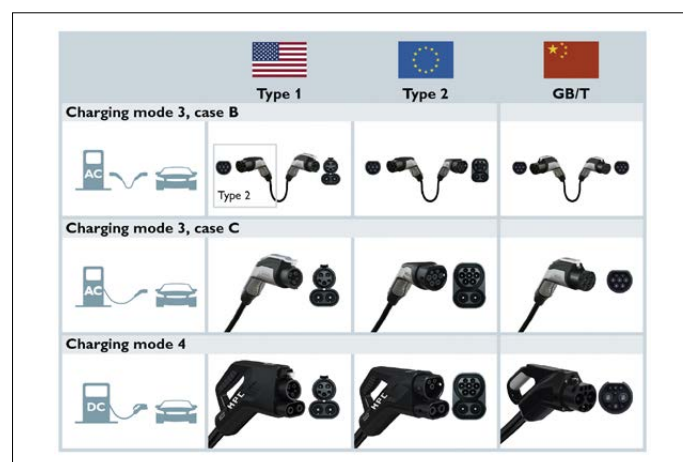
Według raportu IEA (*International Energy Agency*) [2] liczba pojazdów elektrycznych na świecie nieustannie rośnie. Największymi odbiorcami samochodów elektrycznych są Chiny, USA i Europa. Na hamowanie rozwoju segmentu EV wpływ mają główne bariery, które obejmują:

1. infrastrukturę (zbyt mała liczba stacji ładowania EV),
 2. czas ładowania baterii,
 3. pojemność baterii (ograniczony zasięg),
 4. koszty (koszty nabycia pojazdów, które są obecnie jeszcze bardzo wysokie).
- Z danych Instytutu Transportu Samochodowego wynika, że przeciętny samochód w Polsce przejeżdża 8500 km rocznie, co w przeliczeniu daje 23 km dziennie [1]. Biorąc

te dane do analizy przy eksploatacji samochodu elektrycznego możliwe jest ładowanie samochodu w warunkach domowych raz na kilka dni. Powstaje jednak problem, ponieważ większość „aktywnych” pojazdów to samochody firmowe: kurierskie, transportowe, dostawcze, transportu miejskiego (autobusy, taksówki), używane w firmach do przemieszczania się pracowników, których przebiegi sięgają wielokrotności średniej dziennej. Oznacza to konieczność częstego ładowania akumulatorów. Skutkuje to budową infrastruktury publicznych stacji ładowania, a tym samym zwiększeniem zapotrzebowania na energię elektryczną. Jest to związane również z wniesieniem opłat za moc umowną do spółki dystrybucyjnej, przystosowaniem instalacji elektrycznej do ładowania pojazdu oraz montażem samej stacji ładowania.

dostępne rozwiązania

Na rynku dostępne są stacje ładowania kilku producentów, charakteryzujące się różnymi parametrami i przeznaczeniem. Stacje ładowania możemy podzielić w zależności od rodzaju prądu ładowania (**rys. 1**): prąd przemieniony (AC) i prąd stały (DC).



Rys. 1. Opis zestawienia gniazd – materiał informacyjny firmy Phoenix Contact [8]

W stacjach ładowania prądu przemiennego wyróżniamy [5]:

- prywatne stacje ładowania B2C – czyli stacje wolnego ładowania małej mocy zasilane 1f i 3f na gniazda typu 1 lub 2 bez licznika i taryfikatora, stawiane na posesjach prywatnych lub w kompleksach mieszkaniowych i biurowych, parkingach naziemnych lub garażach z wbudowanymi licznikami,
- stacje dla biznesu B2B 22–44 kW zasilane głównie 3f na gniazda typu 2 – są to stacje szybkiego ładowania dla firm, np. kurierskich, których przebiegi dzienne przekraczają znacznie limity jednego ładowania,

■ publiczne stacje ładowania B2P 22–50 kW zasilane głównie 3f na gniazda typu 2 – obecnie w Polsce jest ok. 330 publicznie dostępnych punktów ładowania (jedna stacja może mieć kilka stanowisk). Większość publicznych punktów do ładowania jest bezpłatna i ogólnodostępna.

Do stacji ładowania na prąd stały DC zaliczamy stacje szybkiego ładowania o dużej mocy pracujące w standardzie gniazdo: CHAdeMO (Japonia, Korea) oraz europejskim CSS (Type-2) i GB/T (Chiny). Urządzenia tego typu zasilane napięciem DC 400 V pozwalają na ładowanie pojazdów elektrycznych z mocą do 200 kW przy prądzie do 400 A. Producenci zakładają zwiększenie

szeregu ich mocy do 600 kW. Przeznaczenie i budowa tego typu stacji EV znajduje głównie zastosowanie na terenach MOP-ów przy autostradach i drogach szybkiego ruchu oraz na stacjach paliw.

Budowa stacji ładowania dużych mocy w wielu przypadkach rozwiązuje potrzeby użytkowników – skracając czas ładowania i gwarantując łatwy dostęp. Mimo tych zalet pojawiają się trudności z infrastrukturą energetyczną. Stacje tego typu wymagają budowy specjalnych sieci elektroenergetycznych gwarantujących dostawy energii o wymaganych parametrach jakościowych. Dodatkowym problemem generowanym przez te stacje jest chwilowe duże obciążenie systemu elektroenergetycznego, który wymaga przebudowy i dostosowania do potrzeb rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną. Potwierdzeniem konieczności przebudowy systemu elektroenergetycznego jest zapowiedziany przez rząd wzrost liczby pojazdów elektrycznych szacowany w perspektywie roku 2025 na 1 mln.

Alternatywą mogą być magazyny energii ładowane poza szczytem energetycznym (**rys. 2**) oraz rozbudowa sieci o źródła energii odnawialnej (elektrownie wiatrowe, panele fotowoltaiczne).

Z danych zamieszczonych w raporcie KSE wynika, że coroczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną wynosi 2–5% [6]. Jest to znaczące zwiększenie zapotrzebowania, którego motorem wzrostu dotychczas był rozwój gospodarczy, a nie potrzeby motoryzacji. **Rysunek 3**, przedstawia zapotrzebowanie na energię elektryczną w Polsce, które w ostatnich latach wzrasta oraz przewyższa produkcję. Obecnie infrastruktura sieci energetycznej nie zapewnia w pełnym stopniu możliwości wybudowania dowolnej liczby stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Postępujący rozwój elektromobilności wymusi rozbudowę sieci elektroenergetycznej, a co za tym idzie, poszukiwanie alternatywnych rozwiązań związanych z zasilaniem stacji ładowania EV.

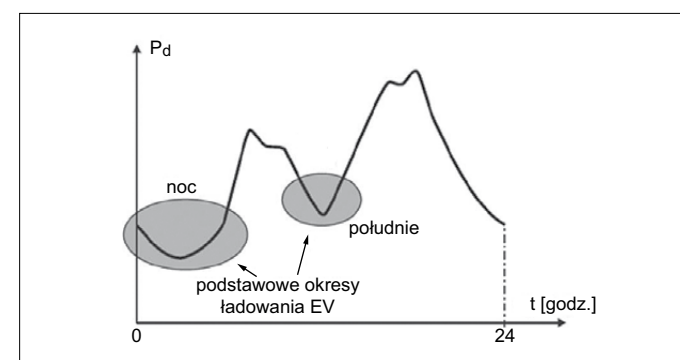
Należy zwrócić uwagę, że w przypadku niektórych publicznych stacji przed rozpoczęciem ładowania konieczna jest rejestracja, co oznacza, że bez wcześniejszego zaplanowania i dopełnienia określonych formalności nie uda się naładować baterii samochodu. Obecnie, gdy liczba samochodów elektrycznych jest stosunkowo niewielka, rozwój infrastruktury należy wesprzeć systemem odpowiednich zachęt, tak aby nie stanowiła ona bariery do upowszechniania pojazdów elektrycznych. Dodatkowo, użytkownicy samochodów elektrycznych powinni liczyć się z wprowadzeniem pewnej formy opłaty za ładowanie pojazdów.

ustawa o elektromobilności

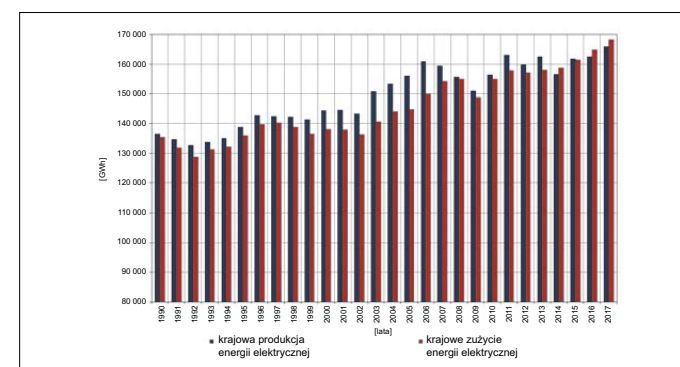
Ponieważ do 2025 r. po polskich drogach ma jeździć 1 mln pojazdów elektrycznych, należy zwrócić uwagę na wymagania prawne dotyczące rozwoju infrastruktury stacji ładowania EV.

Od 22 lutego 2018 roku obowiązują w Polsce Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych, która uporządkowała wiele ważnych kwestii związanych m.in. z rozwojem infrastruktury ładowania samochodów elektrycznych w Polsce. Jedną z nich jest możliwość sprzedaży przez operatora (CPO) usługi ładowania EV bez konieczności ubiegania się o koncesję na obrót energią elektryczną [4]. Ta ważna zmiana otworzyła drogę wielu podmiotom na rynku do świadczenia tego typu usług. Ułatwieniem jest możliwość budowy stacji ładowania na terenach prywatnych, w garażach podziemnych budynków mieszkalnych czy komercyjnych, gdzie nie wymaga się pozwolenia na budowę. Kolejnym ważnym udogodnieniem jest to, że stacje EV wykorzystywane do celów prywatnych nie podlegają obowiązkowi nadzoru Urzędu Dozoru Technicznego, w przeciwieństwie do tzw. stacji publicznych, czyli podłączonych bezpośrednio do sieci lokalnego operatora systemu dystrybucyjnego (OSD) na danym obszarze.

Co za tym idzie, budowa stacji ładowania na terenie osiedli mieszkaniowych, hoteli, obiektów handlowych, biurowych lub domów jednorodzinnych i prywatnych posesji jest objęta uproszczoną procedurą.



Rys. 2. Przykładowy wykres dobowego poboru mocy w sieci elektroenergetycznej [7]



Rys. 3. Krajowa produkcja i zużycie energii elektrycznej w latach 1990–2017 (źródło www.pse.pl)

wych, hoteli, obiektów handlowych, biurowych lub domów jednorodzinnych i prywatnych posesji jest objęta uproszczoną procedurą.

W lutym 2019 r. wpłynął projekt rozporządzenia Ministerstwa Energii, który przewiduje 30% dopłatę w wysokości nawet do 36 tys. złotych do zakupu pojazdu elektrycznego. Pieniądze mają pochodzić z Funduszu Niskoemisyjnego Transportu, który został powołany wraz z wejściem w życie Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (DzU 2018, poz. 317, art. 3).

W miarę rozwoju infrastruktury technicznej w zakresie stacji ładowania EV oraz wzrostu sprzedaży samochodów elektrycznych ceny ich będą sukcesywnie spadały, a przy zachętach podatkowych i dopłatach rządowych rozwój elektromobilności może nabrać pełnego rozpędu.

literatura

1. J. Waśkiewicz, Z. Chłopek, Ekspertyza prognoza popytu na noś-
2. International Energy Agency, Global EV Outlook 2018, OECD/IEA 2018.
3. Autostrada do elektromobilności „Czy jesteśmy gotowi na samochody elektryczne?”, Raport innogy Polska S.A.
4. Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (DzU 2018, poz. 317, art. 3).
5. „Stacje ładowania samochodów elektrycznych – rodzaje stacji ładowania, sposoby rozliczeń” dr Maciej Chmieleński, innogy Polska S.A.
6. Dane z raportu 2017 KSE – Polskie Sieci Energetyczne.
7. „Podstawowe wymagania dla stacji ładowania pojazdów elektrycznych” – mgr inż. Karol Kuczyński „elektro.info” 12/2018.
8. Karty katalogowe firmy PHOENIX CONTACT.

stacje ładowania źródeł energii pojazdów elektrycznych

wymagania w zakresie instalacji elektrycznych niskiego napięcia

inż. Paweł Tymosiak, dr inż. Marcin A. Sulkowski – Politechnika Białostocka

Pojazdy elektryczne stają się coraz bardziej popularne – dzieje się tak za sprawą mniejszych kosztów ich bieżącej eksploatacji, w porównaniu do samochodów z silnikami spalinowymi. W obecnie używanych w pojazdach źródłach energii wymagane jest ich częste ładowanie ze względu na niewielki zasięg tych pojazdów.

Obecnie w Polsce działa jedynie kilkadziesiąt punktów ładowania pojazdów elektrycznych EV (ang. *Electric Vehicle*). Liczba ta będzie się zwiększać na skutek wzrostu popularności oraz wprowadzania programów dofinansowujących zakup pojazdów zasilanych energią elektryczną. Dodatkowym istotnym czynnikiem jest proekologiczna polityka Unii Europejskiej. W ramach tej polityki prowadzone są prace nad ustaleniem wymogów w zakresie budowy stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Do roku 2020 planowane jest oddanie do użytku około 800 000 stacji ładowania samochodów elektrycznych w Europie, w tym ponad 46 000 w Polsce (w chwili obecnej na terenie Polski jest 27 stacji ładowania pojazdów elektrycznych) [1]. Stacje te za-

leca się oznaczać zgodnie ze wzorem przedstawionym na **rysunku 1**. Taka liczba stacji ładowania pojazdów elektrycznych na pewno przyczyni się do dalszego wzrostu popularności pojazdów elektrycznych, zwłaszcza w aglomeracjach miejskich.

normalizacja w zakresie stacji ładowania pojazdów elektrycznych

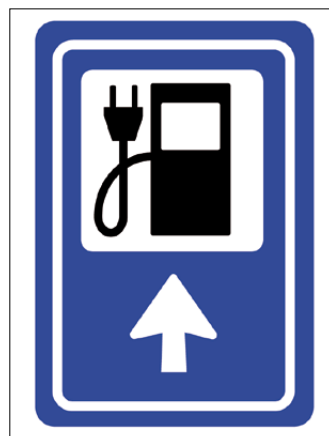
Wymagania techniczne dotyczące ładowania przewodowego pojazdów elektrycznych zostały opisane w normie wieloarkuszowej PN-EN 61851 *System przewodowego ładowania (akumulatorów) pojazdów elektrycznych* (oryg.) [2, 3, 4]. Ponadto w normie PN-EN 62196 *Wtyczki, gniazda wtyczkowe, złącza pojazdowe i wtyki pojazdowe. Przewodowe ładowanie pojazdów elektrycznych* (oryg.) [5, 6] zostały zebrane wymagania dotyczące gniazd i złączy stosowanych w układach ładowania pojazdów elektrycznych. Dodatkowo, wymagania dotyczące instalacji zasilania stacji ładowania pojazdów elektrycznych z sieci elektroenergetycznej zostały zawarte w normie PN-HD 60364-7-722:2012 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-722: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Zasilanie pojazdów elektrycznych* (oryg.). Normy te są europejskimi odpowiednikami dokumentów sporządzonych przez International Electrotechnical Commission IEC.

ładowanie pojazdów elektrycznych

Zgodnie z normą PN-EN 61851-1 [2] elektrycznym pojazdem drogowym EV nazywany jest każdy pojazd napędzany silnikiem elektrycznym z akumulatora lub innego źródła umożliwiającego magazynowanie energii, który jest produkowany w celu poruszania się na drogach publicznych. Ponadto w powyższej normie zostały zdefiniowane 4 tryby ładowania akumulatorów pojazdów elektrycznych (**tab. 1**). Tryby te różnią się sposobem ładowania oraz wymaganiami w zakresie komunikacji pomiędzy pojazdem a stacją zasilającą.

Tryb 1 określa ładowanie EV za pomocą niededykowanej infrastruktury, np. z domowej instalacji elektrycznej, w której napięcie znamionowe nie przekracza $U_n=250V$ w układzie jednofazowym i $U_n=480V$ w układzie wielofazowym. Wartość prądu ładowania ograniczona jest do $I=16A$ wytrzymałością cieplną gniazd wtyczkowych i przewodów zasilających. Pojazd elektryczny może być ładowany z obwodu, z którego zasilane są także inne odbiorniki elektryczne. Dlatego obwód elektryczny, z którego ładowany będzie pojazd elektryczny w trybie 1, powinien być wykonany przewodem o żyłach miedzianych o minimalnym przekroju żyły $s=2.5mm^2$ oraz posiadać zabezpieczenie przeciętniowe o prądzie znamionowym co najmniej $I_n=20A$.

Tryb 2 przewiduje ładowanie EV prądem o wartości $I_n \leq 32A$ z użyciem stan-



Rys. 1. Znak drogowy oznaczający stację ładowania EV na terenie UE [14]

dardowych gniazd wtyczkowych, z obwodów o napięciu znamionowym nie większym niż $U_n=250V$ w układzie jednofazowym oraz $U_n=480V$ w układzie wielofazowym. Wymagane jest zastosowanie specjalnego przewodu przyłączeniowego z wbudowanym układem sterującym (element nr 1 na **fotografii 1**). Połączenie przewodu przyłączeniowego z pojazdem odbywa się za pomocą gniazda z dodatkowym stykiem, który wykorzystywany jest do wykrycia połączenia z pojazdem sterujący (element nr 2 na **fotografii 1**). Obwód elektryczny, z którego ładowany będzie pojazd elektryczny w trybie 2, powinien być wykonany przewodem o żyłach miedzianych o minimalnym przekroju żyły $s=4mm^2$, oraz posiadać zabezpieczenie przeciętniowe o prądzie znamionowym co najmniej $I_n=32A$.

Ładowanie w **trybie 3** wykorzystuje dedykowany układ EVSE (ang. *Electric*

Vehicle Supply Equipment) trwale połączony z siecią zasilającą, poprzez wbudowanie w stację zasilającą. Układ realizuje dodatkowe funkcje zabezpieczeniowe oraz sterownicze. Prąd ładowania pojazdu dobierany jest na podstawie wydajności prostownika zainstalowanego w pojeździe oraz obciążalności przewodu zasilającego (do wartości $I=250A$). Połączenie układu sterującego EVSE z pojazdem może być zrealizowane za pomocą dodatkowych żył sygnałowych w przewodzie zasilającym, bezprzewodowej transmisji danych bądź sygnału nośnego.

W **trybie 4** do ładowania pojazdów wykorzystywany jest prąd stały dc. Stacja ładowania wyposażona jest w układ prostownikowy oraz układ EVSE. Poprzez komunikację z pojazdem ustalana jest wartość napięcia oraz prądu ładowania (do wartości $I \leq 400A$). Zmiana prądu przemiennego ac na stały dc w stacji pozwala na zwiększenie mocy ładowania, ale też powoduje wzrost kosztów instalacji. Układy takie z reguły są dedykowane dla konkretnych modeli pojazdów.

ochrona przeciwporażeniowa oraz ochrona przed prądem przeciętniowym w instalacjach zasilających stacje ładowania pojazdów elektrycznych

Ochrona przeciwporażeniowa przy uszkodzeniu w obwodach zasilających punkty ładowania pojazdów EV, zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-7-722 [7] powinna być realizowana poprzez samoczynne wyłączenie zasilania przy wykorzystaniu wyłącznika różnicowoprądowego RCD. Znamionowy prąd różnicowy wyłącznika nie powinien przekraczać $I_{\Delta n}=30mA$, a wyłącznik powinien umożliwiać rozłączenie wszystkich przewodów roboczych (łącznie z neutralnym). Należy pamiętać, że prąd w obwodzie zasilającym przekształtnik ładujący akumulatory pojazdu elektrycznego ma charakter impulsowy, co wymusza stosowanie wyłączników różnicowoprądowych przynajmniej typu A lub B.

Tryb	Opis
1.	Ładowanie prądem przemiennym o prądzie $I \leq 16A$ z użyciem standardowych gniazd wtyczkowych
2.	Ładowanie prądem przemiennym o prądzie $I \leq 32A$ z użyciem standardowych gniazd wtyczkowych, z dodatkowym zabezpieczeniem wbudowanym w przewód zasilający
3.	Ładowanie z regulowaną wartością prądu przemiennego z użyciem dedykowanego układu sterującego-zabezpieczającego
4.	Szybkie ładowanie prądem stałym z dedykowanego układu sterującego-zabezpieczającego

Tab. 1. Tryby ładowania EV [2]

Ponadto każdy obwód ładowania powinien być zabezpieczony oddzielnym zabezpieczeniem przeciętniowym, które pozwala na rozłączenie wszystkich przewodów roboczych (łącznie z neutralnym). Przy czym ładowanie w trybie 1 nie wymaga zastosowania dodatkowych urządzeń zabezpieczeniowych – możliwe jest wykorzystanie istniejącej infrastruktury (z uwzględnieniem wcześniej wymienionych ograniczeń), a obwód powinien być zabezpieczony od skutków przeciętni za pomocą wyłącznika instalacyjnego. Obecnie oddawane do użytku instalacje, wykonane zgodnie z obowiązującymi wymaganiami dotyczącymi instalacji elektrycznych [8], z reguły spełniają te wymagania. Jednak tzw. „stare” instalacje elektryczne wykonane w układzie sieciowym TN-C, w których nie stosuje się wyłączników różnicowoprądowych, a obwody gniazd wtyczkowych wykonane były przewodami o żyłach aluminiowych, nie powinny być wykorzystywane do ładowania EV [9].

Ładowanie według trybu 2 wymaga takich samych rozwiązań technicznych instalacji w zakresie ochrony przed przeciętniami i porażeniem prądem elektrycznym jak dla trybu 1, z tym że w trybie 2 dopuszczalne obciążenie obwodu zwiększone jest do $I=32A$. Dodatkowym elementem poprawiającym bezpieczeństwo eksploatacji instalacji jest układ sterujący wbudowany w przewód łączący pojazd z instalacją elektryczną. W momencie wykrycia odłączenia pojazdu od instalacji zasilającej układ wyłącza napięcie na końcu przewodu przyłączeniowego. Układ sterujący zapewnia także dodatkową ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym poprzez wbudowany wyłącznik różnicowoprądowy.

Stacja umożliwiająca ładowanie w **trybie 3** powinna zawierać układ EVSE.

Realizuje on szereg funkcji zwiększających bezpieczeństwo ładowania poprzez:

- wykrywanie poprawności podłączenia samochodu,
- sprawdzenie ciągłości połączenia przewodu PE,
- blokowanie napędu pojazdu w trakcie ładowania,
- ustalenie szybkości ładowania.

Schemat przykładowego układu ładowania w trybie 3 z układem sterowniczym wykorzystującym dodatkowe przewody sygnalizacyjne przedstawiono na **rysunku 2**.

Instalacja ładowania zgodna z **trybem 4** ładowania pojazdów powinna zawierać zabezpieczenia chroniące przed prądem przeciętniowym oraz porażeniem prądem elektrycznym zarówno przed, jak i za układem prostownikowym. Po stronie zasilającej sieci elektroenergetycznej wymagane jest urządzenie ochronne przeciętniowe oraz wysokoczuły wyłącznik różnicowoprądowy RCD, a na wyjściu prostownika należy zastosować dodatkowe urządzenie ochronne przeciętniowe. Pozostałe funkcje zabezpieczeniowe zapewnia układ EVSE, podobnie jak w trybie 3 ładowania pojazdu.

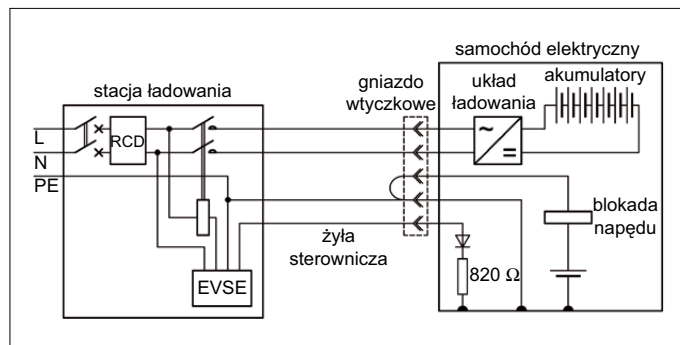
ochrona przed wpływem warunków środowiskowych w stacjach ładowania pojazdów elektrycznych

Urządzenia wchodzące w skład stacji ładowania pojazdów EV powinny być odporne na oddziaływanie środowiskowe. W przypadku, gdy stacja ładowania pojazdów nie znajduje się w pomieszczeniu zamkniętym, jej elementy są narażone na szkodliwe oddziaływanie wody, ciał stałych i temperatury. Ze względu na oddziaływanie wody i ciał stałych urządzenia powinny mieć stopień ochrony przynajmniej IP44. Zwiększenie odporności na wodę oraz ciała stałe możliwe jest np. poprzez zastosowanie klapki ochronnej na gnieździe wtyczkowym, bądź umieszczenie go w zamkniętej skrzynce instalacyjnej, zapewniającej wyższy stopień ochrony niż same gniazdo wtyczkowe. Same gniazda wtyczkowe, stosowane w stacjach ładowania EV, powinny spełniać wymagania następujących norm:

- gniazda o prądzie nieprzekraczającym $16A$ – PN-IEC 60884-1 [10],
- gniazda niezamienne – PN-EN 60309-1 [11] lub PN-EN 62196-1:2012 [5].



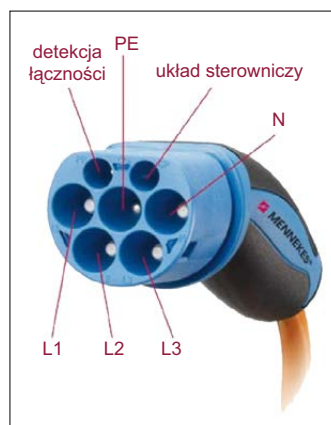
Fot. 1. Przewód służący do ładowania pojazdów w trybie 2 samochodu elektrycznego z regulacją wartości prądu ładowania, gdzie: 1 – wbudowany w przewód układ sterujący, 2 – gniazdo wtyczkowe z dodatkowym stykiem [15]



Rys. 2. Przykładowy schemat ładowania EV w trybie 3 [9]

■ gniazda zamienne tulejkowo-kołkowe – PN-EN 60309-2 [12] lub PN-EN 62196-2:2012 [6].

W przypadku trybów ładowania pojazdów elektrycznych prądem przemiennym, w których wymagana jest komunikacja pomiędzy układem sterującym a pojazdem, na podstawie decyzji Komisji Europejskiej standardowym rozwiązaniem jest gniazdo tzw. typu 2, zgodnie z normą IEC 62196-2. Jest to typ gniazda opracowanych przez firmę Mennekes (na podstawie niemieckiej normy VDE). Przeznaczenie styków w wtyczce



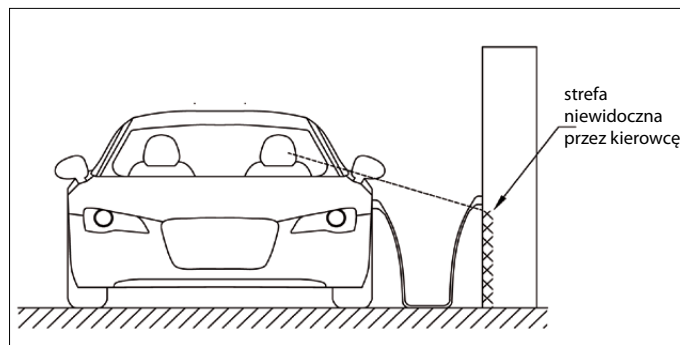
Rys. 3. Wtyczka współpracująca z gniazdami typu 2 [16]



Rys. 2. Przewód połączeniowy do ładowania w trybie 3 z użyciem gniazd wtyczkowych typu 2 [16]

przeznaczonej do współpracy z gniazdem typu 2, przedstawione jest na **rysunku 3**. W sprzedaży znajdują następujące konfiguracje przewodów przyłączyeniowych z zastosowanym gniazdem i wtyczkami typu 2 [16]:

- przewody przystosowane do podłączenia z jednej strony do uniwersalnych gniazd wtyczkowych w sieci elektrycznej (przewody przeznaczone do ładowania w trybie 1 lub 2) (**foto. 1**),
- przewody przystosowane do połączenia obustronnego z samochodem i stacją ładowania przy zastosowaniu gniazda typu 2 (przewody przeznaczone do ładowania w trybie 3) (**foto. 2**). Urządzenia elektryczne stacji ładowania mogą być także narażone na oddziaływanie mechaniczne. Ochronę przed nimi należy zapewnić poprzez:
- wybór lokalizacji stacji ładowania w taki sposób, aby uniknąć jakichkolwiek możliwych do przewidzenia uszkodzeń mechanicznych,
- zapewnienie lokalnej ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi, np. poprzez umieszczenie gniazda wtyczkowego we wnęce w ścianie,



Rys. 4. Widoczność gniazda ładowania w stacji z perspektywy kierowcy samochodu

■ zastosowane urządzeń o stopniu ochrony (odporności) mechanicznej na poziomie przynajmniej IK07 (wzrost [13]).

Gniazda wtyczkowe w stacji ładowania EV powinny być usytuowane jak najbliżej miejsca parkowania pojazdu. Jedno gniazdo powinno umożliwiać zasilanie tylko jednego pojazdu. Wymagana wysokość zamocowania gniazda powinna się mieścić pomiędzy 0,5 m i 1,5 m nad powierzchnią parkingu. Jednak w praktyce gniazdo zamocowane na wysokości 0,5 m nie zawsze będzie widoczne z perspektywy osoby siedzącej w fotelu kierowcy (**rys. 4**). Dlatego też autorzy rekomendują, aby gniazda wtyczkowe przeznaczone do ładowania pojazdów, zainstalowane były na większej wysokości, co umożliwi kontrolę wizualną, przeprowadzoną przez kierowcę, czy przewód ładowający jest odłączony przed uruchomieniem pojazdu. Możliwość takiej dodatkowej kontroli zwiększy bezpieczeństwo eksploatacji instalacji, zwłaszcza w przypadku pojazdów ładowanych w trybie 1 oraz trybie 2.

wnioski

1. Szczególną uwagę przy projektowaniu instalacji elektrycznych zasilających stacje ładowania pojazdów należy zwrócić uwagę na ich lokalizację. Istotne z punktu widzenia niezawodności zasilania oraz bezpieczeństwa eksploatacji stacji jest to, aby w maksymalnym stopniu ograniczyć negatywne skutki oddziaływania środowiska. Należy pamiętać, że stację ładowania pojazdów elektrycznych obsługiwać będą w zakresie ich podłączania osoby postronne,

nieposiadające często wiedzy oraz umiejętności w zakresie bezpiecznego użytkowania energii elektrycznej.

2. Obwody elektryczne w istniejących instalacjach elektrycznych, z których przewidywane jest ładowanie pojazdów elektrycznych w trybie 1 lub trybie 2, powinny być odpowiednio dostosowane do spełnienia nowych funkcji oraz dodatkowo oznakowane, np. znakiem przedstawionym na **rysunku 1**. Wynika to z tego, że nie wszystkie obwody gniazd wtyczkowych w obecnie eksploatowanych instalacjach elektrycznych przystosowane są do spełnienia wymagań zapewniających bezpieczeństwo podczas ładowania pojazdów elektrycznych. Dotyczy to przede wszystkim zastosowanych środków ochrony przeciwporażeniowej oraz projektowanego obciążenia obwodu.

literatura do artykułu na **elektroinfo.pl**

abstract

The electric vehicle battery charging stations – low voltage electrical installations requirements
Increasing popularity of electric cars is recently noticeable. It is promoted by fossil fuels price growth, proecological government policy and technologies development in the field of applied energy sources and electric drive systems. However, to further increase the popularity of this type of vehicles appropriate infrastructure is needed, including publicly accessible battery charging stations. The purpose of this article is to present requirements concerning electrical installations supplying electric vehicle charging systems and used to this end equipment. This article contains information about required protection means, increasing the exploitation safety of electric charging stations and assisting charging process.



EVB

stacje ładowania pojazdów elektrycznych

Tworzymy i dostarczamy innowacyjne i nowoczesne stacje ładowania pojazdów elektrycznych wraz z infrastrukturą umożliwiającą zarządzanie i kontrolę dostępu.

Rodzaje EVB

- **EVBmini (wallbox) AC**, naścienna, jeden punkt ładowania o mocy do 22 kW.
- **EVB Wallbox 2M AC**, naścienna, dwa niezależne punkty ładowania o mocy do 22 kW każdy.
- **EVB 2M AC**, wolnostojąca, dwa niezależne punkty ładowania o mocy 22 kW każdy.
- **EVB Advert AC**, wolnostojąca, cztery niezależne punkty ładowania o mocy 22 kW każdy, ekran outdoor 55-75 cali do wyświetlania treści reklamowych, reklama typu citylight.
- **EVBmax DC**, wolnostojąca, jeden lub dwa niezależne punkty ładowania DC o mocy do 50 kW każdy (CCS2, CHAdeMO), jeden punkt ładowania AC o mocy do 22 kW.
- **EVBmax Advert DC**, wolnostojąca, jeden lub dwa niezależne punkty ładowania DC o mocy do 50 kW każdy (CCS2, CHAdeMO), jeden punkt ładowania AC o mocy do 22 kW, ekran outdoor 55-75 cali do wyświetlania treści reklamowych, reklama typu citylight.

www.evb24.pl

+48 696 673 646

EKOPRZYSZŁOŚĆ

Sebastian Kowalczyk – ELEKTRO ALEX Sp. z o.o.

W dobie społecznego zainteresowania niekonwencjonalnymi źródłami energii oraz w trosce o środowisko, naturalnym jest pojawienie się technologii i rozwiązań pozwalających zarówno oszczędzić, jak i niezależnie się od dostawców energii elektrycznej.

Producenci paneli PV prześcigają się w podnoszeniu wydajności, producenci inwerterów podnoszą ich sprawność i ułatwiają obsługę, a producenci osprzętu montażowego skupiają się na uproszczeniu instalacji.

warto wiedzieć

Ogniwo PV działa dzięki efektowi fotowoltaicznemu, który zachodzi pod wpływem działania promieniowania słonecznego na jego powierzchnię. Na skutek tego elektrony zaczynają przepływać między elektrodami, w związku z czym powstaje różnica potencjałów – prąd o stałym napięciu.

warto wiedzieć

Inwerter – inaczej falownik – ma za zadanie zmienić prąd stały pochodzący z ogniw PV na zmienny – sinusoidalny, z którego korzysta się w gospodarstwach domach. Inwerter hybrydowy przystosowany jest do pracy z siecią (on-grid), jak również samodzielnie (off-grid).

Przygotowane przez ALEX ELECTRO zestawy fotowoltaiczne zawierają moduły fotowoltaiczne typu szkło-szkło (o wyższej sprawności niż panele szkło-plastik), niezbędne okablowanie, inwerter hybrydowy, kompletne rozdzielnice AC i DC, zestaw montażowy (tj. komplet klem, szyny, konektory MC4) i (opcjonalnie) specjalistyczny bank energii. Dzięki magazynom energii wykonanym z akumulatorów lub odpowiednio pakietowanych baterii możliwe jest ma-



Panel PV i gotowy zestaw instalacji fotowoltaicznej

gazynowanie nadwyżki wyprodukowanej energii elektrycznej. Pozwala to na korzystanie z czystej energii zawsze, kiedy zachodzi taka potrzeba, a nie tylko wtedy, gdy świeci Słońce. Jest to popularne rozwiązanie stosowane w rozproszonych źródłach energii typu off-grid, czyli bez połączenia z siecią elektroenergetyczną. W praktyce oznacza to stuprocentowe wykorzystanie wytworzonej energii elektrycznej na potrzeby własne.

Koncepcja ekoenergetyki i ekologii to również coraz większa popularność pojazdów elektrycznych. Obserwując rynek oraz tempo rozwoju sprzedaży aut elektrycznych nie da się nie zauważyć skali ich rozpowszechnienia – coraz częściej można spotkać takie pojazdy na drogach.

Według raportu stworzonego przez Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych i Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego, w Polsce łącznie mamy już 4987 samochodów osobowych określanych jako elektryczne, z czego 1824 to hybrydy typu

plug-in. Spora część z nich trafiła na nasze drogi w pierwszym kwartale 2019 roku, co pokazuje na tendencję wzrostową. Przekłada się to na coraz większe zainteresowanie zakupem ładowarek do pojazdów elektrycznych przez hotele, restauracje, deweloperów, samorządy oraz klientów indywidualnych.

Ładowarki ALEX ELECTRO wyróżniają się wysoką jakością i unikalnym wyglądem. Oferta firmy obejmuje zakres mocy od 3 do 150 kW. Ładowarki oferowane przez ALEX ELECTRO zostały podzielone na trzy kategorie:

HOME

1. AEC Portable Charger 3 kW – przenośna, ładowarka, którą można ładować pojazd ze zwykłego gniazda 230 V,
2. AEC Home Charger 7 kW – garażowa lub „przedomowa” ładowarka jednofazowa

COMERCIAL

1. AEC Commercial Charger 7 kW – jednofazowa ładowarka komercyjna przeznaczona do wspólnot

mieszkaniowych i hoteli, zarządzana przez aplikację dostępową.

2. AEC Electro Wall 22 kW – 3-fazowa, komercyjna ładowarka przeznaczona do punktów usługowych, dla samorządów, służb miejskich,
3. AEC Wall-mount Charger DC 20 kW – 3-fazowa, szybka ładowarka komercyjna przeznaczona do punktów usługowych, zarządzana przez aplikację dostępową.
4. Stacja ładowania AEC Duo Charger 2x22 kW – podwójna stacja ładowania przeznaczona do sieci handlowych, punktów usługowych, dla samorządów, służb miejskich.

STATION

Specjalistyczne stacje wysokiej mocy do szybkiego ładowania prądem stałym przeznaczone do montażu na trasach szybkiego ruchu.

Coraz częściej spotykamy rozwiązanie do zagospodarowania przestrzeni miejskiej oraz parków są **inteligentne ławki solarne, wiaty piknikowe i rowerowe**. Nie tylko pozwalają za darmo doładować urządzenia mobilne i turystyczne, ale również umożliwiają zaparkowanie rowerów i naładowanie ich elektrycznych odpowiedników oraz stwarzają miejsce do rekreacji na świeżym powietrzu. Również w zakresie **małej architektury miejskiej** ALEX ELECTRO przygotowało atrakcyjną ofertę dla samorządów, hoteli, nadleśnictw, spółdzielni mieszkaniowych, zarządców szlaków turystycznych i terenów rekreacyjnych.

Elektrowiatka AE003 RLC Picnic Table to wiatra piknikowa z zadaszeniem, która może zostać wyposażona we wbudowany router Wi-Fi, pozwalający połączyć się w jej

pobliżu z internetem. Można w niej odpowiednio skonfigurować gniazda ładowania: 5 V (wyjście USB) oraz 12 V (wyjście zapalniczki samochodowej), które pozwoli naładować baterię roweru lub hulajnogi albo też podłączyć łódźkę turystyczną. W blat piknikowego stołu można wkomponować ładowarki indukcyjne lub szachownicę.

Ławki Solarne ALEX ELECTRO idealnie nadają się do montażu na miejskich deptakach i starówkach – znakomicie pełnią rolę wizytówki miasta ekologicznego i przyjaznego naturze. W swojej rozbudowanej wersji umożliwiają montaż stacji ładowania LEV z kontrolą dostępu, inteligentnego oświetlenia nocnego oraz stacji naprawy rowerów.

Ławka AE006 to wersja mająca miejsca do siedzenia po obu stronach – odpoczywający siedzą do siebie plecami. Pojedynczy panel fotowoltaiczny umiejscowiony jest na podwyższonym stelażu, a wytwarzana energia wykorzystana może zostać przez urządzenie podłączone do jednego z czterech gniazd USB. Dodatkowo z jednego bądź dwóch boków mogą znaleźć się stojaki rowerowe.

Ławka AE007 to klasyczna ławka, na której siedzieć można z jednej strony, zaś z drugiej znajduje się obudowany panel fotowoltaiczny. Posiada sześć gniazd USB oraz 2 lub 4 wbudowane stojaki na rowery.

Jeżeli jednak potrzebujemy na rowery więcej miejsca, to warto bliżej przyjrzeć się produkowanym przez ALEX ELECTRO **Wiatom Rowerowym**. Charakteryzują się one nowoczesnym zadaszeniem pokrytymi modułami fotowoltaicznymi. Materiał ścian bocznych dobierany jest w za-



Elektrowiatki RLC Picnic Table

leżności od preferencji zamawiającego. Sama wiatra ma bardzo dużą powierzchnię reklamową przez co nada się do umiejscowienia zarówno w centrach miast, jak i przy ścieżkach rowerowych, ogrodach zoologicznych czy też botanicznych. Oferuje możliwość ładowania jednośladow elektrycznych oraz urządzeń mobilnych. Inteligentne oświetlenie LED zapewnia bezpieczne korzystanie z wiaty nawet po zmroku.

Wiatra rowerowa AE008 to ławka i stojaki na rower (dwa lub cztery) w jednym o konstrukcji zamkniętej. Ma dwa gniazda USB (5 V) oraz dwa sieciowe (230 V). Wiatra rowerowa AE009 to lepsza wersja poprzedniej propozycji: wprawdzie bez ławki, ale za to z możliwością zamontowania dwóch dodatkowych stojaków na rowery. Wiatra rowerowa AE015 to wiatra o konstrukcji otwartej z panelem na stelażu. Ten model ma ławkę oraz 2 lub 4 stojaki na rowery. Na wyposażeniu ma dwa gniazda 5 V, gniazdo 230 V.

Dobrym uzupełnieniem wyżej przedstawionych możliwości niezależnego zasilania z energii dostarczanej przez promienie słoneczne są **lampy solarne** – samodzielne źródła światła. ALEX ELECTRO może pochwalić się dwoma modelami różniącymi się mocą. Obecnie dostępne są

wersje 30 W i 50 W. Obie mają czujnik zmierzchu oraz akumulatory. W przypadku **lampy solarnej LED 50 W** jest to akumulator zewnętrzny (montowany w obudowie na słupie). Jest to idealne rozwiązanie do zastosowania jako oświetlenie parkingów, placów przeładunkowych, podjazdów czy też samych posesji.

Koncepcja Smart City już od paru lat nie jest jedynie mrzonką przyszłości. Przyszłość nadchodzi dziś. Prezentowane powyżej elementy małej architektury miejskiej są zgodne z odpowiednimi dyrektywami Unii Europejskiej (posiadają znak CE), a wzory przemysłowe, według których zostały wykonane, chronione są patentami. Dodatkowo oferowane są przez polskiego producenta ALEX ELECTRO – **warto być Smart i wspierać rodzimy rynek!**

reklama



ALEX ELECTRO
ul. Przędzalniana 8a lok. 5
15-688 Białystok
biuro@alex-electro.com
+48 578 200 517
www.alex-electro.com



Ładowarki EV: Duo Charger i Electro Wall



Lampy solarne AE

pojazdy elektryczne

przyszłość transportu i energetyki?

dr inż. Sławomir Bielecki – Politechnika Warszawska

Współcześnie obserwuje się znaczący wzrost zainteresowania samochodami elektrycznymi, choć pierwsze ich konstrukcje powstawały już ponad 100 lat temu. Pojazdy elektryczne mają pewne cechy, przedstawione w poprzedniej części artykułu, które to przekładają się na wspomniane zainteresowanie. Obecny trend, wymuszający podwyższanie efektywności energetycznej oraz odchodzenie od paliw kopalnych, sprzyja rozwojowi konstrukcji takich pojazdów, które w istocie, jako szczególne jednostki użytkujące energię elektryczną, stają się elementem inteligentnie łączącym transport i energetykę.

sposoby ładowania PEV

Pojawiły się pierwsze dokumenty normalizujące parametry, wyposażenie i elementy połączenia, służące ładowaniu PEV (IEC 61851, IEC 62196). Generalnie, można wyróżnić cztery tryby ładowania, w ramach trzech „poziomów”, mianowicie:

- ładowanie wolne (około 10 godzin), tzw. domowe (AC) 2 kW;
- ładowanie wolne (AC), do 20 kW w miejscach publicznych;
- ładowanie szybkie od 50 kW prądem stałym DC (specjalne stacje ładowania).

Definiowane tryby to (rys. 1–4):

Tryb 1

Ładowanie wolne poprzez układ AC:

- gniazdko standardowe „siłowe” (maks. 1f: 16 A, 250 V; 3f: 480 V), po

stronie sieci np. EN 60309, po stronie pojazdu – dedykowana wtyczka EN 62196,

- moc: 3,7–11 kW;
- przewód o żyłach miedzianych, przekrój min. 2,5 mm²,
- ochrona przeciwporażeniowa: przewód PE, zabezpieczenie przeciężeniowe o prądzie znamionowym min. 20 A,
- ładowanie domowe.

Tryb 2

Ładowanie wolne poprzez układ AC:

- gniazdko standardowe „siłowe” (maks. 1f: 32 A, 250 V; 3f: 480 V), po stronie sieci np. EN 60309, po stronie pojazdu – dedykowana wtyczka EN 62196 z dodatkowym stykiem służącym do wykrycia połączenia z pojazdem,

moc: 7,4–22 kW;

- przewód o żyłach miedzianych, przekrój min. 4 mm² z wbudowanym układem sterującym,
- ochrona przeciwporażeniowa – przewód PE oraz wyłącznik RCD (30 cm od wtyczki, maks. 30 mA), zabezpieczenie przeciężeniowe o prądzie znamionowym min. 32 A,
- ładowanie domowe.

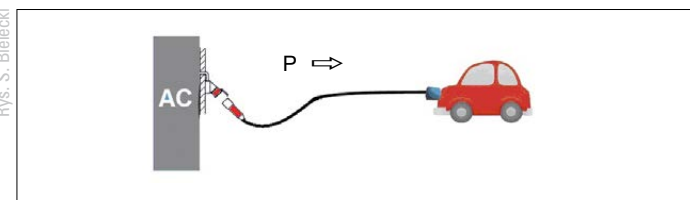
Tryb 3

Ładowanie wolne poprzez układ AC:

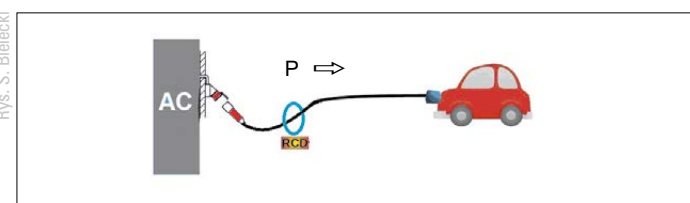
- połączenia dedykowane PEV z terminalem ładowania, połączonym na stałe z siecią (układ EVSE, *electric vehicle supply equipment*), po stronie pojazdu – dedykowana wtyczka EN 62196,
- obciążalność przewodu do 250 A,

streszczenie

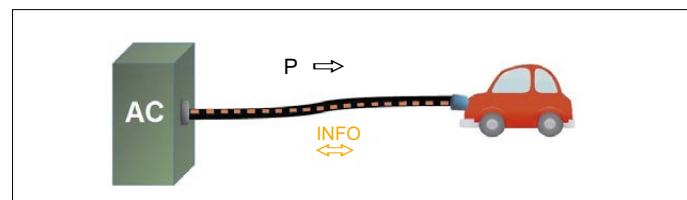
Spodziewany rozwój motoryzacji będzie przebiegał w kierunku coraz powszechniejszego wykorzystywania napędów elektrycznych. Przemysł samochodowy i elektrotechniczny oraz sektory transportu i energetyki zaczną ze sobą współdziałać oraz wzajemnie przenikać. Będzie to między innymi efektem ewolucji elektroenergetyki w stronę sieci inteligentnych (Smart Grid). Celem artykułu jest przybliżenie tematyki dotyczącej pojazdów elektrycznych i ich roli w kształtowaniu przyszłych struktur energetycznych, gdyż problematyka z tym związana w krajowej literaturze wydaje się być niewystarczająco rozpoznawana. W pierwszej części artykułu opisane zostały zagadnienia podstawowe związane z budową pojazdów elektrycznych, natomiast w drugiej części skupiono się na zagadnieniu ich ładowania.



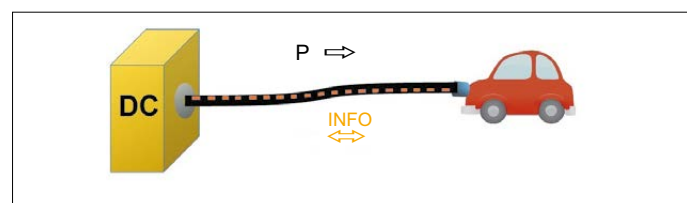
Rys. 1. Ładowanie wolne PEV, tryb 1



Rys. 2. Ładowanie wolne PEV, tryb 2



Rys. 3. Ładowanie wolne PEV, tryb 3



Rys. 4. Ładowanie szybkie PEV, tryb 4

- moc: 14,8–43 kW;
- ochrona przeciwporażeniowa – przewód PE, wyłącznik RCD, układ EVSE (m.in. sprawdzający poprawność połączenia),
- wymiana danych PEV – stacja ładowania za pomocą dodatkowych żył lub bezprzewodowo,
- ładowanie domowe lub w miejscach publicznych.

Tryb 4

Ładowanie szybkie DC (kilkanaście minut):

- połączenia dedykowane, ładowarka zewnętrzna, stacja ładowania wyposażona w EVSE oraz układ prostownikowy, po stronie pojazdu – dedykowana wtyczka EN 62196,
- obciążalność przewodu do 400 A,
- ochrona przeciwporażeniowa – układ EVSE, zabezpieczenia przeciężeniowe zarówno przed, jak i za układem prostownikowym, wysokoczułe wyłączniki RCD,
- wymiana danych PEV – stacja ładowania,
- ładowanie w publicznych stacjach ładowania DC, np. w pobliżu fabryk i dużych biurów (bliskość stacji transformatorowych rzędu MW z zapasem mocy).

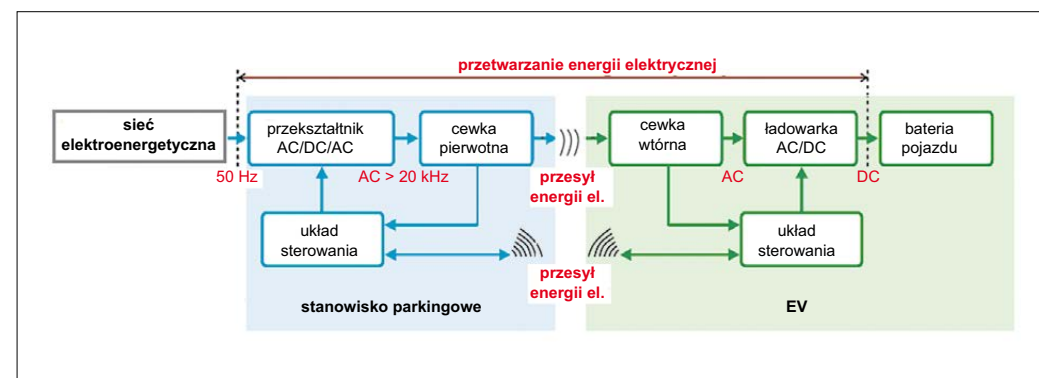
wdrożone standardy

W kwestii wdrożonych standardów ładowania PEV, poza klasycznymi gniazdkami 230/400 V, największą popularność światową zdobyły trzy standardy: CHAdeMO G105-1993 (szybkie), SAE J1772 Combo („normalne”) oraz Mennekes (półszybkie).

Pierwszym, popularnym standardem ładowania szybkiego DC stał się japoński standard CHAdeMO: 50 kW, maks. moc 62,5 kW, prąd 125 A (DC), napięcie 500 V. Amerykańska konkurencja to standard Combo (SAE J1772), umożliwiający ładowanie DC z zewnętrznej łado-



Rys. 5. Sylwetki wtyczek różnych standardów do ładowania PEV



Rys. 6. Układ bezprzewodowego ładowania PEV – schemat blokowy (na podstawie [4])

warki (90 kW, 450 V, 200 A) oraz jednofazowo AC z ładowarki pokładowej (7,2 kW). Innym spotykanym europejskim standardem jest Mennekes (VDE-AR-E 2623-2-2), który umożliwia pracę ładowarki jednofazowo (3,5 kW) lub 3-fazowo (o mocy 11, 22 lub 44 kW). Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów ACEA propaguje ten standard jako IEC 62196-2 Type 2. Wdrożony został również standard szybkiego ładowania Combined Charging System (CCS), łączący dwa wcześniej wspomniane standardy, umożliwiając zarówno ładowanie AC 1- i 3-fazowe, jak i DC, docelowo 50 kW, a w perspektywie nawet 150 kW (spotykane określenia tego standardu to Combo 2 i Combo Coupler). System ten powinien być kompatybilny z amerykańskim J1772 i europejskim IEC 62196-2. Wymagania (w tym normatywne) odnośnie wyposażenia elektrycznego stacji i układów ładowania PEV przedstawiono w [13].

W zależności od standardu, wtyczki umożliwiające ładowanie różnią się wyglądem (rys. 5.). Problem z podłączeniem pojawi się w przypadku oblodzenia karoserii pojaz-

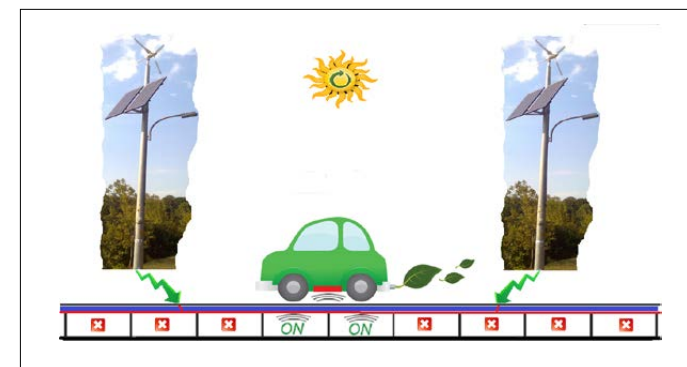
du, między innymi dlatego powstała koncepcja ładowania bezprzewodowego.

ładowanie bezprzewodowe

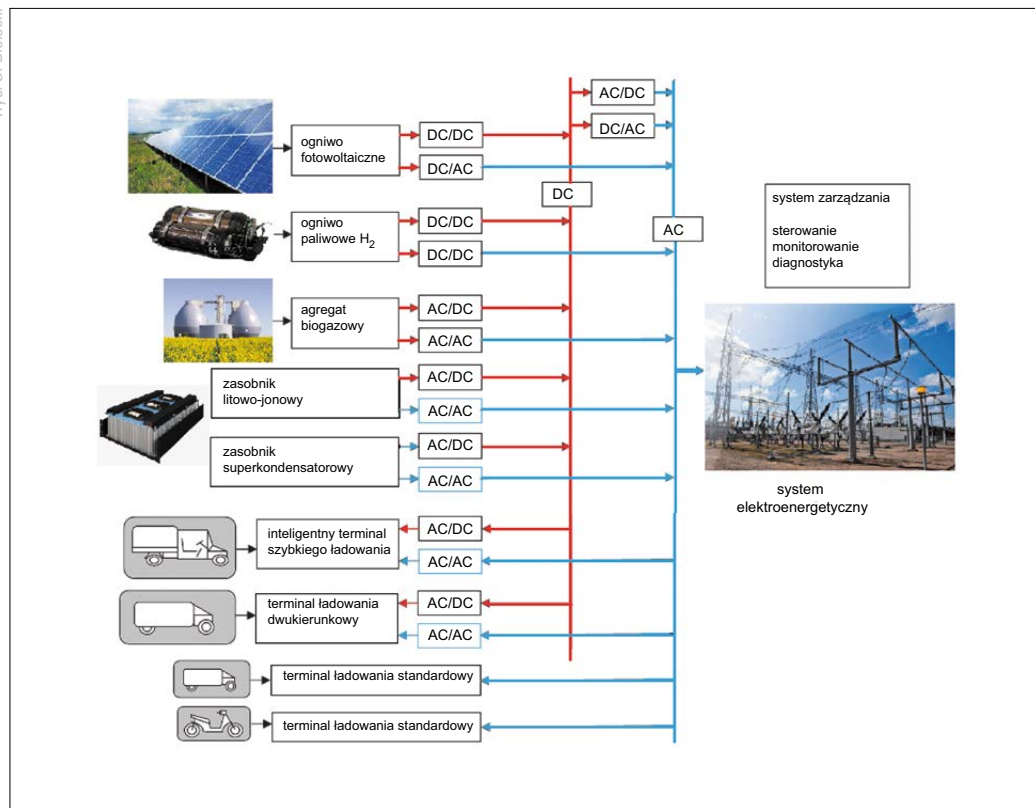
Ten sposób wykorzystuje zjawisko indukcji magnetycznej, konstrukcja w istocie opiera się na transformatorze (wysokiej częstotliwości) ze szczeliną powietrzną (dwie sprzężone magnetycznie cewki: jedna w pojeździe, druga w miejscu postoju). Współczynnik sprzężenia uzwojeń jest dość niski 0,1–0,5 (szczelina powietrzna) [4]. Przez cewkę w miejscu postojowym przepływa prąd o częstotliwości 20–150 kHz, formowany w przetwornicy energoelektro-

nicznej (przetwornik AC/DC/AC z prostownikiem diodowym i falownikiem napięcia). Energia przekazywana jest do uzwojenia wtórnego, następnie jej nośnikiem staje się prąd stały, dokonujący ładowania PEV (rys. 6.).

W opracowanych układach osiągnięta sprawność jest rzędu 70–92%. Problematyczna jest kwestia oddziaływania pola elektromagnetycznego na organizmy żywe. Metalowa karoseria praktycznie ogranicza promieniowanie wewnątrz pojazdu, ale nałożenie powstaje przy wyjściu. Należy więc odpowiednio projektować rozmieszczenie cewek lub wprowadzać specjalne procedury, aby spełnione były wymagania odnośnie do-



Rys. 7. Idea zelektryfikowanej drogi z bezprzewodowym ładowaniem PEV



Rys. 8. Mikrosieć ładowania pojazdów elektrycznych – schemat funkcjonalny (na podstawie [3])

puszczalnych natężeń pola elektromagnetycznego.

Jedną z metod obniżenia ceny pojazdu PEV jest ograniczenie kosztu baterii poprzez zmniejszenie jej pojemności. Aby nie wiązało to się z ograniczeniem zasięgu PEV, pojawiła się idea „elektryfikacji dróg”, polegająca na dostarczaniu energii do PEV podczas jazdy. Niektóre analizy pokazują, że wówczas cena nowego PEV będzie porównywalna z pojazdem spalinowym (aczkolwiek wymaga to redystrybucji kosztów budowy i utrzy-

mania elektrycznej infrastruktury drogowej).

W zelektryfikowaną jezdnię mają być wbudowane cewki zasilające, zgrupowane w segmentach. Energia powinna być dostarczana jedynie do tych sekcji drogi, po których porusza się pojazd. Wymaga to opracowania odpowiednich algorytmów zarządzania. Z drugiej strony, do takich rozwiązań predestynowane wydają się lokalne, rozproszone źródła energii, instalowane w pobliżu drogi (rys. 7.). Zelektryfikowana droga

może stać się elementem inteligentnej mikrosieci.

Koncepcje stacji ładowania PEV

Jak zauważono w [6] współcześnie brak jest jednolitej koncepcji modelu rynku energii na potrzeby ładowania PEV. Istnieją zarówno stacje pozwalające na nieodpłatne ładowanie (np. model biznesowy stosowany przez Teslę), jak i punkty sprzedające usługę ładowania. Różnicowanie standardów powoduje, że powstają stacje dedykowane konkretnym pojazdom (markom), ale również zarządzane przez operatorów umożliwiających ładowanie dowolnym pojazdom. W Polsce istnieją punkty ładowania udostępniane przez niektórych operatorów sieci dystrybucyjnych (przy czym niektóre z nich tylko w wybranym standardzie) oraz inicjatywy innych podmiotów (np. punkty „e+” lub Agencji MARR SA). Powstają również inicjatywy obywatelskie (poprzez internetowe media społecznościowe), polegające na wzajemnym udostępnia-

niu gniazdek elektrycznych w prywatnych posesjach. Odnośnie ładowania PEV pojawiają się też problemy natury prawnej (np. czy zarządca punktu ładowania powinien mieć status odbiorcy, czy dystrybutora energii i posiadać koncesję) oraz fiskalnej.

Od strony problematyki technicznej badane są koncepcje wielostanowiskowych stacji ładowania PEV, tworzących inteligentną mikrosieć ze źródłami odnawialnymi (OZE) [3]. Mikrosieć to autonomiczny mikrosystem energetyczny (obejmujący ograniczony obszar budynku, osiedla, gminy), w którym znajdują się połączone za pomocą sieci energetycznej źródła wytwarzania energii (elektrycznej i ciepła), zasobniki energii, sterowniki oraz sterowalne i niesterowalne odbiorniki energii. Struktury te mogą pracować synchronicznie z resztą systemu elektroenergetycznego (SEE) lub tworzyć niezależne wyspy. Operator Systemu Dystrybucyjnego (OSD) może traktować mikrosieć jak sterowalny obiekt, będący zagregowanym odbiorem lub źródłem wytwórczym. Mikrosieć pozwala na dostawę energii elektrycznej, dostosowanej do wymagań odbiorców, wykorzystując źródła o charakterze rozproszonym [9].

Elementami mikrosieci ładowania PEV mogą być [3] (rys. 8.):

- moduły fotowoltaiczne (PV),
- ogniwa paliwowe wraz z instalacją wodorową (jako sterowalny magazyn energii),
- zespół prądowórczy z instalacją biogazową,
- przyłącze energetyczne z zabezpieczeniami (połączenie z systemem elektroenergetycznym, zapewniające inteligentny pomiar energii i jej przepływów oraz nadzór nad parametrami jakości energii elektrycznej),
- dodatkowe moduły magazynowania (baterie, superkondensatory) – ograniczając wpływ niesterowalnych OZE na SEE, stwarzają możliwość przyłączenia mikrosieci do SEE poprzez przyłącze mniejszej mocy (bez konieczności modernizacji sieci),

- terminale ładowania (standardowe, szybkie, bezkontaktowe) z interfejsem umożliwiającym użytkownikowi połączenie i rozliczenie kosztów,
- przekształtniki AC/DC i DC/AC,
- moduł zarządzania (sterowanie, diagnostyka itp.).

Pojazdy PEV są integralną częścią takiej mikrosieci, mogą pełnić funkcję zarówno odbiorników, jak i źródeł energii. Pracą układu steruje system zarządzający, realizując funkcje monitorowania, diagnostyki oraz sterowania pracą mikrosieci. Funkcją celu może być minimalizacja kosztów, przy czym dzięki możliwości magazynowania istnieje możliwość prowadzenia optymalizacji w dłuższym okresie. Uwzględniając prognozowanie, operator mikrosieci może zarządzać przepływami energii elektrycznej, maksymalizując zyski. Pomiędzy elementami mikrosieci powinna być zapewniona komunikacja, np. poprzez magistralę CAN (Controller Area Network), której korzenie zresz-

tą tkwią w zastosowaniach samochodowych.

Pojawia się też koncepcja konfiguracji stacji ładowania PEV połączoną z systemem elektroenergetycznym, wyposażoną dodatkowo w koło zamachowe (rys. 9.) [12]. Taka konfiguracja stacji umożliwia regulację mocy biernej przez jej oddawanie do sieci na żądanie OSD. Zadaniem koła zamachowego jest wyrównanie poziomu mocy czynnej podczas ładowania pojazdu w trakcie dostarczania do sieci mocy biernej. Układ kontroli pracy stacji nadzoruje następujące zadania [12]:

- dostarczanie energii czynnej do PEV, zgodnie z wymaganym poziomem i wybranym przez użytkownika pojazdu trybem (to zadanie ma najwyższy priorytet);
- reakcja na żądanie OSD z zakresu dostarczania mocy biernej (indukcyjnej lub pojemnościowej);
- pokrywanie ewentualnych ubytków mocy czynnej dostarczanej do PEV z zasobnika (koła zamachowe-

go) i przywrócenie odpowiedniej prędkości wirowania masy w kole poprzez jego doładowanie po zakończeniu obsługi PEV;

- niedopuszczanie do przekroczenia obciążenia mocą przekształtników ponad dopuszczalny limit;
- nadzór nad pracą układu, zapewniającego prostotę i komfort jego użytkowania (tryb *plug and play*).

Pojazdy elektryczne będą stanowić istotną pozycję w bilansie energii systemu elektroenergetycznego, przy czym odpowiednio („inteligentnie”) wykorzystywane mogą przyczynić się do poprawy funkcjonowania sieci i wsparcia wykorzystania energii pochodzącej z rozproszonych źródeł odnawialnych. Problem budowy infrastruktury ładowania PEV może być rozwiązywany na bazie struktury prosumenckiej, a sam pojazd będzie integralną jej częścią. Przy takim podejściu, kwestie rozwoju motoryzacji, sektora transportu oraz energetycznego stopniowo będą się zaze-

biać. Ewolucja energetyki w kierunku prosumenckim powoduje ewolucję całej dziedziny w stronę interdyscyplinarności [2].

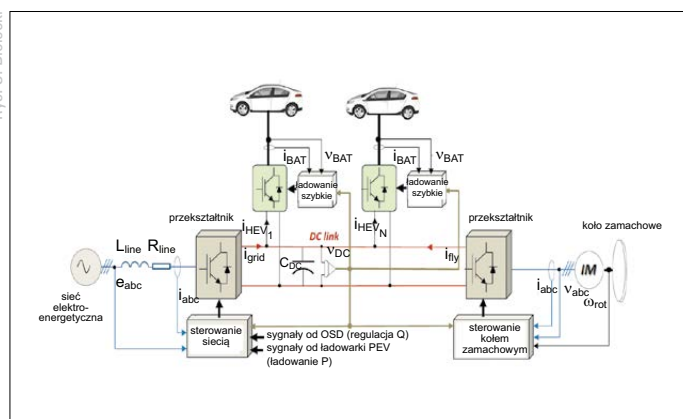
literatura do artykułu na **elektroinfo.pl**

abstract

Electric vehicles – the future of transport and power engineering sector?

An expected development of the automotive industry will be directed towards a more and more frequent use of electric drives. Automotive and electrical industries as well as transport and energy sectors will cooperate and their ideas will permeate one another. One of the major factors boosting the consolidation of the above industries is the evolution of electric power towards Smart Grid solutions. The aim of this article is to introduce the topic on electric vehicles and their role in the future energy structures, the issue which in Poland seems to have been given little attention to so far, but which for sure should be brought to a larger group of potential recipients. In the first part of the article one describes basic issues including construction of electric vehicles, whereas the second part focuses on the matters of electric vehicles charging.

reklama



Rys. 9. Schemat stacji ładowania PEV wyposażonej w koło zamachowe (na podstawie [12])

Dlaczego warto nam zaufać?

- > Setki udanych inwestycji w całej Europie
- > Wysoka jakość i standardy techniczne
- > Profesjonalne wsparcie techniczne
- > Zróżnicowane portfolio produktów

Ensto Pol
ul. Starogardzka 17A
83-010 Straszyn
tel. 58 692 40 00
biuro@ensto.com
ensto.pl



Chago eFiller



Chago Wallbox



Chago Pro

ENSTO

STACJE ŁADOWANIA SAMOCHODÓW ELEKTRYCZNYCH

podstawowe wymagania dla stacji ładowania pojazdów elektrycznych

mgr inż. Karol Kuczyński

Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju zakłada rozwój sektora elektromobilności. Zgodnie z założeniami do 2025 r. po polskich drogach ma jeździć 1 mln pojazdów elektrycznych. Impulsem do rozwoju elektromobilności w Polsce jest przyjęty przez rząd plan rozwoju elektromobilności, który na lata 2019–2020 przewiduje budowę infrastruktury zasilania pojazdów elektrycznych w wybranych aglomeracjach miejskich.

wymagania prawne

Zgodnie z art. 17 ust. 1 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych [1] szczegółowe wymagania techniczne dotyczące bezpieczeństwa eksploatacji, a także zakres dokumentacji dołączanej do wniosku o przeprowadzenie badań stacji ładowania oraz punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego zostaną określone w rozporządzeniu ministra właściwego do spraw energii.

Zgodnie z informacjami na stronie internetowej Urzędu Dozoru Technicznego (UDT) rozpoczęcie przyjmowania wniosków o opinie, o których mowa w art. 15 ustawy, oraz wniosków o przeprowadzenie badania, o których mowa w art. 16 ustawy nastąpi po wejściu w życie rozporządzenia wykonawczego, które zostanie ogłoszone na podstawie delegacji zawartej w art. 17 ustawy [1].

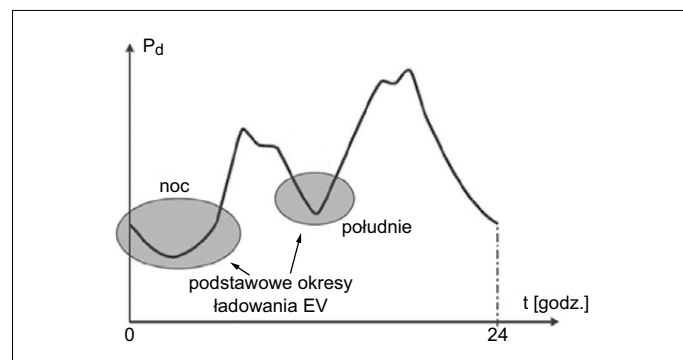
Jednocześnie należy pamiętać, że zgodnie z art. 74 ustawy podmioty, które rozpoczęły eksploatację lub budowę stacji ładowania oraz punktów ładowania wchodzących w skład infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego przed dniem wejścia w życie rozporządzenia, w celu rozpoczęcia lub ich dalszej eksploatacji będą zobowiązane w terminie 12 miesięcy od dnia wejścia

w życie rozporządzenia dostosować stacje ładowania do wymagań określonych w ustawie oraz w tym rozporządzeniu, a także złożyć do UDT wniosek o przeprowadzenie badania zezwalającego na rozpoczęcie lub ich dalszą eksploatację.

W dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych przewidziano zarówno rozwój strategii dotyczącej zrównoważonych paliw alternatywnych, jak również rozwój odpowiedniej infrastruktury. Wymagania dyrektywy wdrożono do prawa polskiego ustawą z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Zgodnie z tą ustawą Urząd Dozoru Technicznego zobowiązany jest do opiniodawstwa w zakresie zgodności dokumentacji technicznej projektowanych stacji z wymaganiami technicznymi oraz do przeprowadzania badań technicznych stacji i punktów ładowania, przed oddaniem ich do eksploatacji oraz po naprawach i modernizacji [2].

Podmiot odpowiedzialny za budowę, zarządzanie, bezpieczeństwo funkcjonowania, eksploatację, konserwację i remonty ogólnodostępnej stacji ładowania:

- 1) zapewnia, aby:
 - a) w ogólnodostępnej stacji ładowania prowadził działalność co najmniej jeden dostawca usługi ładowania,



Rys. 1. Typowy wykres dobowego poboru mocy w sieci elektroenergetycznej [7]

b) ogólnodostępna stacja ładowania spełniała wymagania techniczne i eksploatacyjne określone w szczególności w Polskich Normach, zapewniające ich bezpieczne użytkowanie, w tym bezpieczeństwo pożarowe, bezpieczne funkcjonowanie sieci elektroenergetycznych oraz dostęp do stacji ładowania dla osób niepełnosprawnych.

2) zapewnia przeprowadzenie przez Urząd Dozoru Technicznego badań stacji ładowania;

3) zapewnia bezpieczną eksploatację ogólnodostępnej stacji ładowania;

4) wyposaża:

a) ogólnodostępną stację ładowania w oprogramowanie pozwalające na:

– podłączenie i ładowanie pojazdu elektrycznego i pojazdu hybrydowego;

– przekazywanie danych do Ewidencji Infrastruktury Paliw Alternatywnych o dostępności

punktu ładowania i cenie za usługę ładowania,

b) każdy punkt ładowania zainstalowany w ogólnodostępnej stacji ładowania, którą zarządza, w systemie pomiarowym umożliwiającym pomiar zużycia energii elektrycznej i przekazywanie danych pomiarowych z tego systemu do systemu zarządzania stacją ładowania w czasie zbliżonym do rzeczywistego;

5) zawiera umowę o świadczenie usług dystrybucji energii elektrycznej, o której mowa w art. 5 ust. 2 pkt 2 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r.

– Prawo energetyczne, na potrzeby funkcjonowania stacji ładowania oraz świadczenia usług ładowania – jeżeli stacja ładowania jest przyłączona do sieci dystrybucyjnej w ro-

streszczenie

W artykule omówiono podstawowe wymagania prawne dla stacji ładowania pojazdów elektrycznych.

zumieniu ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne;

6) przekazuje operatorowi systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, dostawcy usług ładowania i sprzedawcy energii elektrycznej, który zawarł umowę sprzedaży energii elektrycznej z dostawcą usług ładowania prowadzącym działalność na tej stacji, dane dotyczące ilości zużytej energii elektrycznej odrębnie na świadczenie usług ładowania oraz na potrzeby funkcjonowania stacji ładowania;

7) zawiera umowę sprzedaży energii elektrycznej na potrzeby funkcjonowania stacji ładowania;

8) udostępnia ogólnodostępnej stacji ładowania informacje dotyczące zasad korzystania z tej stacji oraz instrukcję jej obsługi;

9) zapewnia dostawcom usług ładowania, na zasadach równoprawnego traktowania, dostęp do ogólnodostępnej stacji ładowania;

10) uzgadnia z organem zarządzającym ruchem na drogach liczbę możliwych do wyznaczenia stanowisk postojowych przy ogólnodostępnych stacjach ładowania w przypadkach, o których mowa w art. 12b ust. 1 ustawy z 21 marca 1985 r. o drogach publicznych.

projekt rozporządzenia

W związku z ustawą [1] Ministerstwo Energii przygotowało projekt rozporządzenia w sprawie wymagań technicznych dla stacji ładowania i punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego [4]. Według Europejskiego Obserwatorium Paliw Alternatywnych w Polsce działa obecnie 306 punktów ładowania pojazdów elektrycznych [3]. Podkreślić należy, że rynek pojazdów elektrycznych w Polsce jest w początkowej fazie rozwoju. Aktualnie w Polsce brak jest przepisów dedykowanych stacjom ładowania i punktom ładowania stanowiącym element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego. W chwili obecnej nie

ma w prawodawstwie polskim szczegółowych przepisów dotyczących bezpieczeństwa eksploatacji, naprawy lub modernizacji stacji ładowania czy też punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego.

Projekt rozporządzenia [4] jest aktem wykonawczym do ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Zawiera on szczegółowe wymagania techniczne dotyczące bezpieczeństwa eksploatacji, napraw i modernizacji stacji ładowania i punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego. Opisuje wymagania techniczne, jakie muszą spełniać ogólnodostępne stacje ładowania i punkty ładowania stanowiące element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego w zakresie dotyczącym ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz przeciwpiorazeniowej poprzez zastosowanie wyłączników nadprądowych i różnicowoprądowych oraz wyłączników głównych. Wskazuje zakres informacji znajdujących się na tabliczce znamionowej oraz gniazd wyjściowych lub złączy pojazdowych typu 2 i Combo2. Przywołuje rodzaje badań, jakim podlegają stacje ładowania i punkty ładowania stanowiące element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego oraz sposób i terminy przeprowadzania tych badań przez Urząd Dozoru Technicznego.

rozwiązania stacji ac i dc

W zależności od sposobu przesyłania energii oraz ładowania prądem stałym lub przemiennym możemy w transporcie publicznym wyróżnić stacje ładowania za pomocą złącza wtykowego, połączenie pantografowego 2 i 4 przewodowego oraz ładowania w ruchu.

Układ ładowania ze złączem wtykowym jest zbliżony do systemów ładowania elektrycznych osobowych samochodów i polega na dostarczaniu



Potrzebujesz kontroli nad własnym parkiem ładowarek?

Autoryzacja użytkownika, balansowanie przydziałem mocy, łatwe dodawanie nowych punktów ładowania, integracja z systemem nadrzędnym poprzez OCPP. To wszystko dzięki Charging Suite od Phoenix Contact.



Dowiedz się więcej:

phoe.co/emobility-oprogramowanie



energii elektrycznej za pomocą przewodu zakończonych wtyczką. Możliwe jest zasilanie prądem stałym bądź przemiennym. Obecnie stosowane rozwiązania umożliwiają ładowanie prądem o wartości 60–100 A, co odpowiada mocy ładowarki do 60 kW. Testowane są systemy wtykowe o większej mocy, nawet do 500 kW, jednak nie są one rozpowszechnione [5].

Ładowarka może być zabudowana w pojeździe lub być rozwiązaniem stacjonarnym. W pierwszym przypadku zasilanie odbywa się energią prądu przemiennego (3f~400 Vac), co ułatwia budowę infrastruktury oraz zwiększa elastyczność ładowania. Wadą tego rozwiązania jest wzrost masy pojazdu. W drugim przypadku przewodem dostarczana jest prąd stały. Umożliwia to zmniejszenie masy pojazdu, zwiększa się natomiast koszt infrastruktury [5].

W systemie czteroprzewodowym ładowanie odbywa się za pomocą napięcia stałego o wartości 600–900 V. Pojazd jest połączony ze stacją ładowania za pomocą pantografowego odbieraka zawierającego 4 złącza (przewody-bieguny): przewód dodatni ładowania, przewód ujemny ładowania, przewód ochronny (uziemienie) oraz przewód kontroli uzziemienia.

Przewód ochronny służy do zapewnienia ochrony przeciwporażeniowej na wypadek ewentualnego uszkodzenia izolacji instalacji elektrycznej. Ze względu na wymogi bezpieczeństwa, konieczne jest zapewnienie niezawodnego połączenia karoserii pojazdu z przewodem uzimającym. Wiąże się to z koniecznością kontroli styku łączącego przewód ochronny. W tym celu stosuje się dodatkowy przewód kontroli ciągłości uzziemienia. Stacja ładowania wyposażona jest w przetwornicę ładowania. Moc ładowarki przeważnie mieści się w zakresie 150–350 kW. Jednak w celu zwiększenia efektywności wykorzystania autobusów elektrycznych, coraz powszechniej stosowane są instalacje większej mocy – 400–450 kW, a poza Polską, dochodzące nawet do 600 kW. Pantograf może

być częścią pojazdu lub częścią stacji ładowania. Systemy te wymagają jednak precyzyjnego zatrzymania pojazdu w punkcie ładowania. Istnieją także rozwiązania pozwalające na podłączanie i odłączanie systemu w ruchu, a także na zatrzymanie pojazdu z większym zakresem tolerancji [5].

Natomiast w systemie dwuprzewodowym ładowanie odbywa się napięciem stałym o wartości 600–900 V. Pojazd jest połączony ze stacją ładowania za pomocą pantografowego odbieraka zawierającego 2 bieguny: przewód dodatni ładowania i ujemny ładowania. Jest to system ładowania autobusów elektrycznych wykorzystywany głównie w przypadku istnienia tramwajowej lub trolejbusowej sieci trakcyjnej. Kluczowe w tym systemie ładowania jest zapewnienie bezpieczeństwa i ochrony przeciwporażeniowej. Standardowe autobusy elektryczne posiadają instalację elektryczną wykonaną z pojedynczej izolacji. W dwuprzewodowym systemie zasilania nadwozie pojazdu nie jest uziemione. Nie jest dopuszczalne podłączenie do sieci nieuziemionego pojazdu elektrycznego wyposażonego w pojedynczą izolację, dlatego konieczne jest wykonanie instalacji elektrycznej pojazdu w podwójnej izolacji (analogicznie jak w przypadku trolejbusów) bądź zastosowanie przetwornicy separacyjnej w pojeździe. Masa takiej przetwornicy wynosi 200–600 kg, co zwiększa masę autobusu i jego cenę. Możliwa jest instalacja przetwornicy separacyjnej w formie stacjonarnej. Moc ładowania w systemie dwuprzewodowym ograniczona jest maksymalnym prądem odbieraka pantografowego, który obecnie umożliwia przepływ prądu o wartości 200–300 A, co odpowiada mocy 150–200 kW [5].

System ładowania dynamicznego stanowi połączenie ładowania dwuprzewodowego z komunikacją trolejbusową. W tym systemie część trasy pokryta jest trolejbusową siecią trakcyjną, która umożliwia ładowanie baterii trakcyjnych podczas ruchu. Pozostała część trasy, na której nie ma

linii jezdnej, autobus pokonuje z wykorzystaniem zasilania baterijnego. Pozwala to na ładowanie pojazdu bez konieczności wyłączania go z ruchu, co zwiększa elastyczność i funkcjonalność systemu. Ponadto, pokrycie fragmentu trasy siecią trakcyjną zmniejsza dystans jazdy baterijnej, co z kolei pozwala zmniejszyć pojemność akumulatorów trakcyjnych. Z jednej strony budowa sieci trakcyjnej wiąże się z dużymi nakładami finansowymi, dlatego z ekonomicznego punktu widzenia wskazane jest ograniczenie długości takiego odcinka [5]. Z drugiej strony, odcinek pokryty siecią trakcyjną musi być wystarczająco długi, aby umożliwić ładowanie baterii trakcyjnych. Obecnie wystarczające jest pokrycie 30–40% długości trasy siecią trakcyjną, jednak w przyszłości wartość ta może być ograniczona do 25%.

perspektywy rozwoju

Zgodnie z informacjami Instytutu Badań Rynku Motoryzacji SAMAR liczba samochodów osobowych zarejestrowanych w Polsce przekracza 17 mln sztuk. Według przewidywań w roku 2020 co 10 samochód będzie pojazdem elektrycznym (EV – Electric Vehicle) [6]. Ponieważ pojemność baterii samochodów elektrycznych wynosi obecnie średnio ok. 30 kWh, to w trybie ładowania 10-godzinny pojazd EV stanowi dla SEE obciążenie 3 kW. Przy 1,7 mln pojazdów i przyjętym współczynniku jednoczesności ładowania (0,5) będzie stanowić obciążenie dla SEE o mocy 2,55 GW. W Polsce, według stanu z października 2010, sumaryczna moc zainstalowana w elektrowniach wynosi 35,9 GW. Łatwo wywnioskować, że odbiorniki w formie ładowarek samochodowych stanowić będą wtedy ok. 4,5% wszystkich konsumentów energii elektrycznej – jest to znacząca grupa. Należałoby zatem zadbać o odpowiednie sterowanie procesem dystrybucji mocy, tak aby osiągnąć maksimum korzyści już na etapie wdrażania technologii z nią związanych. Czynnikiem sprzyjającym poborowi energii, a co za tym idzie łado-

waniu pojazdów, w okresach zmniejszonego zapotrzebowania na energię elektryczną jest istotne zróżnicowanie taryf energii. Warto rozważać scenariusze, że przy zastosowaniu układów inteligentnych ładowania pojazdów elektrycznych, wybierane będą automatycznie momenty pracy układu ładującego, aby zapewnić minimalizację kosztów energii: minimalizację nadmiaru mocy w dobowym cyklu jej zapotrzebowania. **Rysunek 1.** przedstawia wykres typowego dobowego zapotrzebowania na energię elektryczną. Wypełnienie czasu zmniejszonego zapotrzebowania na energię sprawiłoby, że wzrosłaby opłacalność produkcji energii elektrycznej [6].

Interesujące są również koncepcje integracji układów szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych z infrastrukturą oświetleniową.

literatura

1. Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz U z 2018 r. poz. 317, 1356).
2. www.udt.gov.pl/electromobilnosc
3. www.prawodrogowe.pl
4. Projekt Rozporządzenia w sprawie wymagań technicznych dla stacji ładowania i punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego z dnia 26.06.2018 r.
5. Oprac. pod red. B. Szumskiej, Ł. Witkowskiego, Elektromobilność w transporcie publicznym – praktyczne aspekty wdrażania, Polski Fundusz Rozwoju, Warszawa 2018 r.
6. M. Skibowski, Ładowanie pojazdów elektrycznych, INPE nr 186 z 2015 r.
7. H. Gładys, R. Matla, Praca elektrowni w systemie elektroenergetycznym. Wrocław–Warszawa, WNT 1999.

abstract

Basic requirements for electric vehicles charging stations

The article discusses the basic legal requirements for electric vehicles charging stations.

Finder Polska Sp. z o.o.

60-175 Poznań, ul. Malwowa 126
tel. 61 865 94 07, faks 61 865 84 26
finder.pl@findernet.com
www.findernet.com

**ALEX ELECTRO**

15-688 Białystok, ul. Przędzalniana 8a lok. 5
+48 578 200 517
biuro@alex-electro.com
www.alex-electro.com

**SOMFY Sp. z o.o.**

03-228 Warszawa, ul. Marywilska 34
Centrum Serwisowe Somfy:
32-005 Niepołomice, ul. Rudolfa Diesla 9
www.somfy.pl

**PRE Edward Biel**

32-060 Liszki, Piekary 363 k. Krakowa
tel./faks 12 429 73 43
biuro@prebiel.pl, www.prebiel.pl

**ENSTO POL Sp. z o.o.**

83-010 Straszyn, ul. Starogardzka 17A
tel. 58 692 40 00
biuro@ensto.com
www.ensto.pl

**Phoenix Contact Sp. z o.o.**

51-317 Wrocław, ul. Bierutowa 57-59, Budynek nr 3/A
tel. 71 398 04 10, faks 71 398 04 99
phoenixcontact@phoenixcontact.pl
www.phoenixcontact.pl

**Redakcja elektro.info**

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



elektro
info