

# System KNX

Albert Dubrawski, Andrzej Dubrawski

## 1.1. Historia

W latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku wiele firm elektrotechnicznych projektowało systemy magistralne. W 1990 roku czołowi producenci postanowili utworzyć wspólny system i powołali w tym celu organizację EIBA, która wprowadziła na rynek nowy standard.



Rys. 1-1. Logo EIB

Powstała instalacja EIB (rys. 1-1), zwana również Instabus. Sześć lat później trzy europejskie organizacje Bati-BUS Club International (BCI), European Installation Bus Association (EIBA) i European Home System Association (EHSA) rozpoczęły proces konwergencji w celu znalezienia wspólnego standardu dla automatyki budynkowej. W wyniku tego procesu dziewięć europejskich firm założyło nową organizację Stowarzyszenie KNX (rys. 1-2).



Rys. 1-2. Logo KNX

Specyfikacja KNX została opublikowana w 2002 r. Została przyjęta w 2006 r. jako międzynarodowa norma ISO/IEC 14543-3.2. Obecnie do Stowarzyszenia należy ok. 500 firm (producentów urządzeń lub oprogramowania), oferujących około 10 000 różnych produktów. Dotychczas certyfikowane szkolenie ukończyło ponad 100 000 osób, w blisko 200 krajach.

## 1.2. Różnice między instalacją konwencjonalną a magistralną KNX

Główną różnicą między instalacją konwencjonalną a magistralną jest sposób przesyłania informacji łączeniowych. W tradycyjnych rozwiązaniach informacje są przekazywane wraz z zasilaniem tą samą drogą. Za pomocą urządzeń komutacyjno-sterowniczych, jakimi są np. wyłączniki i przełączniki, przepływa cały prąd roboczy. Zamknięcie styku, podanie napięcia jest równocześnie sygnałem załączającym. W instalacjach magistralnych zostały rozdzielone funkcje sterownicze od zasilania. Różnicę tę można wyjaśnić na przykładzie prostej instalacji.

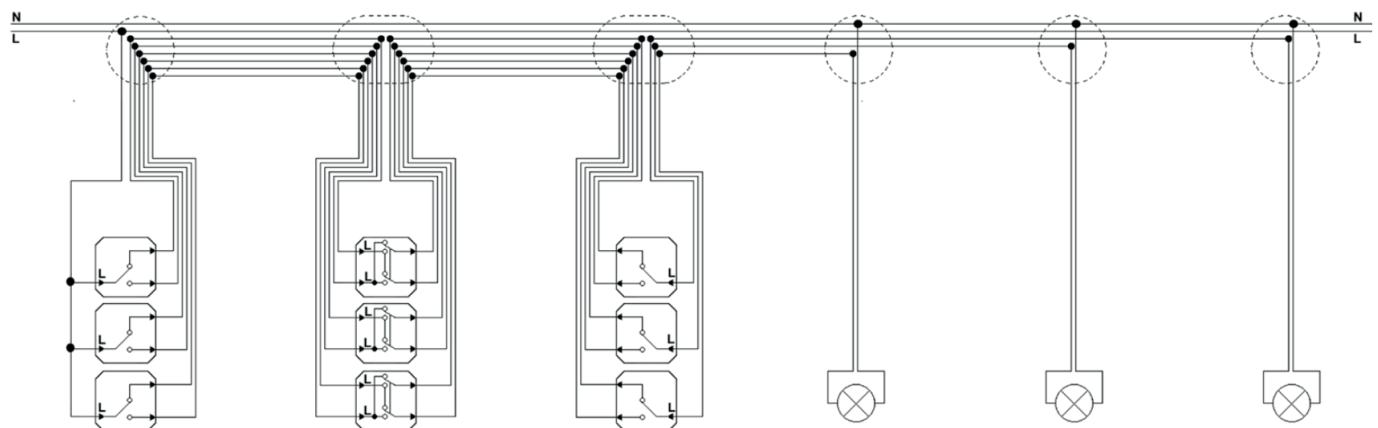
### 1.2.1. Oprzewodowanie

Dla przykładu zostanie omówiona instalacja elektryczna składająca się z trzech lamp. Każda z nich może być niezależnie od pozostałych załączana

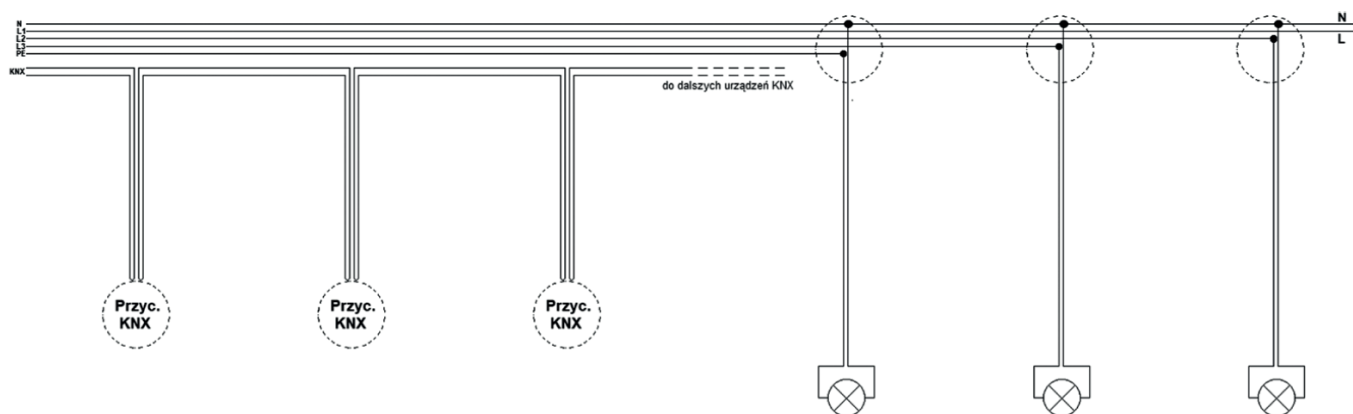
z trzech miejsc. Aby wykonać taką instalację, należy w trzech miejscach zamontować po trzy łączniki (rys. 1-3). O ile w pierwszym i ostatnim można zastosować łączniki potrójne (tj. trójklawiszowe), to w każdym miejscu pośrednim konieczne jest zainstalowanie trzech przełączników krzyżowych. A między każdą grupą łączników konieczne jest ułożenie aż 8 żył (w instalacji jednofazowej). Każdy przełącznik schodowy czy krzyżowy jest elementem sterowniczym i przekazującym energię elektryczną. Z tego powodu znacznie wydłużają się trasy przewodów (zasilająco-sterowniczych).

Przy szeregowym połączeniu kilku łączników uszkodzenie jednego z nich uniemożliwia sterowanie lampy przyłączonej do tego obwodu. Ponadto nie ma możliwości zmiany przeznaczenia danego łącznika, np. wymiany przełącznika schodowego na żaluzjowy, który będzie wykorzystywany do sterowania rolet. Bez rozkuwania ścian i wymiany przewodów nie ma nawet możliwości ściemniania tych trzech lamp z trzech miejsc, w których są zainstalowane łączniki.

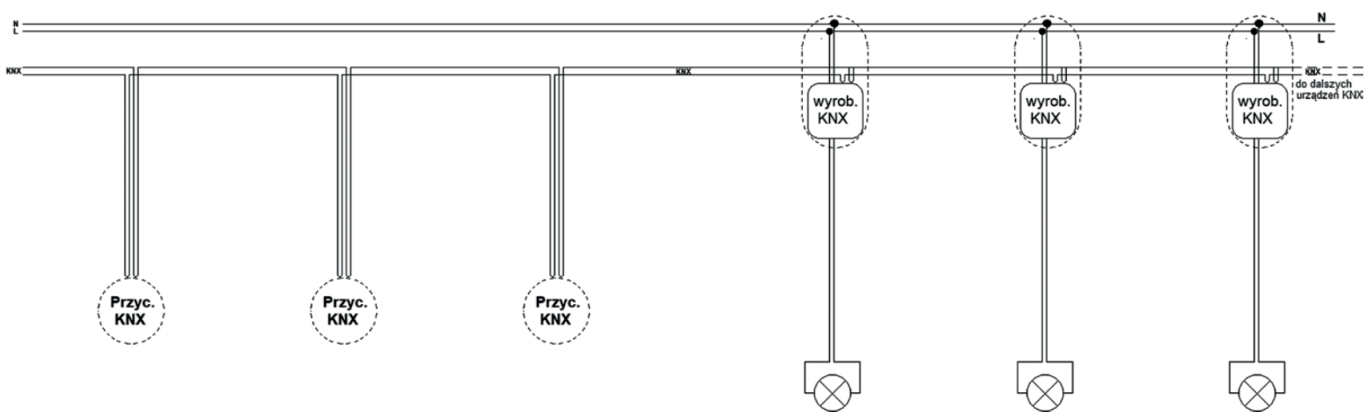
Natomiast w typowej instalacji magistralnej KNX, bezpośrednio od rozdzielnicy do każdej lampy, doprowadzane jest wyłącznie samo zasilanie (rys. 1-4). W rozdzielnicy znajdują się aparaty realizujące czynności łączeniowe: załączanie,



Rys. 1-3. Załączanie trzech lamp (lampy trójsegmentowe) z trzech miejsc za pomocą instalacji tradycyjnej



Rys. 1-4. Załączanie trzech lamp (lampy trójsegmentowej) z trzech miejsc za pomocą KNX (z urządzeniami wykonawczymi umieszczonymi w rozdzielnicach)



Rysunek 1-5. Załączanie trzech lamp (lampy trójsegmentowej) z trzech miejsc za pomocą KNX (z urządzeniami wykonawczymi umieszczonymi w puszkach rozgałęźnych)

regulację natężenia oświetlenia, uruchamianie żaluzji, sterowanie RGB itd.

Wszystkie urządzenia obsługowe, niezależnie od ich ilości, połączone są przewodem magistralnym.

Przewody zasilające służą wyłącznie do zasilania i nie pełnią funkcji sterowniczych. Cała informacja jest przekazywana przewodem systemowym. Dzięki temu w każdym miejscu obsługowym z doprowadzonym przewodem magistralnym KNX wystarcza jedna puszka osprzętowa, w której można zainstalować dowolnie programowalne urządzenie spełniające od jednej do nawet ponad 100 funkcji. A zmiana ilości klawiszy przycisków lub przeznaczenia nie wymaga wykonywania prac instalacyjnych. Wystarczy przeprogramowanie lub wymiana urządzenia, np. zamiana czteroklawiszowego przycisku na dotykowy wyświetlacz. Urządzenia wykonawcze sterujące przyłączonymi urządzeniami, zwykle, montuje się w rozdzielnicach na znormalizowanych szynach montażowych ZSM. Wtedy zasilanie jest prowadzone bezpośrednio z rozdzielnic

do odbiornika. Rzadziej stosowane jest rozwiązanie, w którym urządzenia wykonawcze są instalowane w puszkach rozgałęźnych lub w obudowach urządzeń (np. w oprawkach lamp, kasetach napędów żaluzyjnych) (rys. 1-5). W takich instalacjach przewody zasilające prowadzi się podobnie jak w instalacji tradycyjnej (od puszki do puszki). Ale do każdego miejsca, w którym znajduje się urządzenie KNX musi być dodatkowo doprowadzony przewód KNX. Ze względu na to, że w takich miejscach będą dwie różne instalacje (230 VAC i KNX SELV), konieczne jest stosowanie przegród.

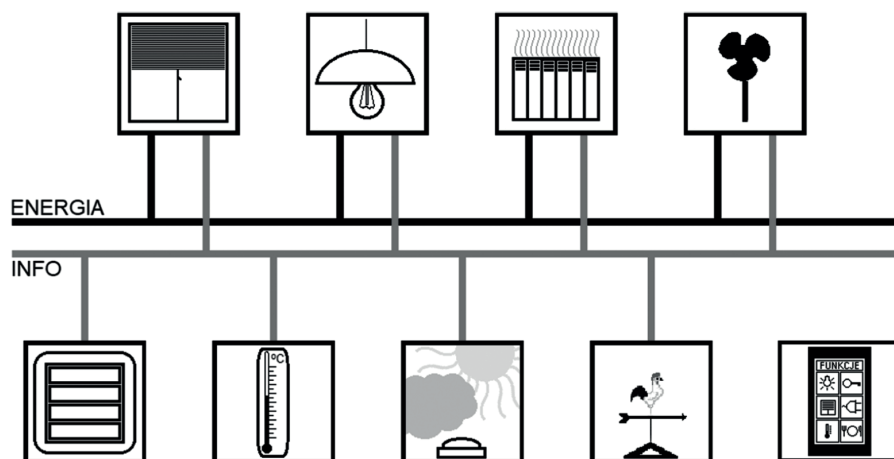
### 1.2.2. Urządzenia

Urządzenia wykorzystywane w instalacji KNX zasadniczo różnią się od urządzeń stosowanych w tradycyjnych instalacjach. W każdej instalacji są używane urządzenia wyspecjalizowane do spełnienia konkretnych funkcji. W instalacji oświetleniowej wyłączniki, przełączniki, ściemniacze. Do sterowania żaluzjami przełączniki

żaluzjowe (monostabilne lub bistabilne), a do ogrzewania termostaty. Podobnie w innych instalacjach. W KNX często są urządzenia wielofunkcyjne. One także są wyspecjalizowane pod względem pełnionej funkcji, jednak główny podział zależy od spełnianej przez nie roli. Do najważniejszych dwóch grup należą urządzenia obsługowe (odpowiedniki łączników i sterowników w instalacji tradycyjnej) oraz wykonawcze. Niskonapięciowe urządzenia obsługowe mogą służyć, w zależności od zaprogramowania, do sterowania dowolnymi funkcjami, które w trakcie eksploatacji mogą być dowolnie przeprogramowywane. Typowy przycisk KNX jest wyposażony w 1 do 6 klawiszy, czyli do 12 przycisków, gdyż każda końcówka klawisza może pełnić rolę niezależnego przycisku. Zazwyczaj też każdy przycisk może służyć, w zależności od wgranego oprogramowania aplikacyjnego, do załączania, ściemniania, uruchamiania rolet, zmiany temperatury, przywołania sceny, wysłania wartości, wzbudzenia alarmu, uruchomienia sekwencji lub wyłączenia

wszystkiego i innych bardziej skomplikowanych funkcji. Do grupy urządzeń obsługowych oprócz czujników przyciskowych należą czujniki ruchu, obecności, wilgotności, temperatury, CO<sub>2</sub>, różnych gazów, otwarcia okien, drzwi, natężenia oświetlenia i wielu innych wartości fizycznych. Wszelkie czujniki (w tym przyciski), reagując na zmiany fizyczne, np. naciśnięcie przycisku czy zmianę temperatury wysyłają zaprogramowaną informację do magistrali. Informacja ta może docierać do wszystkich urządzeń, ale jest interpretowana wyłącznie przez odpowiednio zaprogramowane. Dodatkowo czujniki mogą, oprócz wysyłania, odbierać informacje z magistrali i za pomocą LED sygnalizować stany urządzeń.

Drugą grupą są urządzenia wykonawcze zwane wyrobnikami lub (z języka niemieckiego) aktorami, względnie po angielsku *actuatorami*. Ich główną rolą jest wykonywanie poleceń sterowniczych zawartych w sygnałach wysyłanych przez czujniki. Wyrobniki załączają odbiorniki, regulują natężenie oświetlenia, opuszczają rolety, ustawiają temperaturę, otwierają okna, sterują nawiewem, klimatyzacją. Całym technicznym wyposażeniem domu. Wyrobniki mogą wysyłać informacje zwrotne – meldunki o wykonaniu zadania lub np. o obciążeniu prądowym. Wyrobniki, podobnie jak przyciski mogą realizować różne funkcje. Popularne są wyrobniki, które można wykorzystywać do załączania obwodów lub do sterowania żaluzjami. Albo do



Rys. 1-6. Jeden przewód magistralny łączy w jeden system całe wyposażenie techniczne domu

załączania i ściemniania. Są też wyrobniki pokojowe, które służą do sterowania oświetleniem, żaluzjami i ogrzewaniem.

### 1.3. Zalety

#### 1.3.1. Liczba przewodów

Mądrze zaplanowana instalacja KNX pozwala na redukcję liczby przewodów oraz zastępowania przewodów zasilających o większych przekrojach, cieńszymi przewodami magistralnymi. Długość przewodów zasilających jest zminimalizowana. Wybierana jest najkrótsza trasa od rozdzielni do odbiornika. Wszystkie urządzenia obsługowe są połączone dowolnie rozgałęzioną siecią przewodów magistralnych.

#### 1.3.2. Ekologia

W dobie dynamicznie zwiększającej się świadomości ekologicznej bardzo

ważne staje się ograniczanie zużycia energii. Dzięki wzajemnej komunikacji między całym technicznym wyposażeniem budynku możliwe jest niemal całkowite uniknięcie strat. Dzieje się tak dzięki monitorowaniu stanu okien i drzwi, wykorzystywaniu darmowej energii oraz zużywaniu energii tylko tam, gdzie jest bezwzględnie potrzebna. W pomieszczeniach nieużywanych odbiorniki są samoczynnie wyłączane. W bilansie grzewczym uwzględniane są uzyski z wszelkich źródeł ciepła, jak np. lodówki czy telewizory lub komputery.

#### 1.3.3. Bezpieczeństwo

Analizowanie danych z czujek, kontaktów, czujników gazów itp. pozwala na precyzyjne zabezpieczenie domu przed intruzami i skutkami awarii technicznych. W zależności od potrzeb

instalacja podejmuje decyzje o przewieźtrzeniu domu, wysłaniu powiadomienia o zagrożeniu, cichym alarmowaniu a także działaniach odstraszających, np. załączania światła w domu i wokół niego. Dane z monitoringu współpracującego z KNX mogą być w sytuacji koniecznej wysyłane pod wskazany adres. Często też wykorzystywana jest symulacja obecności, gdy domowników w nim nie ma.

Zmniejszenie długości tras przewodów, wyeliminowanie miejsc połączeń (puszek rozgałęźnych) ogranicza prawdopodobieństwo występowania awarii i przegrzewania na połączeniach, dzięki czemu zwiększa się bezpieczeństwo pożarowe. Jednocześnie instalacja magistralna jest niskoprądowa – więc układanych jest mniej kabli, które mogą stwarzać zagrożenie porażeniem prądem.

Stała analiza parametrów fizycznych, m.in. temperatury, zadymienia czy przecieku zapewnia szybką reakcję w przypadku nieprzewidzianych zdarzeń. Mogą to być powiadomienia, zamknięcie dopływu wody czy gazu, uruchomienie alarmu.

### 1.3.4. Komfort

Wygoda jest zapewniona dzięki szerokim możliwościom obsługi manualnej oraz automatycznej. A także wykorzystywaniu kompleksowego sterowania, np. za pośrednictwem z tzw. scen (tj. z wyreżyserowanych stanów różnych instalacji obejmujących jakąś część budynku, np. wszystkie urządzenia znajdujące się w danym pomieszczeniu), sekwencji (ciągu następujących po sobie zdarzeń w następstwie czasowym lub też uzależnionym od spełnienia dodatkowych warunków). W ramach sceny można jednym sygnałem załączyć lub ściemnić dowolną ilość lamp, opuścić do pożądanego pozycji żaluzje, rolety, ustawić temperaturę, a także uruchomić dowolny sprzęt audio – wideo. Można też wyzwać sekwencje następujących automatycznie po sobie różnych zdarzeń. Dzięki wykorzystaniu funkcji logicznych przejście do kolejnego kroku w danej sekwencji może być zależne od spełnienia dodatkowych warunków. Wyposażenie domu może być obsługiwane za pomocą przycisków, czujek, smartfonów, tabletów i komputerów. Z miejsca ich zamontowania, z kanapy w domu czy łóżka w ogrodzie lub dowolnego

miejsca na świecie znajdującego się w zasięgu internetu lub telefonii.

### 1.3.5. Prestiż

Głównie dostrzegany przez firmy wyposażające biurowce. Wyższej klasy obiekt musi być wyposażony w automatykę budynkową. KNX jest synonimem wysokiej klasy i dbałości o komfort użytkowników i środowisko naturalne. Także w domach prywatnych inteligentny system magistralny zarządzania całym domem świadczy o możliwościach właściciela. Instalacja pod względem funkcjonalności i stylistyki powinna być na podobnym poziomie jak wyposażenie samochodu, w którym spędza się znacznie mniej czasu niż w domu. Powinna być też dostosowana poziomem do posiadanego sprzętu audio wideo, aby nie stanowić dysonansu.

### 1.3.6. Estetyka

Oprócz stylistyki urządzeń obsługowych istotna jest też ich wielkość. Zastosowanie KNX całkowicie eliminuje konieczność instalowania obok siebie wielu wyłączników czy przycisków. Niemal zawsze wystarcza jedno urządzenie, aby zapewnić realizację wszystkich potrzebnych funkcji. Ponadto instalacja nie wymaga montażu szpecących wnętrze puszek rozgałęźnych.

### 1.3.7. Oszczędność czasu

Korzystanie z funkcji logicznych (np. jeśli wystąpił sygnał z czujnika ruchu, to zostanie załączony wskazany obwód, pod warunkiem, że jest ciemno na dworze) i sterowania w zależności od czasu pozwala zaoszczędzić czas na wykonywanie niektórych powtarzalnych czynności. Użytkownik takiej instalacji nie musi pamiętać o pewnych rzeczach ani ich monitorować.

### 1.4. Integracja

Cechą charakterystyczną instalacji magistralnej KNX jest możliwość przesyłania z dowolnego miejsca do dowolnego miejsca każdej informacji, gdyż wszystkie urządzenia są połączone jedną magistralą (rys. 1-6). Dzięki temu możliwe jest ograniczenie liczby urządzeń, takich jak np. zegary sterownicze. Wystarczy jeden, gdyż sygnał z niego może dotrzeć do każdego elementu wykonawczego. Także alarmowe załączenie dowolnie

dużej liczby urządzeń może być inicjowane z każdego miejsca instalacji, wystarczy wysłać odpowiedni komunikat. Wyłączenie wszystkich odbiorników w domu (bez wyłączania zasilania) może następować samoczynnie wraz z uzbrojeniem alarmu lub zamknięciem zasuwy. A czujki ruchu i obecności mogą pełnić funkcję wyłączników w okresie aktywności użytkowników i czujek alarmowych, gdy nikogo nie ma w domu.

W instalacji tradycyjnej każde urządzenie sterownicze względnie obsługowe jest elementem obwodu elektrycznego i przepływa przez nie cały prąd dostarczany do odbiornika. W instalacji magistralnej prąd roboczy dopływa do odbiorników wyłącznie za pośrednictwem urządzeń wykonawczych, tzw. wyrobników lub aktorów. Zwykle są one montowane w rozdzielnicach lub w obudowach niektórych odbiorników, np. w kasetach napędów żaluzjowych. Natomiast urządzenia obsługowe służą wyłącznie do wymiany (wysyłania i odbierania) informacji. Są bezpieczne dla użytkowników z uwagi na niskie napięcie znamionowe 24 VDC oraz praktyczny brak promieniowania elektromagnetycznego. Dzięki takiemu rozwiązaniu pole elektromagnetyczne docierające do człowieka jest ograniczone do minimum. Jest znacznie mniejsze niż w przypadku tradycyjnych rozwiązań.

### 1.5. Media transmisyjne

W tradycyjnej instalacji do sterowania i zasilania są używane przewody miedziane (czasem jeszcze aluminiowe). Natomiast w instalacji magistralnej KNX są wykorzystywane cztery różne media do przesyłania informacji (tab. 1.1).

#### 1.5.1. Magistralny przewód miedziany

Podstawowym medium jest para miedzianych żył o przekroju 0,8 mm. Zwykle używany jest drut, ale nie ma przeciwwskazań do wykorzystania linek. Jest to dwuparowa ekranowana skrętka telekomunikacyjna o średnicy żył 0,8 mm.

Zaleca się wykorzystywać tylko przewody certyfikowane przez KNX. Na przykład J Y(St) Y 2×2×0,8 lub YCM 2×1×0,8. W praktyce wykorzystywane są także inne przewody o takiej samej charakterystyce, np. YTKSYekw 2×2×0,8. Przewody magistralne spełniają warunki SELV, nie mogą być więc uziemiane. Do

Tabela 1.1. Media transmisyjne KNX

Medium	Ośrodek transmisji	Zalecany zakres zastosowań
TP (Twisted Pair)	Oddzielna para przewodów	Nowe obiekty oraz poddawane większym remontom. Ten typ instalacji oferuje największą niezawodność.
RF (Radio Frequency)	Transmisja radiowa	W miejscach, w których nie można ułożyć przewodów magistralnych i w przypadku rozbudowy instalacji. Nakładka w starych, np. zabytkowych obiektach.
IP (Ethernet)	Ethernet	W dużych instalacjach do tworzenia instalacji szkieletowych.
PL (Power Line)	Przewody zasilające	W miejscach, w których nie ma możliwości dołożenia przewodu magistralnego, ale istnieje sieć przewodów zasilających. Obecnie stosowane wyjątkowo rzadko.

reklama

Tabela 1.2. Parametry przewodu magistralnego KNX

Lp.	Parametr	Wielkość
1.	Średnica żył	0,8 do 1,0
2.	Materiał przewodu	Miedź
3.	Rodzaj przewodu	Linka, drut
4.	Izolacja	Podwójna, konieczna izolacja zewnętrzna
5.	Krotność żył	Jedna para skręcona Dwie skręcone pary Cztery skręcone żyły
6.	Gęstość splotów	min. 5/m
7.	Ekranowanie	konieczne na całej długości, konieczna żyła pomocnicza min. 0,4 mm
8.	Pojemność przewod/przewód	maks. 100 nF/km (800 Hz, 20°C)
9.	Tłumienie przesłuchu	1 kHz >80 dB 10 kHz > 70 dB 100 kHz >60 dB
10.	Wytrzymałość mechaniczna	min. 100 N
11.	Rezystancja izolacji	100 MΩ/km przy 20°C 0,011 MΩ/km przy 70°C
12.	Napięcie probiercze żyła/żyła	800 V
13.	Napięcie probiercze otoczenie/żyła	2500 V
14.	System zapewnienia jakości	ISO 9002

przekazywania informacji oraz zasilania urządzeń wykorzystuje się czerwono-czarną parę. Para biało-żółta stanowiąca rezerwę jest często wykorzystywana do dodatkowego zasilania (SELV) niektórych urządzeń KNX. Znamionowe napięcie magistrali wynosi 24 V DC. Jednak prawidłowa praca zapewniona przy napięci w granicach 21 do 32 V. Przy spadku poniżej 18 V następuje reset magistrali. Przewód magistralny może być dowolnie rozgałęziany w puszkach rozgałęznych (bardzo rzadko) lub na urządzeniach, za pomocą złączek przyłączeniowo rozgałęznych.

Podstawowe parametry certyfikowanego przewodu magistralnego są podane w tabeli 1.2.

### 1.5.2. Transmisja radiowa

Instalacja radiowa KNX RF wykorzystuje całą otaczającą przestrzeń jako medium służące do transmisji sygnałów magistralnych. Urządzenia radiowe emitują sygnały w paśmie 868 MHz. Podstawowym medium jest powietrze i dla powietrza są podawane podstawowe parametry, a przede wszystkim zasięg. W otwartej przestrzeni wynosi on ok. 100 m. Jednak sygnał radiowy jest narażony na tłumienie przy przechodzeniu przez ośrodki o większej gęstości. Przykładowo ceglana ściana o grubości 30 cm powoduje ok. 30% tłumienie. Poza tłumieniem występują inne zjawiska, które wpływają na propagację. Na drodze przesyłu fale radiowe napotykają przeszkody, od

których się odbijają. W takiej sytuacji na podstawowy sygnał nakładają się odbicia i występuje interferencja. Z zależności od tego, czy obydwa sygnały, nakładając się są zgodne w fazie, czy przeciwnie, sygnał ulega wzmocnieniu lub osłabieniu. Oprócz tego zawsze należy pamiętać o tym, że duże elementy metalowe są ekranami dla fal radiowych. Do urządzeń znajdującego się w „cieniu radiowym” sygnały mogą w ogóle nie docierać. Aby dało się drogą radiową przesyłać sygnały, konieczne jest ich kodowanie. Na pasmo nośne nakładana jest informacja. Do przesyłania sygnałów wykorzystywana może być modulacja amplitudowa, fazowa lub częstotliwościowa. W przypadku sygnałów cyfrowych może to być kluczkowanie amplitudowe, fazowe lub częstotliwościowe. Urządzenia KNX RF korzystają z kluczkowania częstotliwościowego FSK (Frequency Shift Keying). Informacje są transmitowane w kodzie Manchester z prędkością 16 384 bity na sekundę. Wykorzystywana częstotliwość znajduje się w paśmie ISM (Industrial-Scientific-Medical), dzięki czemu nie jest wymagane uzyskiwanie pozwoleń. Maksymalna moc nadawania jest ograniczona do 25 mW. Komunikacja radiowa znajduje zastosowanie w przypadku rozbudowy czy uzupełniania instalacji (np. dodatkowy przycisk instalowany po wykończeniu ścian) oraz tam, gdzie nie da się doprowadzić przewodów. Na przykład na szklanych ścianach, elementach ruchomych (drzwiach, meblach). Szczególnymi miejscami wyposażanymi w urządzenia radiowe są pomieszczenia kubaturowe oraz obiekty zabytkowe. W wielkich pomieszczeniach dobrze rozchodzą się fale radiowe, a prowadzenie przewodów byłoby kosztowne. Zaletą urządzeń radiowych w chronionych obiektach jest brak ingerencji w substancję zabytkową.

### 1.5.3. Ethernet

Sieć KNX IP jest zwykłą siecią komputerową, w której jako medium służy najczęściej tzw. skrętka komputerowa UTP lub FTP, w zależności od sieci. Możliwa jest też komunikacja bezprzewodowa WIFI, wtedy otaczająca materia jest wykorzystywana jako medium transmisyjne. Sygnały do i z urządzeń KNX TP są przesyłane do sieci Ethernet za pośrednictwem złącz KNX TP/KNX IP,

tj. routerów. Wykorzystywany jest standard 10/100BaseT. Głównym zakresem zastosowań KNX IP jest łączenie pojedynczych linii lub instalacji w większe współpracujące ze sobą układy. Także w celu wspólnego zarządzania i administrowania wieloma oddalonymi od siebie obiektami.

Sieć komputerowa w KNX najczęściej jest wykorzystywana do łączenia ze sobą w jeden organizm dużych lub rozległych sieci. Najczęściej składających się z oddzielnych budynków wyposażonych w instalację KNX TP.

### 1.5.4. Przewody zasilające

W instalacji KNX PL do transmisji danych są wykorzystywane istniejące w obiekcie przewody elektryczne. Informacje przekazywane za pośrednictwem wyższej częstotliwości – 110 kHz. Dokładniej za pomocą sygnałów o częstotliwości 105,6 kHz do przesłania bitu „0” i 115,2 kHz do przesłania „1”. Prędkość transmisji 1200 bitów na sekundę. Instalacja KNX PL musi, poza urządzeniami KNX, zawierać na wejściu filtry środkowoprzepustowe, które zabezpieczają zewnętrzną sieć elektryczną przed przenikaniem sygnałów wyższej częstotliwości do innych odbiorców. Filtry te chronią również Power Line przed zakłóceniami zewnętrznymi, które mogą być odczytywane jako sygnały bądź zakłócać odczytywanie telegramów magistralnych. Innym zagrożeniem jest wzajemna indukcja przewodów ułożonych obok siebie. Bez wymiany przewodów w pionach, względnie ich ekranowania nie da się takiej sytuacji uniknąć. Instalacje KNX PL mogą być wyposażane w złącza medialne KNX PL/KNX TP.

W przypadku PL używano się istniejących przewodów zasilających. Instalacje takie musiały być oddzielane od reszty sieci za pomocą filtrów środkowoprzepustowych. A każde urządzenie musiało dodatkowo posiadać odbiornik odczytujący informacje przekazywane za pomocą wyższych harmonicznych.

### 1.5.5. Zasilanie

Do zasilania odbiorników (napięciem 230 V AC lub innym, np. 12 VDC) stosuje się dokładnie takie same przewody, zarówno w instalacji tradycyjnej, jak też magistralnej. Mogą być one wykorzystywane do transmisji informacji wyłącznie

w instalacji KNX-PL. We wszystkich innych służą wyłącznie do zasilania technicznego wyposażenia obiektu. I ewentualnie do dodatkowego zasilania niektórych urządzeń KNX. Jedyną różnicą jest to, że w instalacji magistralnej przewody te są prowadzone z zabezpieczeń do wyrobników (urządzeń wykonawczych), a następnie z wyrobników, tj. urządzeń wykonawczych, znajdujących się w rozdzielnicach bezpośrednio do odbiorników. Bez rozgałęzień i puszek. Choć istnieje możliwość użycia wyrobników montowanych w puszkach podtynkowych lub w oprawach lamp czy kasetach żaluzji. Wtedy do każdego z nich doprowadza się zasilanie oraz przewód magistralny. Jest to jednak rozwiązaniem rzadko stosowanym ze względu na wyższe koszty instalacji.

### 1.6. Obszar zastosowania KNX

KNX jest systemem do zarządzania całym technicznym wyposażeniem budynku. Dzięki odpowiedniej komunikacji za pośrednictwem magistrali KNX, sieci komputerowych i fal radiowych są przesyłane informacje pomiędzy dowolnymi urządzeniami. Każde zainstalowane urządzenie wysyła informacje za pośrednictwem wspomnianych mediów KNX, dzięki czemu są one dostępne dla wszystkich przyłączonych do systemu aparatów, niezależnie od ich przeznaczenia. Także dla osób administrujących i korzystających z budynku. Jednolity system przesyłania danych (rozkazów, sterowniczych, meldunków o stanach, danych pomiarowych itp.), dzięki dwukierunkowej łączności, integruje w jeden organizm wszystkie instalacje wraz z ich wyposażeniem znajdujące się w danym obiekcie lub ich kompleksie. Zakres działania jest zawsze dostosowywany do indywidualnych potrzeb, oczekiwań inwestorów.

System KNX jest uniwersalny. Jest wykorzystywany do zarządzania, zarówno w niewielkich obiektach, jak mieszkania, gabinety lekarskie czy warsztaty, jak również w wielkich biurach, hotelach czy obiektach przemysłowych. A także w ich kompleksach. Niezależnie od miejsca ich znajdowania się (dzięki wykorzystaniu internetu do komunikacji). KNX jest przeznaczony do sterowania i kontroli wszelkich obiektów budowlanych niezależnie od ich

przeznaczenia i wielkości. Ze względu na swoją elastyczność i praktyczny brak ograniczeń w zastosowaniu jest także implementowany, w wersji hermetycznej, w obiektach mobilnych, np. na statkach czy jachtach.

Obszarem zastosowania KNX są:

- domy jednorodzinne i rezydencje,
- mieszkania i apartamenty,
- biura,
- punkty i zakłady usługowe,
- gabinety lekarskie i przychodnie lekarskie,
- budynki biurowe i kompleksy biurowców,
- zakłady produkcyjne, fabryki,
- kościoły i sanktuaria,
- magazyny,
- budynki użyteczności publicznej,
- parkingi wielopiętrowe,
- ogrody, place zabaw, parki,
- parkingi, place składowe, drogi dojazdowe,
- obiekty pływające: jachty, statki, domy na wodzie.

Nie ma ograniczeń, aby dowolny budynek wyposażony w instalację elektryczną zarządzać za pośrednictwem magistralnej instalacji KNX.

### 1.7. Zakres zastosowania

Zadaniem magistrali KNX jest całościowe zarządzanie i integracja całym (lub częściowym) technicznym wyposażeniem tworzącym jedną całość. Każde urządzenie elektryczne, niezależnie od sposobu zasilania (z sieci dowolnego napięcia, baterii czy ogniw np. słonecznych) wykorzystujące w swoim działaniu impulsy i sygnały elektryczne może zostać objęte sterowaniem i monitorowaniem za pomocą instalacji (przewodowej lub bezprzewodowej) KNX.

Popularność wykorzystywania KNX do sterowania i zarządzania różnymi instalacjami wynika głównie z częstotliwości ich występowania w budynkach. Ważnym czynnikiem jest też oszczędzane zużycie energii i wygoda eksploatacji.

KNX obejmuje swoim działaniem:

- sterowanie wszelkimi rodzajami oświetlenia,
- sterowanie napędami żaluzji, rolet, markiz, bram, szlabanów, klap oddymiających, okien,
- sterowanie każdym ogrzewaniem:

cieczowym, nawiewnym, elektrycznym, konwekcyjnym, podłogowym,

- sterowanie klimatyzacją, niezależnie od wykorzystywanych czynników i rozwiązań,
- sterowanie wentylacją mechaniczną i grawitacyjną oraz szybkim przewietrzaniem w przypadku zagrożeń,
- kontrolowanie i utrzymywanie jakości powietrza we wnętrzach (także z uwzględnieniem jakości powietrza zewnętrznego),
- sterowanie zużyciem energii, we wszystkich formach jej dostarczenia,
- raportowanie stanów zainstalowanych urządzeń,
- wizualizacja technicznego wyposażenia budynku,
- automatyczna symulacja obecności,
- zarządzanie sprzętem gospodarstwa domowego,
- kontrola dostępu,
- monitorowanie działania każdej znajdującej się w budynku instalacji,
- alarmowanie w przypadku nieprawidłowego działania rozmaitych urządzeń, np. pomp, wymienników, napędów,
- wzbudzanie wraz z powiadomianiem alarmów technicznych w przypadku przekroczenia zadanych parametrów w dowolnej instalacji lub urządzeniu,
- samoczynne zapobieganie stratom w przypadku awarii, np. dzięki zamykaniu zaworów po wykryciu przecieku, opuszczaniu żaluzji po rozbiciu szyby,
- sterowania systemami nagłośnienia,
- sterowanie urządzeniami audio i wideo,
- kontrolowanie stanu technicznego urządzeń i instalacji,
- monitorowanie pogody i jej prognozowanie,
- sterowanie nawadnianiem i nawożeniem ogrodów.

System magistralny KNX może zastępować wiele instalacji i automatyk. Najczęściej jednak współpracuje z wyspecjalizowanymi instalacjami różnych rodzajów oraz automatykami stanowiącymi wyposażenie jakichś urządzeń, integrując je wszystkie w jeden organizm, zarządzany wspólnie.

Sterowanie za pośrednictwem KNX może dotyczyć całych obiektów lub ich części. Na przykład w przypadku biur do wynajęcia z całego systemu wydziela się

niektóre funkcje dotyczące powierzchni wykorzystywanej przez jednego użytkownika, tak aby sam mógł zarządzać terenem, którym dysponuje. W przypadku zmian zwiększa się lub ogranicza zakres, którym zarządza dana firma.

Istotną rolą KNX jest funkcjonowanie w zakresie redukcji zużycia energii. Za pomocą czujek ruchu i obecności oraz przycisków obecności eliminuje się marnowanie energii tam, gdzie nie jest ona potrzebna. W opuszczonych pomieszczeniach zbędne instalacje są wyłączane, a parametry, np. temperatury, obniżane.

Także w zakresie komfortu instalacja magistralna spełnia swoją rolę. Nie tylko dzięki samoczynnemu działaniu związanemu z rozpoznawaniem obecności i sterowaniu czasowemu, lecz także wykorzystywanie scen zapewnia błyskawiczne dostosowanie pomieszczeń do indywidualnych preferencji stałych użytkowników. Jednym sygnałem wysłanym z przycisku czy smartfonu przywołuje się pożądane parametry: natężenie oświetlenia, temperaturę, wilgotność, stan zasłon czy położenie elektrycznie sterowanych biurek.

Ważnym zakresem jest zapewnienie i/lub zwiększanie bezpieczeństwa. Zarówno pod względem ingerencji ludzkiej, jak też zapobiegania zagrożeniom i ich skutkom powodowanym przez awarie techniczne. Ciągła kontrola parametrów pracy instalacji znajdujących się w budynku w połączeniu z kontrolą wilgotności, przecieku, stężenia gazów lub pojawiania się niebezpiecznych czynników pozwala na szybkie wykrywanie zagrożeń. A w przypadku awarii, np. pęknięcia rury natychmiastowe zamykanie dopływu, a gdy taka potrzeba to także wentylowanie pomieszczenia. Administrator budynku jest powiadamiany specjalnymi komunikatami o przekroczeniu nastawionych parametrów w sposób umożliwiający szybką ocenę, czy jest to tylko niewielkie przekroczenie, czy zagrażające awarii, czy już sama awaria. W tej ostatniej sytuacji zostaje wywołany alarm techniczny. Innym działaniem w zakresie bezpieczeństwa jest integracja współpracy systemów alarmowych, monitoringu, kontroli dostępu, kontroli obecności z informacjami z KNX. Bowiem każda zmiana parametrów fizycznych panujących w przestrzeni niewyposażonej w system alarmowy lub

załączenie czegoś w takiej strefie może zostać zinterpretowane jak sygnał czyjejś obecności. A reakcją na takie zdarzenie, oprócz powiadomienia ochrony, może być załączenie w tej przestrzeni pełnego oświetlenia.

Szczególnym zakresem wykorzystania KNX jest zarządzanie multimediami. Od sterowania projektorem w sali konferencyjnej (jednej lub wielu jednocześnie) do nagłaśniania całego budynku, włącznie z nadawaniem komunikatów głosowych.

Zakres instalacji magistralnej KNX jest znacznie zwiększony dzięki zdalnemu sterowaniu. Zarówno na poziomie pojedynczych pomieszczeń, jak też całych kompleksów budynków. Wykorzystanie urządzeń mobilnych pozwala na obsługę pojedynczych lamp, zasłon czy grzejników, jak też na monitorowanie tego, co się dzieje w domu z dowolnego miejsca na świecie. A zarządcy większymi obiektami mają dostęp do wszystkich informacji, bez względu na to, czy znajdują się w danym obiekcie czy gdzieś indziej.

## 1.8. Rodzaje sterowania

Zwykle KNX kojarzy się ze sterowaniem automatycznym uzupełnionym sterowaniem ręcznym. Sterowanie samoczynne nie zawsze jest najlepszym rozwiązaniem. Dlatego instalacja KNX wykorzystuje sterowanie:

- indywidualne,
- centralne,
- grupowe,
- czasowe,
- sekwencyjne,
- zdalne,
- automatyczne,
- logiczne,
- warunkowe.

Do **obsługi ręcznej** służą wszelkie urządzenia obsługowe. Przyciski, piloty, czujniki, urządzenia mobilne. A także panele dotykowe, tablety i komputery. Wykorzystuje się czujniki przyciskowe, krócej zwane przyciskami, piloty, smartfony i tablety oraz panele dotykowe i komputery. Ręcznie steruje się zarówno pojedynczymi urządzeniami, jak i dowolnie zdefiniowanymi ich grupami.

**Sterowanie centralne** służy do kompleksowego przedstawiania trybów funkcjonowania budynku. Na przykład w domu mieszkalnym jest kilka powtarzających się sytuacji. W cyklu

dobowym: aktywna obecność, pora nocna, stany rolet i zasłon, działanie czujek ruchu. Jednym przyciśnięciem lub o określonej porze dnia, wszystkie urządzenia otrzymują informacje, w jakim trybie mają działać, np. przy opuszczaniu domu wystarczy uzbroić alarm, aby wysłać komunikat powodujący wyłączenie oświetlenia w całym domu (a w strefie wyjściowej po określonym czasie opóźnienia), obniżenie temperatury, wyłączenie zasilania gniazd wtyczkowych. W przypadku opuszczenia domu na dłużej dodatkowo uruchamia się symulacja obecności, zamykają się zawory wodne i gazowe. A w okresie zimowym uruchamia się ochrona przed zamrażaniem.

**Sterowanie grupowe** polega na równoczesnym wysyłaniu poleceń sterowniczych do dowolnej liczby urządzeń. Zarówno w danym pomieszczeniu czy strefie, jak też do indywidualnie wybranych, np. ściemnienie do 70% wszystkich wskazanych kinkietów względnie 30% zasłonięcie od strony południowej.

Podobne jest **sterowanie scenami**. Z tym, że scena zwykle dotyczy konkretnego pomieszczenia. Jednym gestem ustawia się wszystkie instalacje. Ogrzewanie, oświetlenie, wentylację, żaluzje, jak też odtwarzanie muzyki względnie załączenie wybranego programu w telewizorze.

**Sterowanie czasowe** jest doskonałym rozwiązaniem tam, gdzie prowadzona jest regularna eksploatacja, zwłaszcza w biurach i obiektach użyteczności publicznej. O określonych porach zadawana jest jakaś temperatura, oświetlenie wyłącza się lub załącza na określoną wartość (np. w ciągach komunikacyjnych). A po godzinach pracy wszystko się wyłącza lub przechodzi w stan spoczynku.

**Sterowanie sekwencyjne** jest powiązane ze sterowaniem czasowym, warunkowym, manualnym, i scenami. Polega na zaprogramowaniu sekwencji następujących po sobie konkretnych stanów poszczególnych określeń w zależności od czasu (np. pory dnia i dnia tygodnia) oraz spełnienia konkretnych warunków. Może być inicjowane czasowo, ręcznie lub zadziałaniu jednej lub kilku czujek.

**Sterowanie logiczne** jest możliwe dzięki wyposażeniu wielu urządzeń w funkcje logiczne. Rozbudowane sterowanie logiczne wymaga zastosowania

modułów logicznych KNX lub serwerów KNX. Za pomocą bramek logicznych sygnały pochodzące z różnych urządzeń wykonawczych, czujek, przycisków są przetwarzane logicznie a następnie wysyłane jako polecenia sterownicze.

**Sterowanie warunkowe** jest właściwie formą sterowania logicznego. Polega na określeniu warunków, w których ma nastąpić jakieś zdarzenie. Do ich definiowania wykorzystuje się funkcje czasowe, matematyczne i logiczne. A także sygnały inicjowane manualnie.

**Sterowanie matematyczne** jest potrzebne tam, gdzie występuje konieczność przeliczenia wpływających z czujników wartości pomiarowych. Na przykład wyliczenie wartości średniej temperatury w dużych pomieszczeniach i uzależnienie ogrzewania od tej wartości.

**Automatyczne sterowanie** wyręcza człowieka. Samoczynne załączanie się oświetlenia, utrzymywanie temperatury i jakości powietrza w okresach użytkowania pomieszczeń, czy przyjmowanie parametrów domyślnych zapewnia większy komfort.

**Zdalne sterowanie** dotyczy zarówno sterowania miejscowego za pośrednictwem pilotów i urządzeń mobilnych, jak też zarządzania całymi instalacjami z dowolnego miejsca. Za pośrednictwem sieci komputerowych (przewodowych i bezprzewodowych) oraz internetu można z dowolnego miejsca zarządzać magistralą KNX.

## 1.9. Przykłady zastosowania sterowania KNX

Każdy obiekt budowlany jest użytkowany w jakimś rytmie – dobowym, tygodniowym lub innym. Do każdej określonej pory oraz warunków zewnętrznych można przygotować pożądane warunki. Na przykład budynek biurowy. Dzień rozpoczyna się od osiągnięcia zaplanowanych parametrów temperatury i powietrza we wszystkich pomieszczeniach. Z uwzględnieniem prognoz pogody, gdyż w słoneczny zimowy dzień jest mniejsza potrzeba dostarczania ciepła. A w lecie, zanim nastąpi duże nasłonecznienie można przewentylować budynek i zasłonić okna, aby chronić przed przegrzaniem. W razie potrzeby doprowadzany jest do urządzeń grzewczych i klimatyzacyjnych czynnik grzewczy lub chłodzący.



---

Następnie uruchamiają się systemy kontroli dostępu, a czujki ruchu i obecności przezbrają się z alarmowego trybu pracy, na tryb załączania oświetlenia (zmienia się algorytm rozpoznawania ruchu oraz wysyłane sygnały po rozpoznaniu). W okresach minimalnego ruchu zapewnione jest minimalne oświetlenie w strefach komunikacyjnych. A w okresach natężonego ruchu oświetlenie przyjmuje wartości wymagane przepisami. W typowych godzinach pracy uruchamiany jest obieg cwu i odświeżanie powietrza w sanitariatach. Załącza się też napięcie w gniazdach wtyczkowych (zwłaszcza w pomieszczeniach socjalnych). A administrator otrzymuje raport o stanie instalacji i przyłączonych do niej urządzeń.

Na wypadek nietypowych sytuacji przewidziane jest sterowanie ręczne. Nadrzędne nad automatycznym. A w przypadkach szczególnych sterowanie wymuszone. Zwykle zadawane przez administratora i niemożliwe do zmiany w trybie automatycznym ani manualnym.

Podobnie w domu mieszkalnym. W zależności od potrzeb i wymagań użytkowników określa się działanie przycisków, czujników i urządzeń wykonawczych. Każdy przycisk może inicjować jedno zdarzenie, ich ciąg czy scenę. A wbudowane w przycinki różnokolorowe diody mogą sygnalizować stany urządzeń i instalacji. A także alarmować, np. pulsowaniem wszystkich LED.

Wcześniej wspomniane zostały przykłady zastosowania systemu KNX w miejscach, w których powtarzają się te same sytuacje. Do takich miejsc należą sale konferencyjne, restauracje, teatry, kościoły, świetlice w domach kultury itp. Kilka, kilkanaście powtarzających się typowych sytuacji wymagających określonego sposobu oświetlenia, wentylacji, ogrzewania, zasłaniania okien i użycia multimediiów. Dla komfortu użytkownika można zapisać w pamięci kilka scen i potem jednym gestem przywoływać wszystkie ustawienia. Przywoływanie scen może być powiązane z sekwencjami i sterowaniem czasowym. Na przykład w sali konferencyjnej ma być przeprowadzona dyskusja poprzedzona prezentacją, a po zakończeniu poczęstunek. Prezentacje slajdów mogą być przeplatane z wykładami. Administrator może zawczasu wszystko przygotować i zapisać wszystkie przewidywane sytuacje. Najpierw wprowadza do systemu termin/godzinę, o której powietrze w sali powinno być odświeżone i ogrzane, względnie ochłodzone do pożądanej temperatury. Z uwzględnieniem późniejszego nagrzewania sali przez zgromadzonych. System zapewni szybką wymianę powietrza, zanim zaczną zbierać się goście. Kolejne zmiany będą następować na polecenia prowadzącego, który dostanie do dyspozycji bezprzewodowy przycisk, pilot lub tablet ewentualnie smartfon z dostępem do sieci komputerowej lub KNX. Dzięki temu uzyska możliwość wprowadzania szybkich zmian, za pośrednictwem kilku podpisanych przycisków lub ikon. Na przykład: Powitanie, Prezentacja slajdów, Prezentacja eksponatów, Wykład, Dyskusja, Poczęstunek. Każda z tych sytuacji wymaga innych warunków. Przy powitaniu konieczne jest dobre oświetlenie prowadzącego oraz całej sali. Przed pokazem slajdów musi zostać opuszczony ekran oraz załączony projektor. Konieczne jest przyciemnienie. Przygaszenie światła i/lub zasłonięcie okien. Inteligentna instalacja zadba przy tym, aby zmieniające się warunki zewnętrzne nie wpływały na sytuację w sali. Gdy w pochmurny dzień nagle wyjdzie słońce, to

czujniki natężenia oświetlenia natychmiast zareagują na zmianę i opuszczą rolety lub żaluzje. Gdy po przeźroczach ma być omawiany przyniesiony produkt, konieczne jest jego intensywne oświetlenie. Prowadzący spotkanie naciska odpowiednią ikonę i następuje płynna zmiana. Zwijają się ekran, odsłaniają okna, chowa się projektor, załączają się reflektorki oświetlające ekspozycję. Po każdym dotknięciu ikony lub naciśnięciu przycisku jedna scena przechodzi płynnie w drugą. A przez cały czas działają czujniki monitorujące jakość powietrza w pomieszczeniu. Utrzymywana jest stała temperatura i wilgotność. A także to, aby stężenie CO<sub>2</sub> nie przekroczyło zadanej wartości. Wszystko dzieje się automatycznie zgodnie z parametrami wprowadzonymi przy planowaniu scen. Ale, gdy zajdzie taka potrzeba, to administrator, może w każdym momencie, ingerować w stany urządzeń. Może dodatkowo ściemnić lub rozjaśnić lampę lub ich grupę, zmienić temperaturę, uchylić okno, zmienić poziom nagłośnienia.

Innym przykładem zastosowania KNX jest ochrona przed przegrzaniem w lecie i wykorzystywanie ciepła słonecznego do ogrzewania w porach chłodniejszych. Za pośrednictwem stacji pogodowych (pomiar siły i kierunku wiatru, natężenia oświetlenia z czterech stron świata, temperatury, opadów, wilgotności względnej i bezwzględnej oraz promieniowania globalnego) zamontowanych na zewnątrz budynku, czujników temperatury i jakości powietrza wewnątrz oraz sterowania żaluzjami (roletami), ogrzewaniem i klimatyzacją oraz uchylnymi oknami zapewnione jest

najbardziej ekonomiczne pod względem zużycia energii utrzymywanie stabilnych warunków we wnętrzach. W godzinach nocnych system KNX umożliwia grawitacyjną wymianę powietrza w budynku. Zamiast uruchamiania wentylacji mechanicznej wystarczy uchylić okna na dolnych kondygnacjach oraz połączyć, aby nastąpił naturalny przepływ. Ciepłe powietrze z wnętrza zostanie zastąpione chłodniejszym z zewnątrz. W ten sposób zredukuje się także czas pracy klimatyzacji. Serwer KNX porównuje temperaturę wewnętrzną z zewnętrzną, śledzi kierunek i szybkość zmian, wyliczy, uwzględniając typowe zmiany zachodzące w trakcie normalnego użytkowania, moment zamknięcia okien. Jednocześnie, gdy słońce zacznie nagrzewać pomieszczenia, to zanim zostanie osiągnięta pożądana temperatura, opuszczają się żaluzje, aby nie dopuścić do przegrzania. Oczywiście tylko od strony silnego napromieniowania (system, posiadając dane pomiarowe z czterech stron świata wyliczy, które rolety powinny zostać opuszczone i w jakim stopniu).


Administratorzy wykorzystują instalację KNX do monitorowania stanu technicznego budynku. Czujniki przecieku informują, gdzie pojawiła się wilgoć. Czujniki ciśnienia zareagują na nagłe zmiany lub różnice między wskazaniami.

Każdy czujnik, dowolnej wartości fizycznej, może mieć ustalone poziomy zadziałania. Próg, przy którym należy poinformować użytkownika. Próg ostrzeżenia, że wartości mogą stać się niebezpieczne. Wtedy powiadomienia i samoczynnie zapobiega, np. zwiększając wentylację, ograniczając dopływ. Po osiągnięciu progu bezpieczeństwa

włącza alarm. Powiadomianie zdalne, dźwiękowe, wizualne. Na przykład może ogłosić konieczność ewakuacji. Równocześnie podejmuje działania zapobiegające zwiększaniu się zagrożenia. Na przykład zamyka dopływ gazu, wyłącza wybrane obwody elektryczne itd.

Kolejnym sposobem wykorzystywania KNX jest analiza zużycia energii oraz dostarczanych mediów. Wszystkie te czynniki są stale kontrolowane i zapamiętywane. Dane te pozwalają na analizę zużycia w różnych okresach i miejscach, a także porównywanie ich w analogicznych okresach z ubiegłych lat. Umożliwiają również porównywanie sytuacji w pełniących podobną funkcję różnych częściach obiektu. Dane pomiarowe i porównawcze są przekazywane w formie tekstowej, tabelarycznej, wykresów lub specjalnych komunikatów, także graficznych. Dzięki temu możliwa jest optymalizacja zużycia czynników dostarczanych do budynku.

System sterowania magistralnego KNX integruje wszystkie instalacje. Dzięki temu możliwe jest wykorzystanie dowolnej informacji w dowolnym miejscu systemu. Daje to wielką elastyczność zarządzania. Z każdego miejsca i w każdym czasie mogą uzyskać pełne informacje na temat sytuacji w budynku. Co i gdzie jest załączone, gdzie przebywa personel, czy wystąpiły jakieś awarie.

 Fragment pochodzi z książki „Inteligentne instalacje budynkowe KNX. Samouczek”  
Albert Dubrawski, Andrzej Dubrawski  
Wydawnictwo Naukowe PWN SA