

Normy i standardy techniczne instalacji elektroenergetycznych i okablowania strukturalnego stosowane w energetyce ciepłej.

Jakość pracy infrastruktury energetyki ciepłej w znaczącym stopniu uzależniona jest od przepływu informacji niezbędnej do prowadzenia obiektów.

Typowym medium wykorzystywanym na potrzeby komunikacji jest instalacja okablowania strukturalnego. Istotną cechą instalacji jest unifikacja tworzących ją komponentów. Rozwiązania techniczne tworzące instalacje mają charakter otwarty, umożliwiając wykorzystanie różnych technologii teleinformatycznych.

Parametry instalacji okablowania strukturalnego są jednocześnie parametrami warstwy fizycznej ośrodka transmisji informacji i są podane w normach opracowanych min. przez ISO.

Dostępne na rynku standardy instalacji muszą spełniać wymagania obowiązujących norm. Dlatego też ważna jest z inżynierskiego punktu widzenia możliwość dostępu w sposób usystematyzowany do niezbędnych norm regulujących rozwiązania techniczne w zakresie instalacji okablowania strukturalnego.

Wstęp

Instalacja okablowania strukturalnego (IOS) jest jedną z podstawowych instalacji na bazie której tworzone są systemy zarządzania w energetyce. Jest warstwą fizyczną umożliwiającą zbudowanie pozostałych warstw infrastruktury teleinformatycznej obiektu energetycznego. Zbudowana instalacja na bazie norm i dostępnych na rynku standardów wymaga cyklicznej oceny jakości pracy i zarządzania jej zasobami. Dlatego też należy korzystać z narzędzi pozwalających na pełną (nie tylko techniczną) jej ocenę.

Specyfika pracy infrastruktury teleinformatycznej pracującej na potrzeby energetyki (a tym samym energetyki ciepłej) wynika z warunków środowiska pracy i stawianych wymagań. Przyczyny te min. spowodowały, że w praktyce realizuje się oddzielnie infrastrukturę teleinformatyczną na potrzeby procesów technologicznych i administracji.

Wymagania procesów technologicznych wymuszają zastosowania takich rozwiązań, które gwarantują przepływ informacji w czasie rzeczywistym (systemy czasu rzeczywistego, specyficzne protokoły komunikacyjne), odporność na zakłócenia, możliwości rozwiązań redundancyjnych (nadmiarowych) w zakresie przepływu informacji, zarządzanie pracą infrastruktury, szczególnie stanami awaryjnymi, wysoki poziom bezpieczeństwa w zakresie dostępu do zasobów infrastruktury.

Wymagania te wymuszają wysoki poziom min. parametrów technicznych warstwy fizycznej infrastruktury teleinformatycznej. Jest to podstawowa warstwa na bazie której budowane są pozostałe rozwiązania teleinformatyczne. Podstawowym komponentem warstwy fizycznej jest instalacja okablowania strukturalnego (IOS), a możliwości jej zastosowań na potrzeby energetyki (na rzecz procesów technologicznych) omówiono poniżej.

Instalacja okablowania strukturalnego jest to zespół produktów do uniwersalnych systemów transmisji sygnałów niskoprądowych przenoszących: głos, dane, obraz, sygnały sterujące [1]. Instalacja okablowania strukturalnego obejmuje wyłącznie pasywną infrastrukturę teleinformatyczną budynków, przedsiębiorstw, fabryk, procesów technologicznych, instytucji, tj. kable, przyłącza, gniazda, wtyki, adaptory, krosownice, szafy teleinformatyczne, korytka kablowe. Istnieje możliwość rozbudowy sieci i łatwego przeprowadzania zmian w instalacji okablowania [1], [3], [4], [5].

Generalnie można przyjąć, że instalacja okablowania strukturalnego z punktu widzenia organizacyjnego, technicznego czy ekonomicznego winna mieć wymiar [1]:

- Przyszłościowy, tj. pozwalać na wdrażanie nowych technologii teleinformatycznych oraz na rozbudowę okablowania i usług.
- Elastyczny, tj. umożliwiać udostępnienie wszelkich rodzajów aplikacji komunikacyjnych przez jedną sieć dystrybucyjną, czyli przy użyciu tego samego okablowania, pozwalać na przesunięcie dowolnego stanowiska pracy do wybranego miejsca w budynku i zapewnić jego podłączenie do każdego systemu teleinformatycznego.
- Otwarty, tj. być nośnikiem wszystkich typów standardowych aplikacji głosu, danych i obrazu według różnych obowiązujących norm (IEEE, ITU-T, ANSI, ISO) [1], [4].

Zestaw norm technicznych i przykładowe standardy IOS dostępne na rynku podano [1], [4], [6], [7], [13].

Kategorie IOS

Obecne, normy europejskie (EN 50171) i międzynarodowe (ISO 11801) opisujące parametry IOS okablowania strukturalne precyzują osiem kategorii (od 1 do 8) lub osiem klas (od A do G) czyli do maksymalnej częstotliwości pracy instalacji 1,4 GHz (klasa G). Normy te odnoszą się do wszystkich komponentów IOS [1], [3],[4], [6], [9].

Poniżej zestawiono z godnie z normami kategorie IOS (trzy pierwsze praktycznie są niewykorzystywane).

- Kategoria 3 (klasa C) – okablowanie przenosi sygnały o częstotliwościach do 16 MHz (są to kable telekomunikacyjne wieloparowe)
- Kategoria 5 (klasa D) – okablowanie przenosi sygnały o częstotliwościach do 100 MHz
- Kategoria 5e (klasa D+) – okablowanie przenosi sygnały o częstotliwościach do 125 MHz
- Kategoria 6 (klasa E) – okablowanie przenosi sygnały o częstotliwościach do 200/250 MHz (praca/test)
- Kategoria 7 (klasa F) – okablowanie przenosi sygnały o częstotliwościach do 600 MHz
- Kategoria 8 (klasa G) – okablowanie przenosi sygnały o częstotliwościach do 1200 MHz (1,4 GHz)

Typowym medium IOS jest miedziany kabel wieloparowy lub kabel światłowodowy. Parametry, kategorie (klasy), standard wykonania komponentów instalacji podano w [1], [3], [4], [6], [7], [8]. [9]. W Tablicy 1. zestawiono nazwy produkowanych kabli miedzianych wieloparowych z ich kategorią [9].

Tablica 1. Kable miedziane wieloparowe [9]

STARA NAZWA	NOWA NAZWA	KATEGORIA KABLA	OPIS
UTP	U/UTP*	5; 5e; 6	Konstrukcja czteroparowa umieszczona we wspólnej izolacji
FTP; STP	F/UTP*	5; 5e; 6	Konstrukcja czteroparowa otoczona ekranem z folii aluminiowej dla wszystkich żył razem
S-FTP; STP	SF/UTP*	5; 5e; 6	Konstrukcja czteroparowa z ekranem wspólnym z folii aluminiowej, plecionki miedzianej oraz dodatkowo umieszczonej na wszystkich żyłach razem folii poliestrowej
S-STP	S/FTP*	6; 7	Konstrukcja czteroparowa – każda para w ekranie z folii aluminiowej, dodatkowo ekran z plecionki miedzianej wokół wszystkich żył razem
*...ekranowanie ogólne... / ...ekranowanie indywidualne...			

Wykorzystanie w IOS kabli miedzianych pozwala na zasilanie energią elektryczną pewnej klasy urządzeń peryferyjnych zgodnie ze standardem IEEE 802.3af.

Zastosowanie kabla wewnątrz lub na zewnątrz budynku uwarunkowane jest przede wszystkim parametrami jego powłoki :

- PVC – polwinitowa
- LSOH – bezhalogenkowa
- LSFR0H – bezhalogenkowa i niepalna
- PE – polietylenowa (kable zewnętrzne)

Poniżej podano rodzaje kabli światłowodowych i dostępne standardy [1]:

- Jednomodowy – średnica włókna 9 μm , stosowany do połączeń w sieciach LAN o długości przekraczającej 500 mb (300 mb dla sieci 10 Gb/s)
- Wielomodowy – średnica włókna 50 μm lub 62.5 μm , stosowany do połączeń od 100 do 500 mb (do 300 mb dla sieci 10 Gb/s dla średnicy włókna 50 μm)
- Włókna w standardzie OM3 pozwalają na zasięg transmisji 10 Gbit/s do 300 m (OM1 i OM2 praktycznie nie wykorzystywane)
- Najnowsze włókna – w standardzie OM4 (50 μm), możliwy zasięg transmisji 10 Gbit/s do 550 m, a 100 Gbit/s do 125 m.

Typy powłok i możliwość zastosowania są analogiczne jak dla kabla miedzianego [1].

IOS jako podstawowa warstwa komunikacji

IOS w ramach infrastruktury teleinformatycznej generalnie tworzy okablowanie poziome, okablowanie pionowe i okablowanie międzybudynkowe [1], [3], [4].

Okablowanie poziome zbudowane jest w kształcie gwiazdy. Elementami podstawowymi do budowy okablowania poziomego są : kable, gniazda typu RJ 45, kable podłączeniowe, przełącznice oraz kable krosujące. Wszystkie kable podłączone do gniazd logicznych systemu okablowania strukturalnego zbiegają się w przełącznicy, gdzie są zakończone blokami lub patch panelami. W szafie przełącznicy umieszczone są również urządzenia aktywne sieci komputerowej, telefonicznej, sterującej, sygnalizacyjnej itp. Taka organizacja pozwala na bardzo elastyczne

zarządzanie infrastrukturą. Każda zmiana konfiguracji sieci dokonywana jest poprzez proste przełączenie kabli krosujących w przełącznicy.

Okablowanie pionowe służy do łączenia przełącznic (z okablowania poziomego) lokalnych z przełącznicą główną (obiektu).

Okablowanie międzyobiektowe realizowane jest w przypadku podłączania do sieci osobnych budynków, konieczne jest wykorzystanie światłowodów oraz kabli wieloparowych przeznaczonych do instalacji zewnętrznych. Funkcje spełniane przez te elementy są identyczne jak ich odpowiedników występujących w okablowaniu pionowym.

Zorganizowana warstwa fizyczna nie daje możliwości przesyłania informacji w ramach tej infrastruktury. Istnieje konieczność zastosowania określonych standardów [13] (w zakresie potrzeb), które stworzą warstwę logiczną (protokoły, identyfikacja – adresowanie, itp.), pozwalającą na wymianę informacji. W Tabelicy 2. zestawiono kategorie (klasy) IOS ze standardami tworzącymi warstwę logiczną infrastruktury [9]. Ważną informacją wyszczególnioną w opisie standardu (pierwsza wartość) jest podanie przepustowości (przepływności) Mb/s tak zbudowanej infrastruktury.

Tablica 2. Standardy tworzące warstwę logiczną infrastruktury wg klasy IOS [9].

Kategoria ISO	Kategoria EIA/TIA	OPIS	STANDARD
	1	Przewód przeznaczony do systemów telefonicznych. Nie wykorzystywany do transmisji danych.	
	2	Dwie pary przewodów; maksymalna częstotliwość 4MHz. (modem, głos)	PPP
	3	Konstrukcja przewodu to 4 skręcone ze sobą pary żył. Maksymalna częstotliwość 10MHz	10Base-T
C	4	Konstrukcja przewodu to 4 skręcone ze sobą pary żył. Maksymalna częstotliwość 16MHz	100Base-TX
D	5	Konstrukcja przewodu to 4 skręcone ze sobą pary żył o średnicy 0,5mm. Maksymalna częstotliwość 100MHz	1000Base-T
D+	5e	Konstrukcja przewodu to 4 skręcone ze sobą pary żył o średnicy 0,5mm; ulepszona kategoria 5. Sygnał przesyłany z częstotliwością 125MHz	1000Base-T
E	6	Konstrukcja przewodu to 4 skręcone ze sobą pary żył o średnicy 0,6mm przedzielone specjalną rozetą. Maksymalna częstotliwość 250MHz	1000Base-T
F	7	Konstrukcja podobna do kat.6. Maksymalna częstotliwość 600MHz	1000Base-T

Wpływ niektórych parametrów środowiskowych na jakość pracy IOS

Głównymi czynnikami wpływającymi na jakość pracy IOS (tj. warstwy fizycznej infrastruktury) są zakłócenia elektromagnetyczne, temperatura otoczenia, wilgotność, itp. Wpływ zakłóceń elektromagnetycznych oceniany jest w odniesieniu do wymagań określanych jako zgodność

(kompatybilności) elektromagnetyczna EMC – ElectroMagnetic Compatibility (PN-EN 50082-2, PN-EN 55024). Istotny jest również wpływ wyładowań atmosferycznych (PN-IEC 61312-10). W związku z tym urządzenia, instalacje nie powinny wywoływać w swoim środowisku zaburzeń elektromagnetycznych o wartościach przekraczających odporność na te zaburzenia innego urządzenia występującego w tym środowisku oraz posiadania wymaganej odporności na zaburzenia elektromagnetyczne [10]. W przypadku IOS znaczący i uciążliwy jest wpływ sąsiadujących instalacji elektroenergetycznych. W tablicy 3. Podano minimalne odstępów pomiędzy kablami energetycznymi a okablowaniem strukturalnym [10].

Tablica 3. Minimalne odstępów pomiędzy kablami energetycznymi a okablowaniem strukturalnym [10].

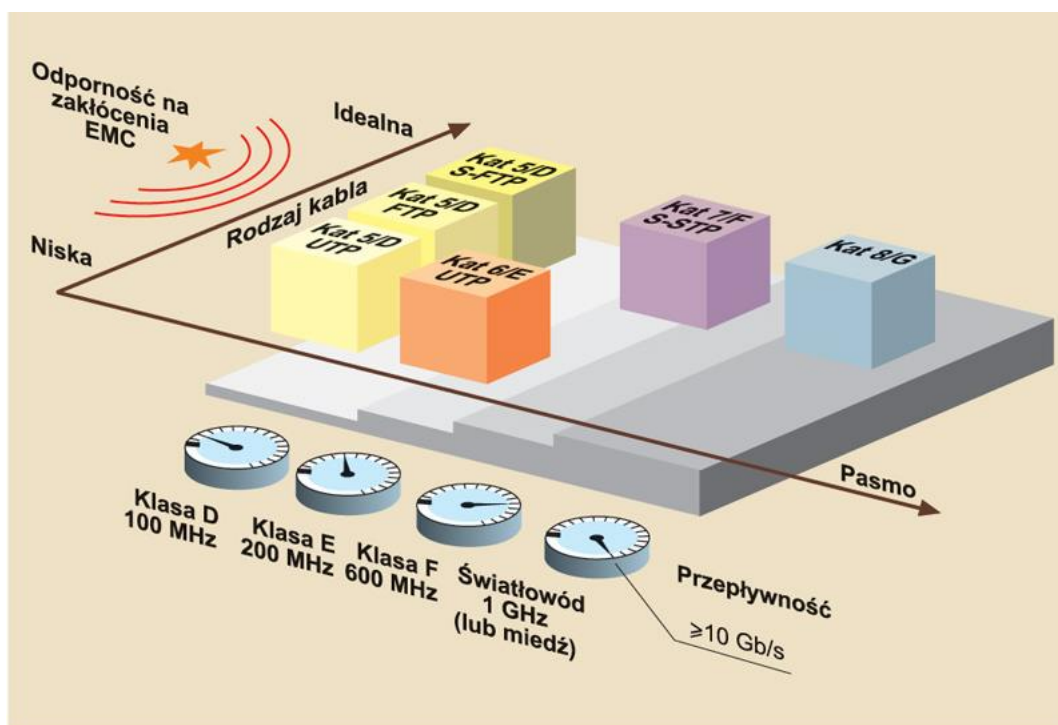
Minimalny odstęp od	< 2 kVA	2 - 5 kVA	> 5 kVA
Kable elektroenergetyczne bez ekranów	125 mm	300 mm	600 mm
Kable energetyczne prowadzone w uziemionych korytkach, rurach, itp.	40 mm	75mm	150 mm

Dodatkowo należy tak rozmieszczać trasy kabli, aby zapewnić ułożenie okablowania strukturalnego w następujących odległościach od układów zakłócających (odstępów minimalne):

- 300 mm - od oświetlenia wysokonapięciowego (świetlówki),
- 1000 mm - od rozdzielni elektrycznych,
- 1000 mm - od transformatorów i silników.

Na Rys.1. pokazano charakter zmian odporności na zakłócenia elektromagnetyczne w funkcji częstotliwości pracy dla poszczególnych kategorii (klas) IOS [3]. Rozwiązania na bazie kabli światłowodowych i najwyższa kategoria okablowania pozwalają osiągnąć wysoki poziom odporności na zakłócenia elektromagnetyczne przy jednocześnie wysokiej przepływności.

Parametry IOS podawane w normach czy kartach technicznych są określone dla temperatury 20°C. Często się zdarza, że okablowanie instalowane jest w szachtach kablowych, przestrzeni ponad sufitem podwieszanym, itp. a więc w miejscach niewentylowanych, gdzie temperatura może znacznie przekraczać 20°C. Nie bez znaczenia jest to dla parametrów transmisyjnych okablowania, a w szczególności tłumienia kabli UTP/ScTP (UTP/ S/FTP). Stąd też w normach podaje się o jaką długość należy skrócić okablowanie poziome, aby tłumienie nie uległo zmianie. W Tablicy 4. podano długość kabla miedzianego (kategoria 6) w wersji UTP i ScTP (UTP/ S/FTP) w zależności od średniej temperatury w miejscu zainstalowania (okablowanie poziome). Jak z tablicy wynika, okablowanie ekranowane jest bardziej odporne na wpływ podwyższonej temperatury niż okablowanie nieekranowane [12].



Rys.1. odporności na zakłócenia elektromagnetyczne w funkcji częstotliwości pracy dla poszczególnych kategorii (klas) IOS [3].

Ważnym zagadnieniem w sferze wpływu środowiska na jakość pracy IOS jest wpływ jego wilgotności. Aktualnie brak jest bliższych informacji, zaznacza się, że wpływ może być znaczący [11].

Na rynku jest dostępnych wiele rozwiązań IOS spełniających wymagania stawiane przez energetykę [7], [8], [12]. Rozwiązania te są wykonane w kontekście specyfiki i potrzeb danego obiektu. Oferta ta obejmuje pełną gamę produktów służących do budowy kompletnej IOS. Rozwiązania te bazują na rozwiązaniach opartych tak o światłowody, jak i o kable wieloparowe.

Inteligentne zarządzanie IOS umożliwia monitorowanie, sterowanie, serwisowanie, szybką reakcję i usunięcie awarii instalacji. Okres gwarancji oferowany przez wykonawców na wykonaną instalację to minimum 20 lat.

Istotnym czynnikiem warunkującym wysoki poziom jakości pracy i ewentualne kierunki modernizacji IOS (pod kątem potrzeb użytkownika) jest cykliczna ocena pracy. Algorytm oraz stosowny arkusz kalkulacyjny umożliwiają ocenę IOS. Informacja ta zawiera ocenę stanu technicznego, organizacyjnego, uwzględnia potrzeby użytkownika oraz pozwala na sprecyzowanie zakresu i skali ewentualnych prac modernizacyjnych instalacji [14].

Normy dotyczące instalacji elektroenergetycznych obiektów budowlanych

Infrastruktura elektroenergetyczna obiektu budowlanego powinna być tworzona według procedur opartych na aktach normatywnych. Budowa instalacji powinna uwzględniać zwłaszcza przepisy dotyczące ochrony przeciwporażeniowej, połączeń wyrównawczych w tym na potrzeby odbiorników instalacji teleinformatycznej oraz stwarzać możliwości do współpracy z źródłami energii odnawialnej małej mocy.

Należy tu wspomnieć o następujących normach: PN-IEC 60364-7-707:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Wymagania dotyczące uzziemienia instalacji urządzeń przetwarzania danych; PN-IEC 60364-7-714:2012 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje oświetlenia zewnętrznego; PN-IEC 60364-4-443:2006 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona

przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi; PN-IEC 60364-4-444:2012 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed zakłóceniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi; PN-HD 60364-4-42:2013 Instalacje elektryczne niskiego napięcia; Część 4-42: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania 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. Oprzewodowanie; PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych; Dobór i montaż elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza; PN-HD 60364-5-534:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia; Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie; Sekcja 534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami; PN-EN 61140:2005/A1:2008 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Wspólne aspekty instalacji i urządzeń; PN-EN 50310:2012 Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym; PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych, część 7 – 712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.

Wnioski

Mając na uwadze specyfikę środowiska pracy, generalnie należy przyjąć że:

- standard IOS winien być jak najwyższy (w tym najwyższa kategoria instalacji). Jest to najkorzystniejsze rozwiązanie w kontekście dalszej rozbudowy infrastruktury teleinformatycznej oraz ograniczenia wpływu zakłóceń na pracę instalacji
- ze względu na wysoki poziom zakłóceń środowiska pracy – np. termiczne, elektromagnetyczne - do budowy instalacji winny być stosowane głównie kable światłowodowe. Wadą jest brak możliwości zasilania urządzeń poprzez IOS, a także wyższe koszty budowy infrastruktury (niż dla kabli miedzianych)
- topologia warstwy fizycznej powinna być łatwa w identyfikacji
- jest możliwość rozwiązań redundancyjnych (nadmiarowych) na potrzeby komunikacji
- jest konieczność zarządzania pracą IOS

Zbudowana IOS na bazie norm i dostępnych na rynku standardów wymaga cyklicznej oceny jakości pracy i zarządzania jej zasobami. Dlatego też należy korzystać z narzędzi pozwalających na pełną (nie tylko techniczną) jej ocenę. Ocena ta winna wskazać także konieczność modernizacji instalacji, jej kierunki i zakres (uwzględniając potrzeby użytkownika).

LITERATURA

- [1] Serweciński Z.: Okablowanie strukturalne budynków. 03.06.2012.
http://www.rayan.inosak.org/v21/okablowanie_strukturalne.pdf
- [2] Program gwarancji systemu okablowania strukturalnego. EmiteNET. Emite sp. z o.o. lipiec 2003 r. <http://www.emite.net.pl>
- [3] http://www.itpedia.pl/index.php/Kategorie_okablowania
- [4] Okablowanie strukturalne Moeller. <http://www.Moeller.pl> <http://www.eaton.com>
- [5] Okablowanie strukturalne LAN, urządzenia aktywne, telefonia IP, CCTV
<http://www.adm.uz.zgora.pl>
- [6] <http://www.pkn.pl>
- [7] <http://www.Rdm.com/pl-pl/>
- [8] <http://www.veracomp.pl/producceni/nogd,molex-premise-networks>

[9][http:// www.zamelcet.com](http://www.zamelcet.com)

[10] [http://www.ochrona.net.pl/pdf/sygnalowe_25_2011.pdf /](http://www.ochrona.net.pl/pdf/sygnalowe_25_2011.pdf/)

[11] nss.et.put.poznan.pl/study/.../okablowanie_strukturalne.../testowanie.htm

[12] [www.molexpn.com.pl/.../NoweNormy-cz1-55e667f3-180a-4ccc-9ea9-5.](http://www.molexpn.com.pl/.../NoweNormy-cz1-55e667f3-180a-4ccc-9ea9-5)

[13] Bielecki S., Lipka J., Palimąka T., Skoczkowski T., Szymczyk J.: Rozwiązania Inteligentnego budynku w rewitalizacji budynków użyteczności publicznej. Elektro-Info Nr 6 czerwiec 2013

[14] Bielecki S., Palimąka T., Skoczkowski T., Szymczyk J.: Sieci transmisji danych we współczesnych budynkach - technologie, bezpieczeństwo, zasilanie elektryczne oraz metoda oceny instalacji okablowania strukturalnego. Wiadomości Elektrotechniczne Nr 09 wrzesień 2013