

## IDŹ DO

PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ



SPIS TREŚCI

## KATALOG KSIĄŻEK

KATALOG ONLINE

ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG

## TWÓJ KOSZYK

DODAJ DO KOSZYKA

## CENNIK I INFORMACJE

ZAMÓW INFORMACJE  
O NOWOŚCIACH

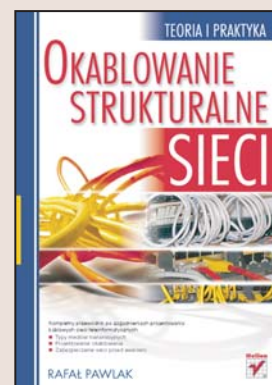
ZAMÓW CENNIK

## CZYTELNIA

FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

# Okablowanie strukturalne sieci. Teoria i praktyka

Autor: Rafał Pawlak  
ISBN: 83-246-0375-1  
Format: B5, stron: 180



Dynamiczny rozwój technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych sprawił, że pojęcie „społeczeństwa informacyjnego” przestało być sloganem, a stało się faktem. Coraz większą wagę przywiązuje się do odpowiedniego zarządzania danymi oraz szybkości przesyłania informacji. Lepsze i skuteczniejsze systemy teleinformatyczne stają się niezbędne, a dbanie o infrastrukturę sieciową jest priorytetem. Odpowiednie zaprojektowanie sieci i jej zbudowanie zgodnie z określonymi procedurami może sprawić, że sieć będzie tak niezawodna, jak będą oczekiwać tego jej użytkownicy.

Książka „Okablowanie strukturalne sieci. Teoria i praktyka” to doskonały przewodnik dla wszystkich, którzy chcą poznać zasady projektowania sieci teleinformatycznych. Opisuje wszystkie zagadnienia, zarówno te, które związane są z naturą sygnału przesyłanego w takich sieciach, jak i te, które przydają się podczas planowania i realizacji projektu sieci. Czytając ją, nauczysz się dobierać odpowiednie miejsce na ułożenie kabli i umiejscowienie urządzeń sieciowych, dowiesz się, jak zabezpieczyć pomieszczenia, w których znajdują się serwery, i jak prowadzić dokumentację projektową.

- Model ISO/OSI
- Rodzaje przewodowych mediów transmisyjnych
- Okablowanie pionowe i poziome
- Instalacja i oznakowanie gniazd
- Organizacja pomieszczenia na serwery
- Odbiór systemu okablowania
- Normy określające jakość okablowania

**Wykonaj profesjonalny projekt instalacji teleinformatycznej**



# Spis treści

Podziękowania .....	5
Prolog .....	7
Wstęp .....	9
<b>Rozdział 1. Charakterystyka i cele tworzenia systemu okablowania .....</b>	<b>11</b>
Podstawa rozważań — model ISO/OSI .....	11
Istota systemu okablowania strukturalnego .....	12
Geneza .....	12
Początki okablowania strukturalnego .....	13
Istota okablowania .....	14
Metoda .....	14
Topologie systemu .....	15
<b>Rozdział 2. Przewodowe media transmisyjne .....</b>	<b>19</b>
Typy sygnału .....	19
Algebra Boole’a .....	21
Kable miedziane .....	22
Kable koncentryczne .....	22
Kable UTP .....	24
Światłowody .....	28
Budowa światłowodu .....	30
Klasyfikacja światłowodów .....	31
Sposoby łączenia włókien .....	34
Złącza światłowodowe (optyczne) .....	35
<b>Rozdział 3. Elementy składowe okablowania strukturalnego .....</b>	<b>39</b>
Okablowanie: poziome, pionowe i międzybudynkowe .....	39
Okablowanie poziome .....	39
Okablowanie pionowe .....	42
Okablowanie międzybudynkowe .....	43
Punkty rozdzielcze .....	43
Nomenklatura polska .....	44
Nazewnictwo angielskojęzyczne .....	45
Dobór pomieszczenia na punkt dystrybucyjny .....	46
Punkt abonencki, sekwencja i polaryzacja .....	47
Punkt abonencki .....	47
Oznakowanie gniazd .....	49
System oznaczników kablowych .....	52
Sekwencja .....	53
Polaryzacja .....	55
Terminowanie .....	56

Elementy pasywne systemu .....	58
Szafy dystrybucyjne .....	58
Ustawianie i konfiguracja „czyste” szafy .....	61
Elementy chłodzące szafę .....	64
Elementy porządkujące przewody w szafie .....	65
Sprzęt pasywny .....	70
Kable krosowe .....	73
Dobór przepustowości w segmencie .....	76
MUTO .....	79
Światłowód prosto do biurka .....	80
Instalacje towarzyszące .....	82
Sieć elektryczna .....	82
Zasilanie awaryjne .....	85
Instalacja telefoniczna .....	86
<b>Rozdział 4. Środowisko pracy centrum danych (data center) .....</b>	<b>87</b>
Definiowanie zagrożeń .....	88
Ochrona przeciwpożarowa .....	90
System klimatyzacyjny .....	92
Chłodzenie i wentylacja szaf .....	93
Elektroniczna kontrola dostępu .....	98
<b>Rozdział 5. Dokumentacja projektowa .....</b>	<b>99</b>
Cele i zadania .....	99
Projekt systemu okablowania strukturalnego (sieci LAN) .....	101
Koszty .....	104
<b>Rozdział 6. Odbiór systemu okablowania .....</b>	<b>107</b>
Sprawdzanie systemu pod względem zgodności z normami .....	108
Procedura sprawdzania światłowodu przed instalacją .....	112
Rozwiązania gwarancyjne .....	113
<b>Rozdział 7. Porady techniczno-instalacyjne .....</b>	<b>115</b>
Ogólne zalecenia instalacyjne oraz ochrona kabli przez czynnikami zewnętrznymi ....	115
Ogólne zalecenia instalacyjne .....	115
Ochrona kabli przed czynnikami zewnętrznymi .....	117
Zasady układania kabli w gruncie .....	118
Sposoby przeciągania kabla przez kanalizację .....	120
Systemy listew i rur do instalacji teleinformatycznych .....	121
Systemy dystrybucji okablowania .....	123
Sprzęt instalatora .....	127
<b>Rozdział 8. Okablowanie strukturalne a normy .....</b>	<b>133</b>
Podstawowe instytucje standaryzujące .....	133
Główne dokumenty legislacyjne .....	135
Podstawowe porównanie norm .....	136
<b>Rozdział 9. Redundancja okablowania pionowego .....</b>	<b>139</b>
Redundancja okablowania kampusowego .....	139
Przykładowe rozwiązanie .....	145
<b>Rozdział 10. Okablowanie strukturalne w pytaniach i odpowiedziach .....</b>	<b>147</b>
<b>Rozdział 11. Zakończenie .....</b>	<b>171</b>
<b>Dodatek A Słowniczek terminów .....</b>	<b>173</b>
<b>Skorowidz .....</b>	<b>179</b>

## Rozdział 3.

# Elementy składowe okablowania strukturalnego

Architektura logiczna systemu okablowania strukturalnego ma w miarę prostą i klarowną strukturę. Każdy logiczny moduł jest reprezentowany przez określoną grupę zintegrowanego ze sobą sprzętu pasywnego. Pełny sukces wdrożonego systemu okablowania kryje się w poprawnym doborze wszystkich elementów. Infrastruktura sieciowa w każdym ze swoich najmniejszych detali musi współgrać ze sobą oraz wspierać się nawzajem. Niedopuszczalna jest sytuacja, w której, któryś z elementów będzie niezgodny z przyjętą formą implementacji fizycznej.

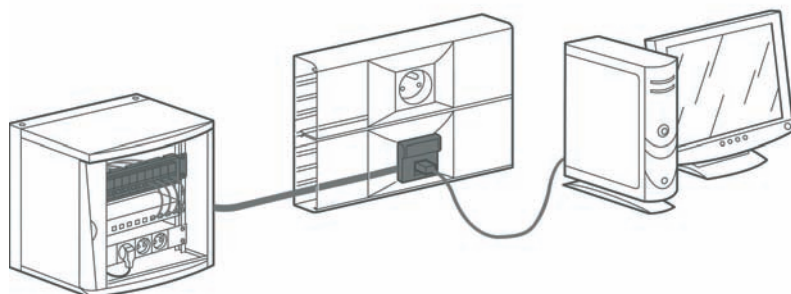
W tym rozdziale przedstawię logiczne moduły systemu okablowania strukturalnego oraz elementy, dzięki którym wykonamy sieć pasywną.

## Okablowanie: poziome, pionowe i międzybudynkowe

### Okablowanie poziome

Okablowaniem poziomym jest ta część systemu, która łączy użytkownika (punkt abonencki) z punktem dystrybucyjnym (lokalnym lub kondygnacyjnym). Tworzy ona największą „pajęczynę” kabli z uwagi na to, że każde gniazdo w punkcie abonenckim posiada własną linię transmisyjną. Tym samym ze wszystkich gniazd poprowadzone są kable, które z drugiej strony zakończone są w panelu krosowym znajdującym się w szafie (rysunek 3.1).

**Rysunek 3.1.**  
Okablowanie poziome  
(LEGRAND)



W skład tego segmentu sieci wchodzi następujące elementy:

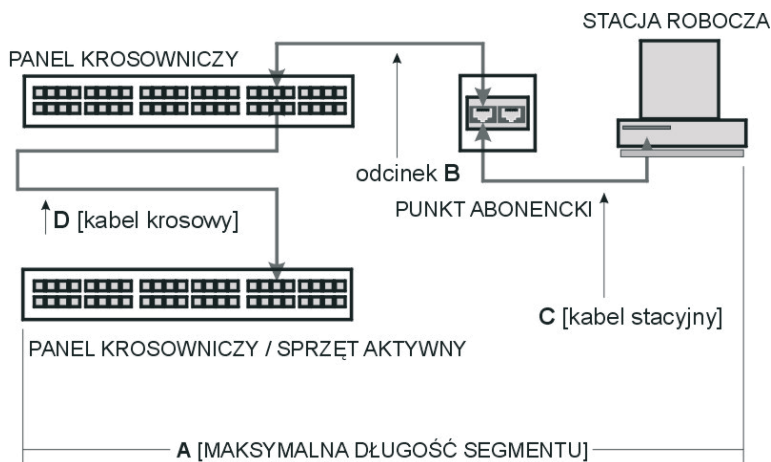
- ◆ Interfejsy użytkownika (gniazda w punktach abonenckich).
- ◆ Kable krosowe, którymi zestawiane są połączenia w szafie. Dokładniej rzecz ujmując, służą one do przydzielenia sygnału do poszczególnych gniazd. Łączą one urządzenia aktywne z panelami krosowymi.
- ◆ Kable relacji gniazdo-terminal (stacyjne).
- ◆ Nośnik sygnału (skrętka UTP/FTP, światłowód).
- ◆ Adaptery — pozwalają na zmianę sekwencji.
- ◆ Baluny — stanowią przejście z kabla koncentrycznego do UTP.

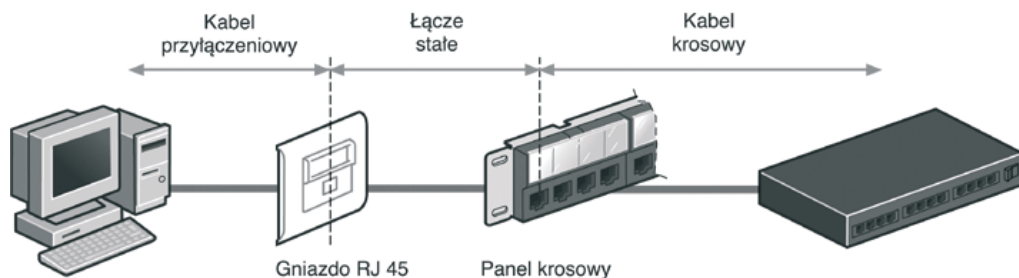
Okablowanie poziome często określa się terminem angielskojęzycznym *Basic Link* (połączenie proste) lub *Chanel* (kanał).

### Zalecane odległości odcinków okablowania poziomego

Projektując poziomy segment systemu, w żadnym wypadku nie można dopuścić, aby całkowita długość kabla między terminalem a punktem dystrybucyjnym przekroczyła 100 m (rysunki 3.2, 3.3).

**Rysunek 3.2.**  
Zalecane odległości  
okablowania  
poziomego





**Rysunek 3.3.** Zalecane odległości okablowania poziomego — schemat logiczny (LEGRAND)

Odcinek ten rozkłada się następująco:

- ♦ Maksymalna długość przebiegu poziomego wynosi 90 m.
- ♦ Łączna długość kabla krosowego i stacyjnego nie może przekroczyć 10 m, przy czym kabel krosowy nie może mieć więcej niż 5 m.

**Tabela 3.1.** Rozkład długości odcinków dla okablowania poziomego

Odcinek	Maksymalna długość
A — cały segment poziomy	100 m
B — odcinek od panelu krosowego do PA	90 m
C — kabel stacyjny	3 m
D — kabel krosowy	5 m
C + D — łącznie dwa odcinki	10 m

Producenci okablowania strukturalnego zalecają, aby nie wydłużać segmentu poziomego do maksymalnej wartości 100 m. Jest to zasadne z uwagi na mogące się pojawić błędy pomiarowe (oczywiście w granicach tolerancji). Skrócenie długości odcinków powinno ochronić sieć przed spadkiem szybkości transmisji. Okablowanie funkcjonuje w warunkach rzeczywistych i może być narażone na wpływ czynników zewnętrznych, negatywnie wpływających na propagację sygnału w medium. W tabeli 3.2 przytoczyłem wytyczne dotyczące długości odcinków okablowania miedzianego jednego z producentów okablowania strukturalnego.

**Tabela 3.2.** Wytyczne MOLEX PREMISE NETWORKS®

Odcinek	Maksymalna długość
A — cały segment poziomy	70 m
B — odcinek od panelu krosowego do PA	60 m
C — kabel stacyjny	3 m
D — kabel krosowy	5 m
C + D — łącznie dwa odcinki	10 m



Maksymalna długość segmentu dla standardu 100Base-TX wynosi właśnie 100 m.

Cała magia okablowania poziomego, a tym samym całego SOS, polega na tym, iż wszystkie pomieszczenia w budynkach są wyposażone w punkty abonenckie. Fakt ten zaiste może wzbudzać kontrowersje, zwłaszcza u inwestora. Trzeba dobrze zrozumieć sens i ideę wdrażania takiego rozwiązania, aby móc skutecznie przekonać potencjalnego klienta. Odpowiedź jest oczywista, lecz nie dla każdego może być zrozumiała. Patrząc od strony technicznej, nadmierna liczba gniazd w stosunku do faktycznie pracujących urządzeń pozwoli nam na dostęp do usług teleinformatycznych na obszarze całego przedsiębiorstwa. Organizacja nowego stanowiska pracy będzie polegała jedynie na wskazaniu pomieszczenia oraz znajdującego się w nim punktu abonenckiego. Przydzieleniem stosownych sygnałów zajmie się już administrator, dokonując połączeń krosowych.

Aby taki stan rzeczy mógł zaistnieć, okablowanie poziome buduje się według topologii fizycznej hierarchicznej gwiazdy. Dzięki układowi drzewiastemu poprowadzimy kabel bezpośrednio od każdego użytkownika sieci prosto z szafy dystrybucyjnej.

## Okablowanie pionowe

Ten element systemu okablowania wymaga szczególnej uwagi i staranności podczas prac projektowych. Okablowanie pionowe (ang. *backbone*) łączy Pośrednie Punkty Dystrybucyjne (IDF) z Głównym Punktem Rozdzielczym (MDF). Najczęściej takie kable układane są w pionowych szwach między poszczególnymi kondygnacjami.

Długość segmentu okablowania pionowego ściśle zależy od zastosowanego medium. Tabela 3.3 przedstawia maksymalne odległości odcinków w stosunku do wybranego medium.

**Tabela 3.3.** Długości tras dla okablowania pionowego

Rodzaj nośnika	Maksymalna długość
Telefoniczny kabel UTP	800 m
Skrętka UTP/FTP	90 m
Światłowód	2000 m

Równoległe do kabli przeznaczonych do transmisji danych układa się pionowe okablowanie telefoniczne, mające zapewnić łączność głosową. Wykonuje się je najczęściej za pomocą wielożyłowego kabla miedzianego UTP (25- lub 100-parowego) przeznaczonego do łączą telefonicznych.

Przy doborze kabli oraz ich kombinacji należy kierować się potrzebami dyktowanymi przez inwestora. Najczęściej spotkamy się z jednym z trzech poniższych układów przewodów:

- ◆ Światłowód przeznaczony do transmisji danych oraz równoległe poprowadzona wiązka przewodu telefonicznego.
- ◆ Skrętka UTP + wielożyłowy kabel telefoniczny.
- ◆ Sam światłowód (przy telefonach VoIP).

Istnieje także możliwość zastosowania kabla UTP CAT-5e. Takie rozwiązanie będzie jednak wymagało ułożenia w pionie takiej samej liczby odcinków przewodów, co gniazd, do których będziemy chcieli w przyszłości podłączyć telefon. Zabieg ten jest kłopotliwy, lecz posiada istotną zaletę — uzyskujemy w ten sposób w pełni uniwersalny system zgodny z ISDN. Przy zastosowaniu kabla 25- lub 100-parowego uruchomimy jedynie analogowy system łączności telefonicznej.

## Okablowanie międzybudynkowe

Jest to specyficzny element wchodzący w skład systemu okablowania strukturalnego. Okablowanie międzybudynkowe (inaczej kampusowe) ma zapewnić łączność teleinformatyczną między budynkami fizycznie oddalonymi od siebie. Doskonałym przykładem funkcjonowania takiego okablowania są ośrodki akademickie, których budynki tworzą zazwyczaj małe „miasteczka”. Logicznie łączy ono ze sobą Budynkowy Punkt Dystrybucyjny z Centralnym Punktem Dystrybucyjnym (fizycznie są to tzw. „szafy”). Z uwagi na ściśle wyspecjalizowany charakter tego elementu okablowania nie jest ono składnikiem obowiązkowym.



W przypadku okablowania pionowego i kampusowego, wykonanego za pomocą kabli światłowodowych, należy pamiętać o uwzględnieniu nadmiarowości włókien! Fakt ten jest niezmiernie uciążliwy podczas negocjacji z Inwestorami, którzy często kierują się wyłącznie rachunkiem ekonomicznym. Projektując SOS, jesteśmy zobowiązani do wdrożenia rozwiązań pozwalających na dalszą rozbudowę sieci LAN. Spoczywa na nas obowiązek pełnego uświadomienia Klienta o wymiernych korzyściach takiego zabiegu. Zaleca się układanie kabla zawierającego min. 6 włókien, nawet jeżeli wykorzystamy tylko dwa. W ten sposób zachowamy elastyczność systemu okablowania i umożliwimy przyszłą rozbudowę sieci informatycznej. Nigdy nie powinniśmy dopuścić do sytuacji, w której bezpośrednio po uruchomieniu sieci teleinformatycznej będziemy mieli „zajęte” wszystkie włókna światłowodów.

## Punkty rozdzielcze

Punkt rozdzielczy jest to miejsce, w którym zbiega się całe okablowanie z danego terenu. W tym pomieszczeniu znajduje się szafa rozdzielcza wraz z całym sprzętem pasywnym i aktywnym. Punkty rozdzielcze są logicznym odwzorowaniem topologii systemu okablowania. Fizycznie reprezentują je szafy rozdzielcze.

Topologią fizyczną okablowania strukturalnego jest hierarchiczna gwiazda. Z tego względu, tworząc schematy logiczne, wyróżnia się stopniowanie ważności punktów rozdzielczych. Projektując system, możemy posługiwać się nomenklaturą polską lub angielską. Nigdy nie wolno nam mieszać nazewnictwa. Decydując się na jeden z profili, musimy konsekwentnie zachować jednorodną terminologię.



## Nomenklatura polska

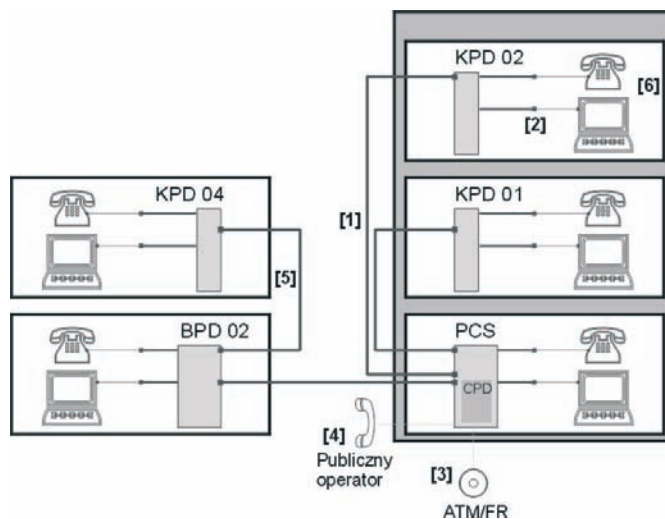
Schemat logiczny tworzony na podstawie terminologii polskiej składa się z następujących elementów:

- ◆ **PCS** — Punkt Centralny Sieci. Zawiera farmę serwerów, punkt dostępu do Internetu oraz Centralny Punkt Dystrybucyjny okablowania. Jest to strategiczne i główne pomieszczenie sieci LAN. Stanowi ono serce całej infrastruktury teleinformatycznej.
- ◆ **CPD** — Centralny Punkt Dystrybucyjny. Tutaj zbiega się całe okablowanie pionowe i międzybudynkowe. W tym miejscu umieszczona jest także 19-calowa szafa dystrybucyjna (1x42U lub z podwójnym stelażem 2x42U). Jest to najważniejszy element systemu okablowania strukturalnego.
- ◆ **BPD** — Budynkowy Punkt Dystrybucyjny. Sprzęga on całe okablowanie z obszaru podległego sobie budynku z CPD. Do tego punktu zbiegają się także wszystkie kable z kondygnacyjnych punktów dystrybucyjnych.
- ◆ **KPD** — Kondygnacyjny Punkt Dystrybucyjny. Swoim zasięgiem obejmuje jedynie pojedyncze piętra lub skrzydła budynku. W mniej rozległych systemach okablowania hierarchia na tym elemencie się kończy.
- ◆ **LPD** — Lokalny Punkt Dystrybucyjny. Najczęściej jest to fizycznie mała 19-calowa wisząca szafka, której zadaniem jest przedłużenie segmentu sieci. W dużych obszarowo kondygnacjach możemy mieć problem z utrzymaniem stosownej odległości kabla między punktem abonenckich a KPD. W takim przypadku zachodzi konieczność zainstalowania LPD, który przedłuży segment sieci. Dla standardu sieci Ethernet 100Base-TX maksymalna długość kabla wynosi 100 m.

Zgodnie z terminologią polską przedstawioną na rysunku 3.4. system zawiera pięć szaf fizycznych. Natomiast od strony logicznej wygląda to nieco inaczej.

### Rysunek 3.4.

*Punkty rozdzielcze  
— nazewnictwo  
polskojęzyczne*



W Punkcie Centralnym Sieci zagnieżdżony jest Centralny Punkt Dystrybucyjny dla okablowania strukturalnego. Ten zaś jednocześnie stanowi BPD dla prawego budynku, a on z kolei zawiera Kondygnacyjny Punkt Dystrybucyjny dla parteru. Miejmy na uwadze to, iż cały czas może być to tylko jedna szafa. Dodatkowo PCS obsługuje dostęp do Internetu dla całej sieci LAN (punkt [3]) oraz do publicznego operatora telefonii stacjonarnej (punkt [4]). Kondygnacyjne Punkty Dystrybucyjne 01 i 02 „spięte” są z CPD za pomocą okablowania pionowego (punkt [1]). To właśnie we wszystkich KPD administrator będzie przydzielał sygnał poszczególnym gniazdom (punkt [2] i [6]).

Budynek po lewej stronie podłączony jest z prawym biurowcem za pomocą okablowania międzybudynkowego (najczęściej światłowód). Na jego parterze znajduje się BPD 02, który zawiera w sobie logicznie KPD dla parteru. Wyższa kondygnacja w budynku jest obsługiwana przez KPD 04, sprzężony ze swoim macierzystym BPD 02 okablowaniem pionowym (punkt [5]).

W przypadku, gdy któraś kondygnacja będzie wymagała ułożenia odcinka kabla miedzianego dłuższego niż 100 m, należy zastosować dodatkowo LPD. Lokalny Punkt Dystrybucyjny będzie przedłużeniem segmentu poprowadzonego z właściwego dla piętra KPD.