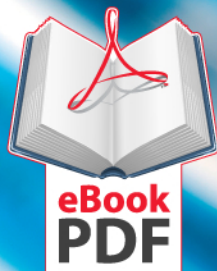


➤ Rafał Pawlak



Okablowanie strukturalne sieci

Teoria i praktyka

Zaprojektuj niezawodną sieć teleinformatyczną!

- Charakterystyka i cele tworzenia systemu okablowania, czyli elementarz projektanta
- Elementy składowe okablowania strukturalnego, czyli kompletowanie niezbędnych materiałów
- Projekt sieci, czyli szczegółowe rozwiązania i przewidywanie potencjalnych zagrożeń

Wydanie III

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Wydawnictwo HELION dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz Wydawnictwo HELION nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Redaktor prowadzący: Ewelina Burska

Projekt okładki: Jan Paluch

Materiały graficzne na okładce zostały wykorzystane za zgodą Shutterstock.

Wydawnictwo HELION

ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE

tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63

e-mail: helion@helion.pl

WWW: <http://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

http://helion.pl/user/opinie?okast3_p

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

ISBN: 978-83-246-3775-1

Numer katalogowy: 7097

Copyright © Helion 2011

Printed in Poland.

- [Poleć książkę na Facebook.com](#)
- [Kup w wersji papierowej](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

synowi i żonie

Spis treści

Podziękowania	9
Prolog	11
Wstęp	13
Rozdział 1. Charakterystyka i cele tworzenia systemu okablowania	15
Podstawa rozważań — model ISO/OSI	17
Istota systemu okablowania strukturalnego	18
Geneza	18
Początki okablowania strukturalnego	19
Istota okablowania	20
Metoda	20
Topologie systemu	21
Rozdział 2. Przewodowe media transmisyjne	25
Typy sygnału	25
System binarny	29
Algebra Boole’a	32
Kable miedziane	37
Kable koncentryczne	37
Kable UTP	38
Światłowody	46
Budowa światłowodu	49
Klasyfikacja światłowodów	50
Sposoby łączenia włókien	54
Złącza światłowodowe (optyczne)	57
Rozdział 3. Elementy składowe okablowania strukturalnego	61
Okablowanie poziome, pionowe i międzybudynkowe	61
Okablowanie poziome	61
Okablowanie pionowe	64
Okablowanie międzybudynkowe	65
Punkty rozdzielcze	65
Nomenklatura polska	66
Nazewnictwo angielskie	67
Dobór pomieszczenia na punkt dystrybucyjny	68

Punkt abonencki, sekwencja i polaryzacja	69
Punkt abonencki	69
Oznakowanie gniazd	71
System oznaczników kablowych	74
Sekwencja	74
Polaryzacja	78
Terminowanie	80
Elementy pasywne systemu	83
Szafy dystrybucyjne	83
Ustawianie i konfiguracja „czystej” szafy	89
Elementy chłodzące szafę	92
Elementy porządkujące przewody w szafie	94
Sprzęt pasywny	98
Kable krosowe	103
Dobór przepustowości w segmencie	108
MUTO	114
Światłowód prosto do biurka	116
Instalacje towarzyszące	117
Sieć elektryczna	117
Zasilanie awaryjne	120
Instalacja telefoniczna	121
Rozdział 4. Środowisko pracy dla centrum danych (data center)	123
Definiowanie zagrożeń	124
Ochrona przeciwpożarowa	126
System klimatyzacyjny	132
Chłodzenie i wentylacja szaf	132
Elektroniczna kontrola dostępu	137
Rozdział 5. Dokumentacja projektowa	139
Cele i zadania	139
Projekt systemu okablowania strukturalnego (sieci LAN)	143
Kosztorys	150
Rozdział 6. Odbiór systemu okablowania	151
Sprawdzanie systemu pod względem zgodności z normami	152
Procedura sprawdzania światłowodu przed instalacją	156
Rozwiązania gwarancyjne	157
Rozdział 7. Porady techniczno-instalacyjne	159
Ogólne zalecenia instalacyjne oraz ochrona kabli przed czynnikami zewnętrznymi	160
Ogólne zalecenia instalacyjne	160
Ochrona kabli przed czynnikami zewnętrznymi	163
Zasady układania kabli w gruncie	164
Sposoby przeciągania kabla przez kanalizację	166
Systemy listew i rur do instalacji teleinformatycznych	167
Systemy dystrybucji okablowania	170
Sprzęt instalatora	174
Rozdział 8. Okablowanie strukturalne a normy	181
Podstawowe instytucje standaryzujące	181
Główne dokumenty legislacyjne	183
Porównanie podstawowych norm	185

Rozdział 9. Redundancja okablowania pionowego	187
Redundancja okablowania kampusowego	187
Przykładowe rozwiązanie	193
Rozdział 10. Okablowanie strukturalne a backup danych	195
Podstawowe metody archiwizacji danych	196
Rozdział 11. Reakcja na awarie	205
Algorytm zarządzania incydemem	208
Awaria systemu okablowania	211
Awaria urządzeń aktywnych	213
Awaria zasilania	214
Awaria układu chłodzenia	216
Awaria układu przeciwpożarowego	218
Awaria systemu kontroli dostępu	219
Rozdział 12. Projekt sieci	221
Proponowane rozwiązanie	222
Szafy	228
Monitoring i kontrola dostępu	231
Telefony	231
Zasilanie awaryjne	232
System gaszenia	232
Klimatyzacja	232
Kosztorys	233
Rozdział 13. Okablowanie strukturalne w pytaniach i odpowiedziach	237
Rozmowa 1. — wypowiada się pani Aleksandra Parys	238
Rozmowa 2. — wypowiada się pan Krzysztof Wala	246
Rozmowa 3. — wypowiada się pan Grzegorz Niziński	251
Rozmowa 4. — wypowiada się pan Janusz Jankowski	258
Słowniczek terminów	281
Skorowidz	287

Podziękowania

Trzecie wydanie niniejszej książki miało nigdy nie powstać. Tkwiłem w przekonaniu, iż poprzednia edycja wyczerpała temat. Czułem satysfakcję. Jednak z biegiem czasu poglądy na pewne sprawy ewoluują, gdyż zmieniają się okoliczności, cele i priorytety. Funkcjonując w społeczeństwie jako anonimowe jednostki, jesteśmy poddawani różnego rodzaju stymulacji, poczynając od oczywistych i wszechobecnych zabiegów reklamowych, a skończywszy na nauce i sztuce. Owe bodźce winny poszerzać horyzonty. Innymi wyrzec się anonimowości. To nie jest łatwe słowo z upływem czasu powinniśmy się rozwijać. Oddając autorską publikację, trzeba, aczkolwiek kuszące. Zwykłem zabierać głos tylko wtedy, gdy mam coś do powiedzenia. Nadszedł moment, kiedy potrzeba podzielenia się z Państwem moimi przemyśleniami stała się tak silna, iż nie pozostało mi nic innego, jak „popęłnić” kolejne wydanie tej książki.

Wspomniałem już, że tylko odrzucenie anonimowości gwarantuje interakcję pomiędzy czytelnikiem a twórcą. Wszelkie próby dialogu i komunikacji proszę kierować na adres pawlakrafal@o2.pl.

Książki o charakterze technicznym cechują się zwięzłym, syntetycznym i mało poetyckim językiem. Czasami wręcz prostą gramatyką i niewyszukaną stylistyką. Nie powstają ona także bez wsparcia osób trzecich. Tak też jest i w tym przypadku.

Chciałbym podziękować wszystkim, którzy przyczynili się do powstania niniejszej publikacji.

Wyrazy wdzięczności kieruję do wszystkich dotychczasowych czytelników. Wierzę, iż kolejne wydanie Was nie zawiedzie.

Niniejsze wydanie wsparli:

Pani **Aleksandra Parys**, prezes firmy FireTec sp. z o.o., do której kieruję wyrazy wdzięczności za wkład merytoryczny oraz obszerny wywiad.

Pan **Krzysztof Wala** reprezentujący firmę Air Engineering sp. z o.o., któremu dziękuję za udzielenie wywiadu z zakresu klimatyzacji i wentylacji.

Pierwsze i drugie wydanie wsparli:

Grupa Legrand (Legrand, Ortronics) reprezentowana przez pana Przemysława Gruszczyńskiego oraz Grzegorza Nizińskiego. Zdjęcia i rysunki z zasobów grupy Legrand zostały opatrzone odpowiednimi sygnaturami.

Firma Molex Premise Networks®. Wszystkie zdjęcia ze zbioru Molex PN oznaczone są stosowną sygnaturą.

Dziękuję panu Januszowi Jankowskiemu za udzielenie wywiadu.

Prolog

Proza życia nie zawsze składa się z nudnych i przewidywalnych okrucichów codzienności. Bywają dni, które zaskakują ogarniającym nas na wskroś optymizmem, przylatczają smutkiem, biegną monotonna lub też wymagają intensywnej pracy twórczej.

Ten ostatni scenariusz wydaje się być niezmiernie ciekawym, w szczególności jeżeli jest on następstwem naszych błędów.

Duża firma informatyczna kupiła nieco mniejszego konkurenta. Naturalną konsekwencją takiej operacji jest minimalizacja kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa. Odbywa się to poprzez redukcję i konsolidację dublujących się działów, najczęściej okołoprodukcyjnych (marketing, księgowość, help desk, administracja). Kolejnym krokiem jest reorganizacja działów produkcji, w tym przypadku sektora wytwarzającego oprogramowanie. Organ wykonawczy podmiotu przejmującego postanowił zjednoczyć wszystkich pracowników w jednym biurze. Tym samym zrezygnowano z utrzymania dotychczasowej lokalizacji firmy przejmowanej. Chcąc zrealizować ów projekt, rozpoczęto całkiem sporą operację administracyjno-logistyczną.

Pominę wszelkie aspekty pozainformatyczne owego przedsięwzięcia. Tym samym oddaję pole w tej materii specjalistom od zarządzania, księgowości i wszystkich innych dyscyplin, którzy powinni być zaangażowani w owo przejęcie.

Administrator sieci powinien przygotować istniejącą infrastrukturę do przyjęcia i obsłużenia dodatkowej ilości osób. Pamiętajmy, iż ci ludzie przyjdą nie tylko ze stacjami roboczymi, ale także z serwerami i szafami. Przecież oni do tej pory mieli własny LAN, który teraz powinien zostać logicznie odbudowany i zasymilowany przez obecną sieć teleinformatyczną. Przekładając to na język potoczny, nowi pracownicy muszą mieć to, co mieli, plus usługi, do których prawa nabyli (np. poczta elektroniczna, intranet).

Nowe pomieszczenia biurowe zostały przygotowane poprzez ułożenie dodatkowych odcinków okablowania poziomego, które to zbiegły się w punkcie dystrybucyjnym. Traf chciał, że ów punkt jest jednocześnie serwerownią. Nad jakością takiego rozwiązania w chwili obecnej nie będę się rozwodził, aczkolwiek ma ono mocne uzasadnienie.

Do serwerowni wstawiono dodatkowy sprzęt pasywny, urządzenia aktywne, serwery, centralę telefoniczną. Ustawiono stacje robocze w pokojach. Sieć strukturalna została aktywowana, ruszyły usługi.

W powietrzu czuć było zapach satysfakcji. Posypały się gratulacje i zapanował wszechogarniający optymizm.

Dwa dni później rano cała sieć teleinformatyczna stanęła. Przestały działać telefony stacjonarne, nie było kontaktu z serwerami. Do stacji roboczych można było się zalogować jedynie lokalnie.

Awaria!

Przepaliły się na wskroś przewody głównej linii zasilania elektrycznego w serwerowni.

Wstęp

Dynamiczny rozwój technologii informacyjnych (ang. *Information Technology — IT*), a także systemów informacyjno-telekomunikacyjnych (ang. *Information and Communication Technologies — ICT*) znacznie przyczynia się do umacniania i dalszego kształtowania społeczeństwa informacyjnego na świecie. Nowy typ społeczeństwa przywiązuje dużą wagę do zarządzania danymi oraz jakości i szybkości przesyłanej informacji. Jest to zasadniczy czynnik zwiększający konkurencyjność zarówno w przemyśle, jak i w obszarze usług.

W związku z tym faktem obserwujemy tendencję do nieustannego doskonalenia technik przesyłania informacji. Społeczeństwo informacyjne potrzebuje coraz lepszych i skuteczniejszych systemów teleinformatycznych. Precyzyjne dbanie o infrastrukturę informatyczną stało się działaniem priorytetowym, zaś sama informacja stanowi dziś wartość dodaną.

Społeczeństwo informacyjne ponad wszelką wątpliwość kształtuje się w krajach postindustrialnych, w których rozwój technologiczny oraz gospodarczy osiąga najszybsze tempo.

Po raz pierwszy terminu „społeczeństwo informacyjne” użył Japończyk Tadao Umesamo w artykule o społeczeństwie przetwarzającym informację opublikowanym w 1963 roku.

Organizacja UNESCO w 1978 roku sprecyzowała pojęcie „ładu informacyjnego”. Pojęcie to potraktowano na równi z nowym „ładem gospodarczym”. Ład informacyjny określa światowy porządek w zakresie kształtowania i przekazywania informacji poprzez zróżnicowanie środków masowego przekazu — dotyczy to także źródeł informacji.

W 1995 roku państwa grupy G7 ustaliły zasady funkcjonowania społeczeństwa informacyjnego. Nieco wcześniej dokonały tego kraje członkowskie Unii Europejskiej (1993 rok). Powyższe ustalenia regulują zasady powszechnego dostępu do Internetu oraz technik komputerowo-komunikacyjnych, otwartej sieci informacyjnej i zdolności komunikowania się niezależnie od warunków lokalizacyjnych.

Jednym z dalekosiężnych celów Unii Europejskiej jest rozwój społeczeństwa informacyjnego. Dotyczy to wszystkich dyscyplin, jakimi zajmuje się ta organizacja.

Kierunek rozwoju społeczeństw został już dawno wyznaczony przez ogólnościowych decydentów. Polska jako członek UE jest zobligowana do realizacji dyrektyw nadrzędnych ustalanych przez Parlament Europejski. Wszystkie kraje, które chcą się znaleźć w grupie wysoko rozwiniętych państw świata, także powinny przyjąć stosowny azymut rozwoju.

Cel jest już znany. Obecnie powinniśmy pracować nad rozwojem infrastruktury informatycznej oraz nad edukacją społeczeństwa.

Rozwój optoelektroniki, układów scalonych, oprogramowania operacyjnego, a także protokołów IP ma ogromny wpływ na rozwój różnego typu systemów sieciowych. Najczęściej klasyfikujemy je pod względem rozległości geograficznej. I tak:

- ◆ **LAN** (ang. *Lokal Area Network*) — to sieć lokalna obejmująca swoim zasięgiem jedno przedsiębiorstwo, która zajmuje niewielki obszar roboczy.
- ◆ **MAN** (ang. *Metropolitan Area Network*) — sieć miejska, która rozciąga się na powierzchni jednego miasta.
- ◆ **WAN** (ang. *Wide Area Network*) — sieć rozległa łącząca ze sobą sieci miejskie i lokalne.
- ◆ **Internet** — określany jest mianem „sieć sieci” i łączy ze sobą wszystkie sieci.
- ◆ **Intranet** — sieć korporacyjna, najczęściej oddzielona od Internetu; jej rozległość geograficzna zależy tylko od potrzeb przedsiębiorstwa.

Wszystkie powyższe sieci informatyczne najczęściej zbudowane są przy użyciu nośników fizycznych (światłowodów, kabli UTP i kabli telefonicznych). Istnieją oczywiście sieci, które są w znacznym stopniu oparte na propagacji sygnału w powietrzu (sieci GSM, WLAN), w tej książce skupimy się jednak wyłącznie na przewodowych sieciach LAN.

Celem tej publikacji jest przybliżenie zarówno teoretycznych, jak i praktycznych aspektów okablowania strukturalnego przeznaczonego do obsługi sieci teleinformatycznej.

Rozdział 1.

Charakterystyka i cele tworzenia systemu okablowania

Zanim zaczniemy jakiegokolwiek rozważania dotyczące szczegółowych aspektów systemu okablowania strukturalnego, musimy uświadomić sobie, w jakim obszarze sieci będziemy działać. Jest to niezbędne w celu pełnego zrozumienia wszystkich zagadnień.

Telekomunikacją nazywamy zdolność do przekazywania informacji na odległość. Przez analogię teleinformatykę można określić jako możliwość przesyłania danych na określony dystans.

W celu zrealizowania teletransmisji — w najbardziej podstawowym ujęciu logicznym — niezbędne jest źródło sygnału (nadajnik), medium transmisyjne (eter, kabel) oraz odbiornik (rysunek 1.1).



Rysunek 1.1. Podstawowe elementy systemu telekomunikacyjnego

W sieciach LAN/WAN podstawowym medium transmisyjnym są kable. Odbiornikiem, a zarazem źródłem sygnału są karty sieciowe. Elementami pośredniczącymi, które także przetwarzają sygnał, są urządzenia aktywne sieci (router, switch).

Tak więc w systemach teleinformatycznych opartych na rozwiązaniach kablowych medium transmisyjnym jest okablowanie strukturalne.

System okablowania strukturalnego stanowi pasywną część sieci informatycznej. Oznacza to, iż sprzęt ten nie ingeruje w sposób zamierzony w kształt transmitowanego sygnału.

Gdy chcemy zajmować się okablowaniem sieci, musimy mieć świadomość tego stanu rzeczy. Dopiero sprzęt aktywny (switch, router) wkracza w strukturę sygnału, m.in. synchronizuje go, regeneruje jego kształt oraz wzmacnia go. Urządzenia aktywne także ingerują logicznie w sygnał poprzez regenerację ramek, odrzucenie ramek błędnych, dzielenie sieci na domeny kolizji itd.

Projektując system okablowania, powinniśmy uwzględnić rodzaj urządzeń aktywnych oraz ich ilość. Sprzęt aktywny umieszczany jest bezpośrednio w szafach, dlatego też musimy określić, ile potrzebujemy miejsca, aby go prawidłowo rozlokować. Wiedza ta będzie miała bezpośredni wpływ na ilość i rodzaj zamawianych szaf dystrybucyjnych. Musimy także pamiętać o zapewnieniu urządzeniom zasilania, odpowiedniej temperatury (środowiska) pracy oraz o niezbędnych kablach krosowych.

Sesja komunikacyjna w sieci podzielona jest na wiele etapów. Każdy z nich odpowiada za coś innego, a jego prawidłowy przebieg jest uwarunkowany ściśle określonymi wytycznymi. Okablowanie strukturalne jest tylko jednym z elementów niezbędnych do procesu komunikowania się poprzez sieć LAN.

Model referencyjny ISO/OSI określa jednolitą koncepcję, w oparciu o którą analizuje się sieci informatyczne.

Z natury rzeczy fizyczne mają określone ograniczenia. Dlatego też systemy komputerowe mają ograniczone zasoby, których nie wolno przekroczyć. Kiedy zaczniemy zbliżać się do maksymalnej wydajności procesora, musimy liczyć się z możliwością ustawienia wątku w kolejce w celu uzyskania dostępu do zasobu. Podobnie jest z pamięcią fizyczną RAM, bo po jej wypełnieniu niektóre strony przenoszone są na dysk (wymiana, stronicowanie). Dyski twarde także mają skończoną ilość operacji wejścia-wyjścia, które mogą obsłużyć w danej jednostce czasu.

W sieciach komputerowych występuje zjawisko kolizji. Polega ono na jednoczesnym wysyłaniu pakietów przez dwie lub więcej stacji w jednej domenie kolizji. Po wykryciu kolizji pakiety muszą zostać wysłane ponownie. W sieciach Ethernet protokół CSMA/CD określa zasady dostępu do medium. W miarę zbliżania się do fizycznych ograniczeń sieci liczba kolizji zaczyna wzrastać, co przekłada się w sposób bezpośredni na wydłużenie czasu odpowiedzi.

System informatyczny wyposażony w bardzo rozbudowane platformy sprzętowe z idealnymi parametrami operacji wejścia-wyjścia nie rozwinie skrzydeł bez bardzo dobrej infrastruktury sieciowej. Niezależnie od tego, ile pieniędzy zainwestowaliśmy, kiepska jakość sieci ograniczy możliwości najnowocześniejszych serwerów praktycznie do zera.

Projektując okablowanie strukturalne, należy przyjąć postawę ambicjonalną, aby infrastruktura sieci nie była wąskim gardłem całego systemu informatycznego.

Podstawa rozważań — model ISO/OSI

W 1997 roku został opracowany model referencyjny połączonych systemów otwartych (ang. *Open System Interconnection* — *OSI*). Dokonała tego międzynarodowa organizacja ISO (ang. *International Organization for Standardization*).

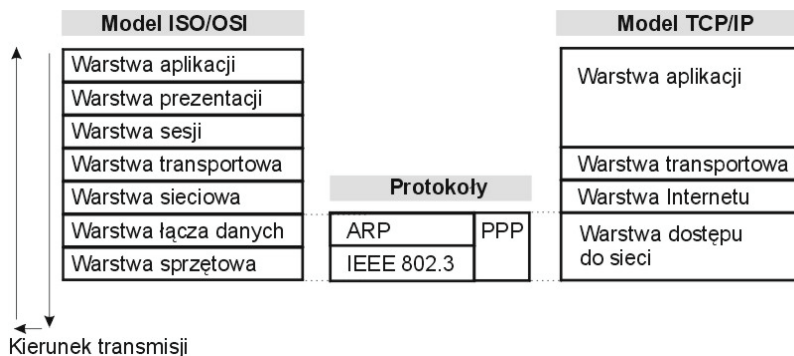
Celem tego projektu jest ułatwienie realizacji otwartych połączeń systemów informatycznych (w środowiskach wielosystemowych). Model ISO/OSI jest globalnie obowiązującym standardem.

Zanim powyższy model zaczął obowiązywać, każdy z producentów sprzętu teleinformatycznego tworzył własną politykę „standaryzacyjną”. Duże koncerny nie troszczyły się zbytnio o to, aby ich urządzenia były zgodne ze sprzętem innych firm. Ten stan rzeczy zmieniło wprowadzenie w życie modelu ISO/OSI — obaliło ono monopolistyczne i zindywidualizowane podejście do systemów informatycznych.

Model referencyjny OSI (rysunek 1.2) dzieli procesy zachodzące podczas sesji komunikacyjnej na siedem bloków (warstw). Każdy poziom stosu odpowiada za inny proces. Komunikacja następuje w ściśle ustalonej sekwencji: od góry stosu w dół do ostatniej warstwy, poprzez „sieć” do najniższej warstwy stosu, aby następnie osiągnąć najwyższy poziom.

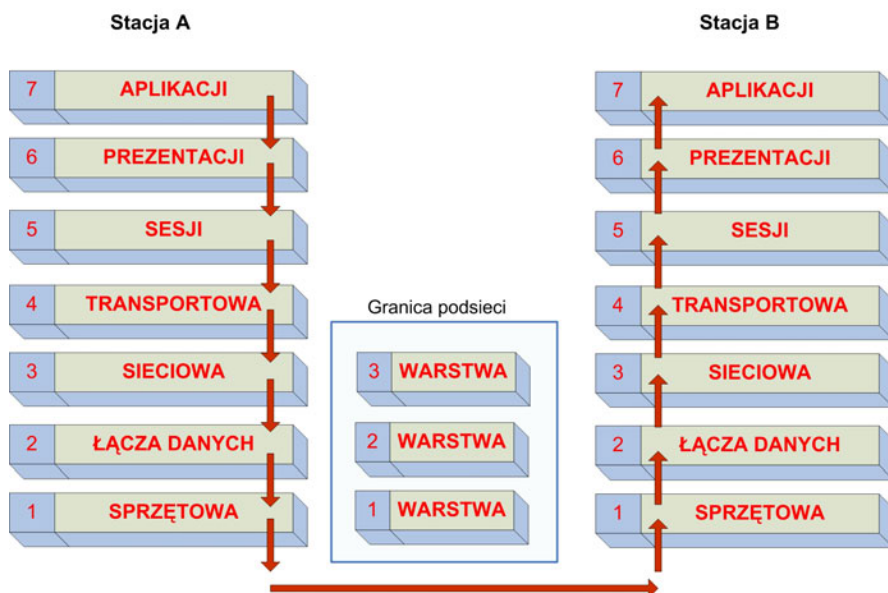
Rysunek 1.2.

Porównanie modelu ISO/OSI z TCP/IP



Na rysunku 1.3 ilustruję przebieg sesji komunikacyjnej zgodny z modelem ISO/OSI. Proszę zwrócić uwagę, iż pierwsze trzy warstwy można zgrupować w jeden moduł, gdyż przewidziane dla każdej z nich funkcje można realizować w oparciu o jedno urządzenie (router). Wiedza ta jest przydatna przy modelowaniu rozmieszczenia sprzętu w szafie (strategiczna hierarchia urządzeń).

Warstwa fizyczna ISO/OSI (sprzętowa) lub warstwa dostępu do sieci TCP/IP stanowi obszar, w jakim będziemy się poruszać, analizując aspekty systemu okablowania strukturalnego. Definiuje ona rodzaj medium transmisyjnego i interfejsy oraz określa standardy fizycznej transmisji danych (np. IEEE 802.3u — 100Base-TX). Odpowiada ona także za aspekty elektryczne takie jak poziom napięcia i prądu oraz określa zasady połączeń mechanicznych (gniazda, złącza, wtyczki). Wybrany standard warstwy fizycznej narzuca też topologię sieci.



Rysunek 1.3. Sesja komunikacyjna w oparciu o model ISO/OSI



TCP/IP to protokół tworzący Internet. Jest on uproszczony do czterech warstw w porównaniu z modelem ISO/OSI. Funkcje warstw zasadniczo pokrywają się w obu modelach.

Postanowiłem nie opisywać poszczególnych warstw, gdyż książka ta nie dotyczy sieci komputerowych w ogóle, lecz traktuje przede wszystkim o okablowaniu strukturalnym. Na tym poziomie wystarczy mieć świadomość, iż warstwa fizyczna (ang. *physical layer*) utożsamiana jest z normą. Przykładowo dla sieci Ethernet wiążące są dokumenty IEEE. To standard narzuca topologię, rodzaj medium oraz szybkość transmisji.

Istota systemu okablowania strukturalnego

Geneza

W latach 70. ubiegłego stulecia sieci komputerowe ograniczały się jedynie do kilku terminali sprzężonych z jednym komputerem centralnym. W dodatku każdy producent sprzętu projektował okablowanie pasujące do jego własnych rozwiązań, co uniemożliwiało integrację różnych systemów. Zakup każdego nowego systemu wymagał zatem uciążliwego układania osobnego okablowania. Dużym problemem była także jakość oferowanych ówczesnie przewodów, co z kolei znacznie ograniczało odległości między terminalami.

Kryzys nadszedł w momencie spadku cen sprzętu teleinformatycznego oraz znacznego poszerzenia jego asortymentu. Innymi słowy na rynku pojawiła się szeroka gama systemów w zasadzie niezgodnych ze sobą. Mimo to, ze względu na atrakcyjne warunki cenowe, komputery w bardzo szybkim tempie rozpowszechniły się w przedsiębiorstwach. Doprowadziło to do takiego stanu rzeczy, w którym w firmach istniało okablowanie dla kilku różnych systemów. Nietrudno sobie wyobrazić, jak przeraźliwie dla współczesnego inżyniera musiałaby wyglądać ta pajęczyna przewodów („spaghetti cabling”). Rozrastające się sieci okablowania wyposażone były w wiele różnych przewodów, złączy i gniazd. Dodatkowym kłopotem była duża różnorodność terminali wraz z jednostkami centralnymi — do każdego systemu przeznaczone były osobne urządzenia. Cała ta mieszanka technologiczna skutecznie uniemożliwiała efektywne wykorzystanie infrastruktury informatycznej. O mobilności stanowisk pracy należało zapomnieć, trzeba było natomiast układać nowe odcinki okablowania.

Tymczasem dla przedsiębiorców liczył się rachunek ekonomiczny. Rozrastanie się systemów w sposób niekontrolowany powodowało znaczny wzrost kosztów. Istota problemu polegała na małej podatności tych systemów na rozbudowę oraz trudności w usuwaniu usterek (co pociągało za sobą stratę zarówno czasu, jak i pieniędzy).

Początki okablowania strukturalnego

W pewnym momencie podjęto decyzję, iż należy wypracować rozwiązanie, które będzie obsługiwać większość najpopularniejszych systemów transmisji danych. Na rysunku 1.4 przedstawiam kilka różnych platform, które współcześnie są obsługiwane przez standardyzowany system okablowania strukturalnego.

Rysunek 1.4.
Jednolity system okablowania umożliwia integrację wielu różnych platform



Rozpoczęto projektowanie jednego kabla mogącego spełnić to zadanie. Wybór padł na kabel miedziany czteroparowy ze splotem norweskim. Dzisiaj jest on znany jako popularna skrętka UTP (od ang. *Unshielded Twisted Pair*). Migracja z wyspecjalizowanych

systemów do okablowania UTP była możliwa dzięki zastosowaniu przejściówek (adapterów, balunów) „łączących” różnorodne infrastruktury. Obecnie sytuacja jest unormowana i stosujemy jedynie kable UTP uzupełniane przez światłowody.

Co daje korzystanie z jednego rodzaju kabla?

W przeszłości do punktu abonenckiego (jeśli w ogóle można używać tego pojęcia) doprowadzone były różne rodzaje przewodów. Osadzano w nich także indywidualne gniazda. Magia kabla UTP polega na tym, iż do każdego gniazda prowadzimy jeden rodzaj medium. Dodatkowo kabel UTP jest znacznie lepszej jakości, co pozwala wydłużyć odcinki okablowania. Trzecim istotnym aspektem jest niski koszt przewodu UTP, który pozwala na zainstalowanie większej liczby gniazd. W ten sposób znacznie poszerzamy rejony okablowania, podczas gdy systemy wyspecjalizowane ograniczone były jedynie do niewielkiej przestrzeni.

Obecnie System Okablowania Strukturalnego (SOS) jest instalacją na stałe wpisaną w wyposażenie nowo wznoszonych budynków — szczególnie dotyczy to biurowców.

W trakcie budowy lub adaptacji budynków lokuje się w nich gniazda abonenckie oraz układa całe okablowanie teleinformatyczne. Gotowa inwestycja standardowo wyposażona jest w instalację SOS — obok centralnego ogrzewania, klimatyzacji, instalacji elektrycznej czy też alarmowej.

Istota okablowania

Ideą SOS jest zagwarantowanie wielodostępności usług teleinformatycznych (telefon, sieć LAN) we wszystkich budynkach i pomieszczeniach przedsiębiorstwa. W tym celu punktów abonenckich powinno być więcej, niż rzeczywiście potrzeba. Gniazda należy rozmieszczać we wszystkich pomieszczeniach nawet wtedy, jeżeli przez jakiś czas nie będą używane. Standardowo przyjmuje się, że jeden punkt abonencki (PA) obsługuje 10 m² powierzchni biurowej.

Po wdrożeniu takiego rozwiązania dysponujemy niezmierną elastycznością i szybkością działania podczas organizacji nowego stanowiska pracy, które w dodatku może być swobodnie przemieszczane.

Metoda

Zastosowanie jednorodnego okablowania oraz modularnych gniazd RJ-45 sprawia, że możemy swobodnie korzystać z sieci LAN oraz systemu telefonicznego, podłączając się do dowolnego punktu abonenckiego. Każde gniazdo posiada bowiem własny odcinek kabla, którego drugi koniec jest podłączony do panelu krosowniczego — jest to relacja 1:1 (jedno gniazdo w panelu rozdzielczym odpowiada pojedynczemu modułowi RJ-45). Odcinek łączący punkt abonencki z panelem rozdzielczym w punkcie dystrybucyjnym nazywa się okablowaniem poziomym. Przydzielenie konkretnego sygnału (telefon lub dane) odbywa się poprzez wykonanie połączenia krosowego (za pomocą

krótkiego kabla) między urządzeniem lub panelem telefonicznym a tablicą rozdzielczą okablowania poziomego. Magia takiego systemu okablowania polega na tym, iż do tego samego gniazda możemy przydzielić różne sygnały w zależności od potrzeby.

Pierwsze standardy dotyczące okablowania strukturalnego pojawiły się w Stanach Zjednoczonych. W roku 1991 stowarzyszenie EIA/TIA (ang. *Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association*) opublikowało zalecenie definiujące parametry elektryczne i mechaniczne dla złączy i kabli wchodzących w skład okablowania budynków w USA.

Dokument ten nosi nazwę *Commercial Building Telecommunications Wiring Standard* — ANSI/EIA/TIA-568. W 1995 roku standard EIA/TIA 568 został poszerzony o biuletyny: TSB 36, TSB 40, TSB 40A. W ten sposób powstała norma TIA/EIA 568A. Więcej informacji o normach umieściłem w rozdziale poświęconym tej tematyce.

Reasumując, system okablowania strukturalnego pozwala na przesunięcie stanowiska pracy w dowolne miejsce obiektu. Odbywa się to za pomocą metody połączeń krosowych. Wielodostępność usług teleinformatycznych zapewnia sieć gniazd we wszystkich pomieszczeniach budynków. Rozwiązanie takie pozwala na szybką lokalizację powstałych usterek oraz na bezproblemowe przełączenie terminalu do innego gniazda. W ten sposób jednostka nie jest wykluczona z pracy, a administrator systemu może dokonać naprawy.

Topologie systemu

Topologia fizyczna określa geometryczny kształt sieci i opisuje sposób łączenia ze sobą komputerów. Jest ona ściśle związana z technologią sieci LAN.

Wyróżniamy cztery podstawowe typy topologii fizycznych:

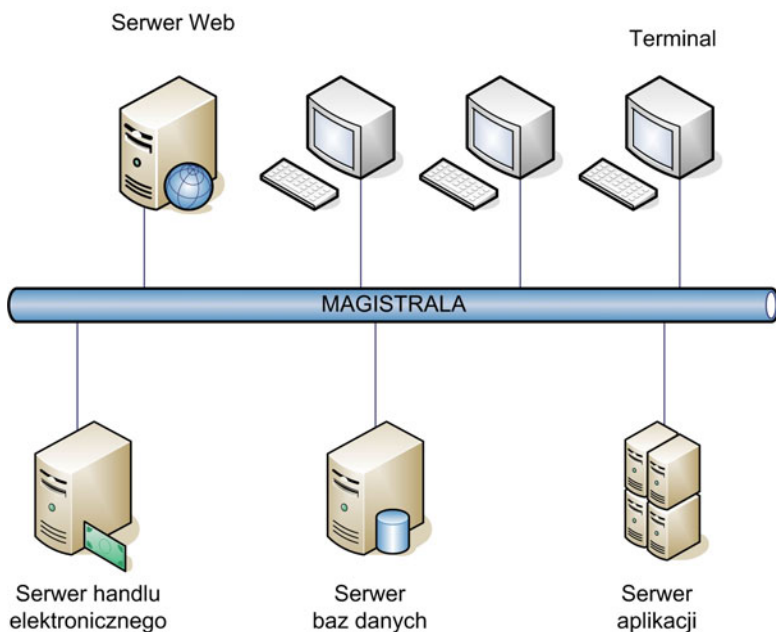
- ♦ topologia magistrali,
- ♦ topologia pierścienia,
- ♦ topologia gwiazdy,
- ♦ topologia drzewiasta (hierarchicznej gwiazdy).

Każda z nich ma inną zasadę działania oraz jest przeznaczona dla różnych standardów.

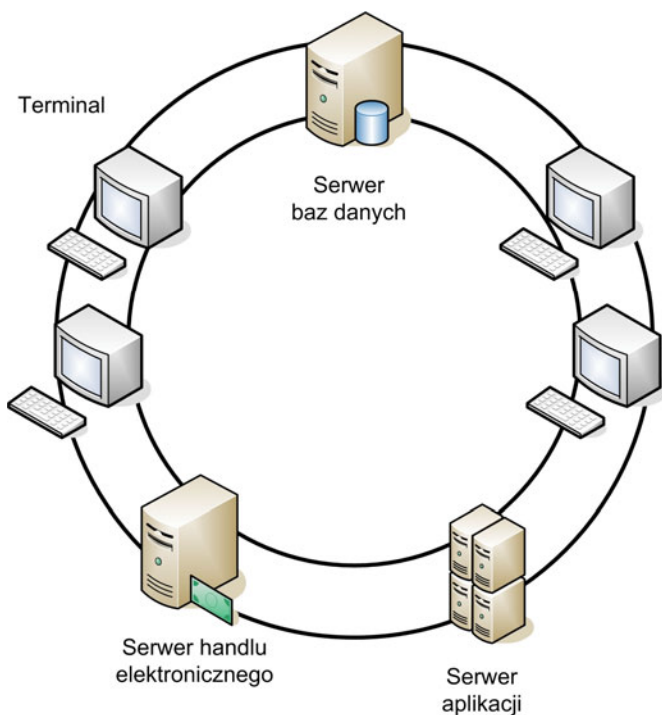
W topologii magistrali (rysunek 1.5) jeden kabel stanowi magistralę dla całej sieci. Oba końce magistrali muszą być „zakończone” terminatorami (sztucznymi obciążeniami chroniącymi przed odbiciem sygnału). Stacje robocze podłączone są do przewodu za pomocą specjalnego odczepu (trójnika). Stosowany był on w tzw. grubej i cienkiej sieci Ethernet (10Base-5 i 10Base-2).

Topologia pierścienia (rysunek 1.6) używana jest np. w sieciach FDDI i Token Ring. Bardzo często instaluje się zdublowany pierścień w celu zapewnienia ciągłości pracy w razie awarii pierwszego obwodu. Najczęściej stosowany jest kabel światłowodowy.

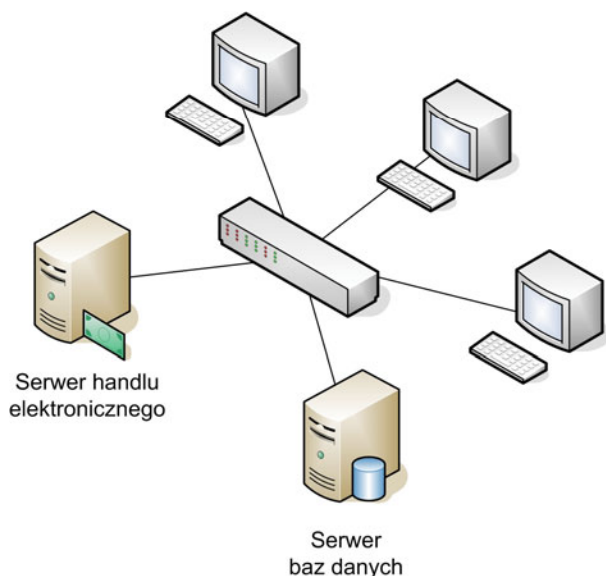
Rysunek 1.5.
Topologia magistrali



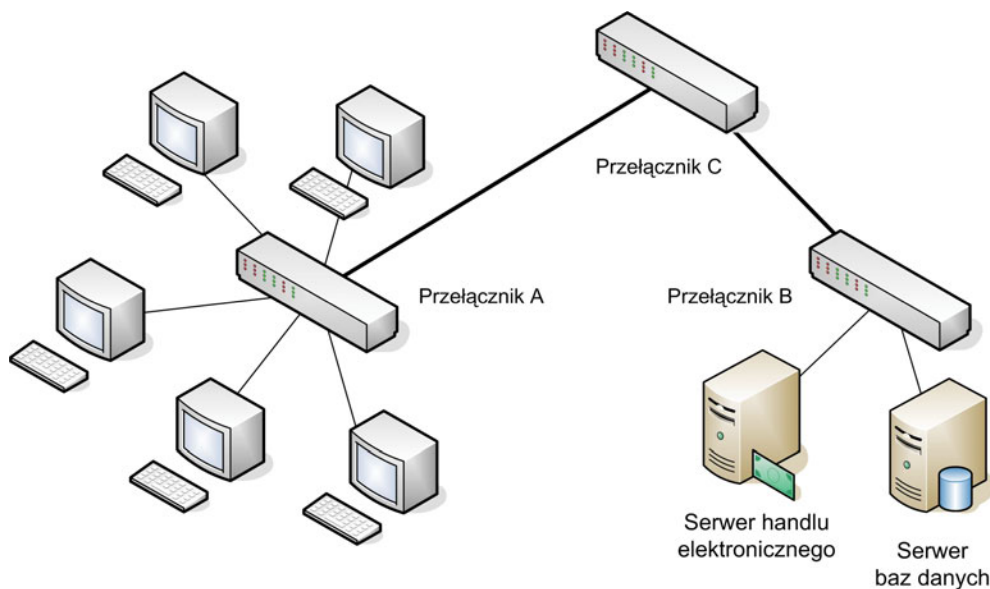
Rysunek 1.6.
Topologia pierścieniowa



W topologii gwiazdy centralnym punktem jest urządzenie aktywne, wokół którego skupiają się stacje sieci LAN. Każda maszyna posiada własne połączenie z przełącznikiem (rysunek 1.7).

Rysunek 1.7.*Topologia gwiazdy*

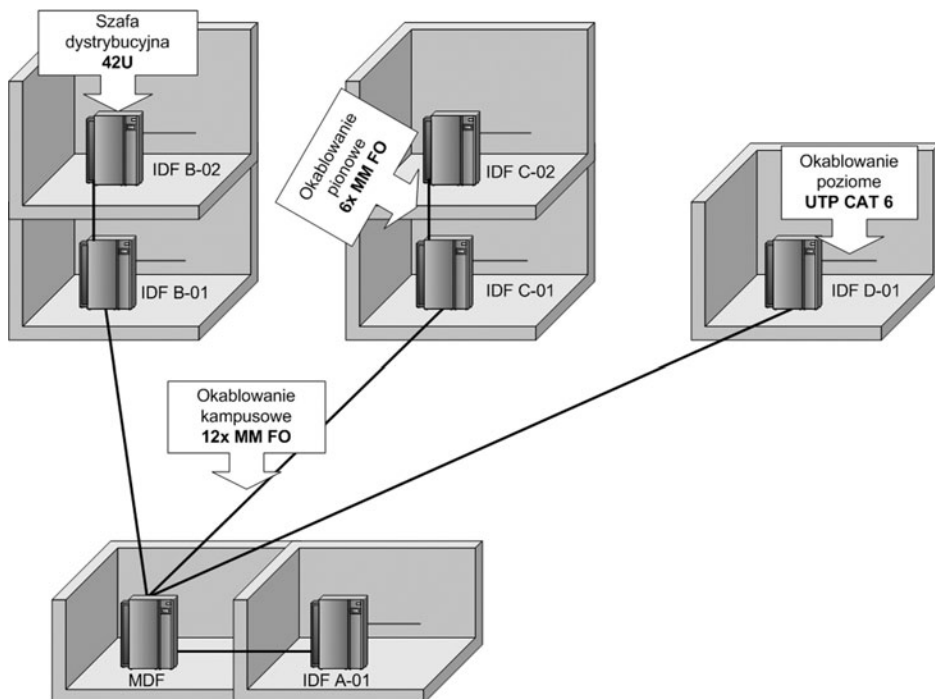
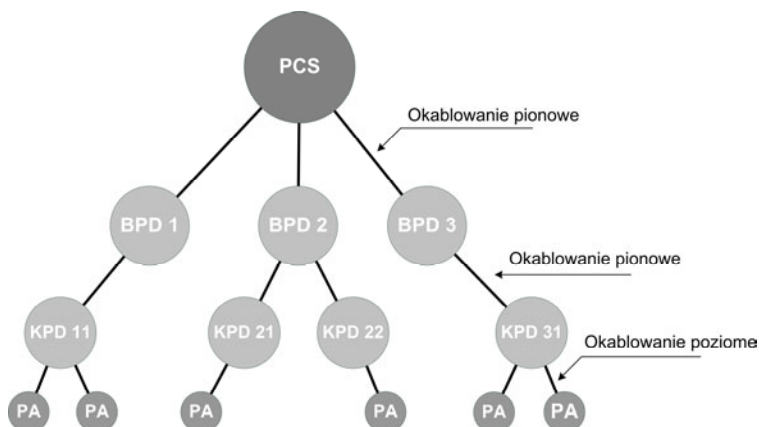
Topologia drzewiasta (rysunek 1.8) jest wykorzystywana do budowy systemów okablowania strukturalnego. Jest to topologia stosowana w większości standardów Ethernetu, który obecnie stanowi najpopularniejszą technologię sieci LAN. Zasada tej topologii polega na hierarchicznym łączeniu urządzeń aktywnych ze sobą, a następnie z gniazdami w punkcie abonenckim. Cechą charakterystyczną jest w tym przypadku łączenie ze sobą tylko dwóch urządzeń za pomocą pojedynczego kabla (np. przełącznik – przełącznik, przełącznik – komputer).

**Rysunek 1.8.** Topologia drzewiasta (hierarchicznej gwiazdy)

Topologia drzewiasta (rysunek 1.9) jest zalecana dla systemu okablowania strukturalnego. Zapewnia ona doprowadzenie indywidualnego kabla do każdego użytkownika sieci teleinformatycznej bezpośrednio z szafy dystrybucyjnej. Jak widać na rysunku 1.6, można wyróżnić trzy odcinki okablowania. Kolejne odcinki rozdzielają system na większą liczbę elementów. Największe rozdrobnienie występuje w okablowaniu poziomym, które łączy każde gniazdo RJ-45 z szafą dystrybucyjną. Przykładową konstrukcję systemu okablowania demonstrują na rysunku 1.10.

Rysunek 1.9.

*Topologia
hierarchicznej
gwiazdy dla SOS*



Rysunek 1.10. Przykładowa konstrukcja okablowania strukturalnego

Rozdział 2.

Przewodowe media transmisyjne

Ten rozdział traktuje o przewodowych mediach transmisyjnych. Omówię w nim rodzaje i klasyfikacje nośników. Przedstawię także rodzaje sygnału oraz podstawowe funkcje logiczne w układach cyfrowych.

Przewodowe media transmisyjne mają tę wyższość nad systemami bezprzewodowymi, iż oferują większe przepustowości. Cała sztuka polega na prawidłowym dobraniu przewodu oraz zapewnieniu stosownych warunków.

Placówki medyczne są doskonałym przykładem miejsc, w których powinno się stosować ekranowane kable miedziane. W szpitalach należy wystrzegać się rozwiązań bezprzewodowych, gdyż propagacja fal elektromagnetycznych może zakłócić pracę bardzo czułej aparatury medycznej. W salach operacyjnych z powodzeniem można wykorzystywać światłowody i ekranowane kable miedziane.

Typy sygnału

Sam sygnał (niezależnie od jego rodzaju) możemy zdefiniować jako falę elektromagnetyczną. Przewodnikami (mediami) fal elektromagnetycznych mogą być metale, kable światłowodowe czy powietrze.

Wyróżniamy dwa typy sygnałów:

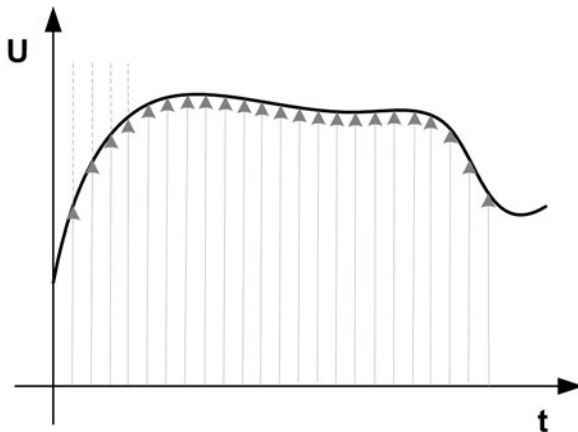
- ◆ analogowy,
- ◆ cyfrowy.

Sygnał analogowy jest funkcją napięcia i czasu. Zmienia się on w sposób ciągły. Przykładem sygnału analogowego jest ludzka mowa.

Natomiast sygnał dyskretny (cyfrowy) nie jest funkcją ciągłą, lecz ciągiem wartości próbek (ang. *sample*). Sygnał analogowy można przekształcić na postać cyfrową. Odbywa się to za pomocą próbkowania (dyskretyzacja, kwantowanie) przebiegu. W praktyce mierzona (próbkowana) jest chwilowa wartość sygnału analogowego w określonych odstępach czasu (rysunek 2.1). Sygnał dyskretny jest ciągiem próbek.

Rysunek 2.1.

Próbkowanie sygnału analogowego



Twierdzenie Kotelnikowa-Shannona mówi, że aby odtworzyć sygnał ciągły z sygnału dyskretnego, częstotliwość próbkowania musi być co najmniej dwa razy większa od szerokości jego pasma.

Nośnik CD-Audio jest próbkowany z częstotliwością 44,1 kHz (44 100 razy na sekundę). Ludzkie ucho słyszy dźwięki o częstotliwości około 20 kHz, tak więc aby odtworzyć sygnał z płyty audio, a następnie podać go w postaci analogowej, niezbędne jest co najmniej 40 000 (40 kHz) próbek.

Sygnał analogowy doskonale nadaje się do przekazywania dźwięków oraz informacji pomiarowych (np. temperatury), natomiast sygnał cyfrowy wykorzystywany jest do przedstawiania informacji logicznych i symbolicznych.

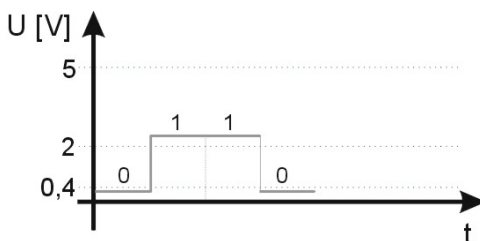
Proces kształtowania (formowania) danych w postaci cyfrowej nazywamy kodowaniem, a ich odczytu — dekodowaniem.

Kwantowanie w czasie (próbkowanie) jest tylko jednym z procesów tworzenia sygnału impulsowego. Tym niemniej dla naszych dalszych rozważań wystarczy wiedza o tym, na czym polega różnica między sygnałem cyfrowym a analogowym oraz jak powstaje impuls (bit).

W sygnale cyfrowym zmiana napięcia odbywa się skokowo w określonych odstępach czasu. Ma on zazwyczaj tylko dwa poziomy (rysunek 2.2): wysoki H (ang. *high*) i niski L (ang. *low*). W elektronicznych układach cyfrowych nośnikiem sygnału jest najczęściej napięcie. Przyjmuje ono w zależności od poziomu określone przedziały: poziom niski 0 – 0,4 V, poziom wysoki 2 – 5 V. Każdy z poziomów ma przypisaną wartość logiczną H = 1 (prawda) i L = 0 (fałsz) — stąd też sygnał nazywany jest cyfrowym.

Rysunek 2.2.

Sygnal cyfrowy
w dwóch poziomach
(H, L)

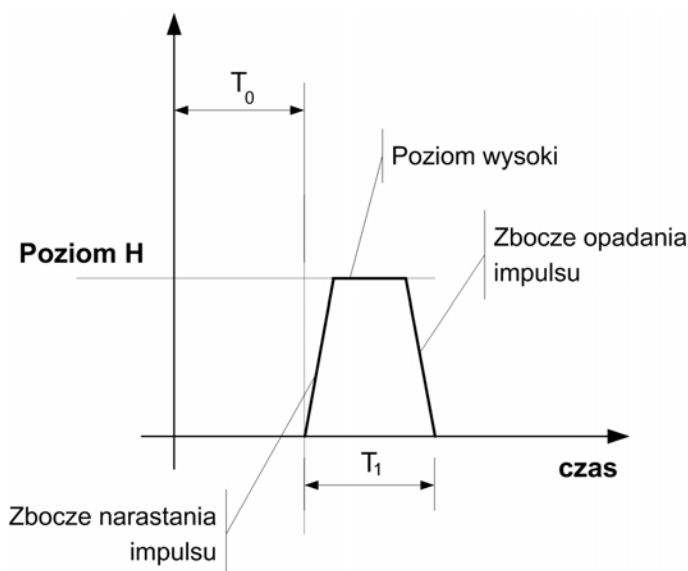


Na rysunku 2.2 widać, iż impulsy obrazują liczbę 0110 w systemie binarnym. W systemie dziesiętnym jest to liczba 6.

Bit posiada czas trwania T_1 . W tym okresie impuls narasta, utrzymuje stan logiczny (poziom) i opada (rysunek 2.3).

Rysunek 2.3.

Charakterystyka
pojedynczego impulsu,
gdzie T_0 to szerokość
szczeliny, a T_1 — czas
impulsu



Sygnal cyfrowy jest bardziej odporny na zakłócenia i zniekształcenia podczas jego transmisji. Impuls docierający do odbiornika jest identyfikowany (klasyfikowany) jako wartość jeden lub zero (poziom niski albo wysoki). Odbywa się to w oparciu o pomiar amplitudy odbieranego sygnału użytecznego. Ważne jest, aby amplituda sygnału zakłócającego nie przekroczyła progu detekcji sygnału właściwego. Jeżeli pojawi się zakłócenie, które przekroczy ten próg, zostanie zaklasyfikowane jako 1 lub 0 — powstanie błąd.

Ogólnie rzecz ujmując, błędy polegają na wstawianiu nowych (obcych) bitów w ciąg albo na przekłamywaniu wartości istniejącego znaku właściwie nadanego.

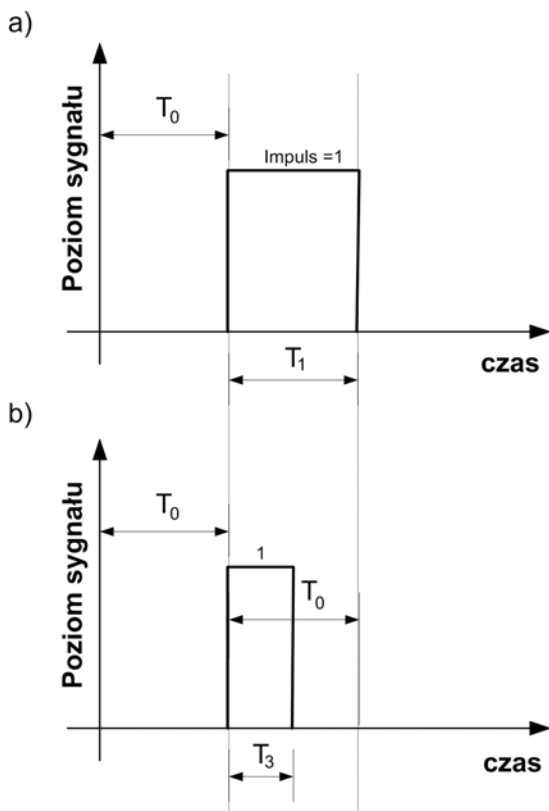
Problem jest znacznie głębszy, aniżeli ukazuje to zaprezentowane przeze mnie spojrzenie logiczne. Więcej do powiedzenia w tej materii mają fizycy i inżynierowie elektrycy, którzy pracują bezpośrednio przy produkcji sprzętu pasywnego. To oni określają parametry produktu.

Zadaniem projektantów systemu okablowania strukturalnego jest odpowiedni dobór elementów względem siebie oraz zapewnienie im odpowiedniego środowiska pracy zgodnie z wytycznymi zawartymi w karcie produktu. Potrzebna jest do tego podstawowa wiedza z zakresu natury sygnału i aspektów jej towarzyszących.

Sygnał cyfrowy może być kodowany i transmitowany w dwóch postaciach (rysunek 2.4). Pierwszy przypadek określany jest kodowaniem bez powrotu do zera (ang. *Non Return to Zero* — NRZ), a drugi — z powrotem do zera (ang. *Return to Zero* — RZ). Obie metody wykorzystywane są w światłowodach.

Rysunek 2.4.

Kodowanie sygnału NRZ i RZ,
gdzie T_0 jest szerokością
szczeliny czasowej
przeznaczonej dla 1 bitu,
a T_1 i T_3 to czas trwania
impulsu



W kodowaniu RZ pojedynczy bit równy 1 reprezentowany jest przez niezależny impuls, natomiast przy metodzie NRZ sąsiadujące wartości 1 tworzą odpowiednio dłuższy impuls łączny. Kodowanie NRZ zapewnia efektywne wykorzystanie szerokości pasma, zaś technika RZ zwiększa szerokość pasma dwukrotnie (uzyskujemy większą liczbę zmian wartości sygnału).

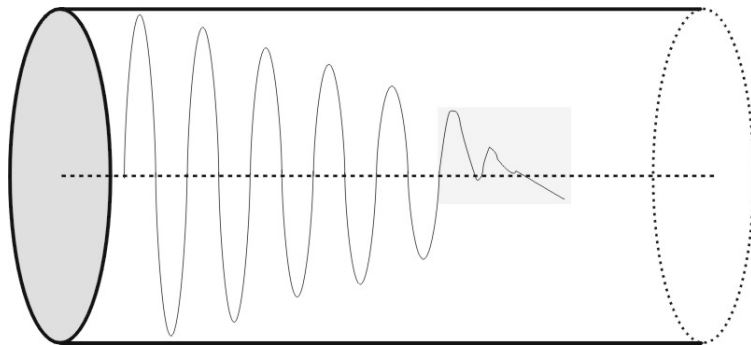
Z pojęciem sygnału nierozdzielnie wiążą się poniższe terminy.

Tłumienie sygnału — to nic innego jak zmniejszenie siły sygnału.

Zniekształcenie sygnału — jest to dość groźne zjawisko, które polega na niepożądanym zmianie charakterystyki sygnału (kształtu).

Na rysunku 2.5 widać sygnał analogowy (sinusoidalny) gasnący. W ostatniej fazie (zaciemniony prostokąt) jest on wyraźnie zniekształcony w stosunku do pierwotnej sinusoidy. W celu przywrócenia początkowej siły sygnału należy zastosować wzmacniacz. Powinno się go podłączyć w takim odcinku kabla, aby sygnał jeszcze nie był poddany zniekształceniu.

Rysunek 2.5.
Sygnał analogowy



Więcej informacji na ten temat umieściłem w rozdziale 6. „Odbiór systemu okablowania”. Omawiam w nim aspekty związane z pomiarami przewodów, a także całych linii transmisyjnych.

System binarny

Dwójkowy system liczbowy jest powszechnie wykorzystywany w informatyce. Do zapisu liczb potrzebujemy tylko dwóch znaków: 0 i 1 (L i H). W pozycyjnych systemach liczbowych liczby zapisuje się jako ciągi cyfr. Aby obliczyć wartość liczby dziesiętnej zapisanej w systemie binarnym, musimy pomnożyć wszystkie cyfry z ciągu przez wartość kolejnej potęgi liczby stanowiącej podstawę systemu, a następnie uzyskane w ten sposób wartości poddać operacji sumowania.

Ciąg cyfr 1100 w systemie binarnym odpowiada liczbie 12 podanej dziesiętnie.

Obliczamy to w następujący sposób:

$$(1100)_2 = (1x2^3 + 1x2^2 + 0x2^1 + 0x2^0) = 8+4+0+0 = (12)_{10}$$

Dodatkowe dwa przykłady:

$$(10110)_2 = (1x2^4 + 0x2^3 + 1x2^2 + 1x2^1 + 0x2^0) = 16+0+4+2+0 = (22)_{10}$$

$$(11000000)_2 = (1x2^7 + 1x2^6 + 0x2^5 + 0x2^4 + 0x2^3 + 0x2^2 + 0x2^1 + 0x2^0) = (192)_{10}$$

Najprostszą metodą uzyskania notacji binarnej z systemu dziesiętnego jest wykonywanie dzielenia przez 2 liczby przekształcaniej oraz zapisywanie reszty z operacji.

Przeliczmy liczbę $(48)_{10}$ na system dwójkowy:

Wynik	Dzielnik	Reszta
48	$\div 2$	0
24	$\div 2$	0
12	$\div 2$	0
6	$\div 2$	0
3	$\div 2$	1
1	$\div 2$	1

Wartości z kolumny *Reszta* odczytujemy, zaczynając od dołu. Uzyskany w ten sposób ciąg stanowi zapis dwójkowy liczby $(48)_{10} = (110000)_2$.

Rozważmy jeszcze jeden przykład. Niech będzie to liczba $(127)_{10}$.

Wynik	Dzielnik	Reszta
127	$\div 2$	1
63	$\div 2$	1
31	$\div 2$	1
15	$\div 2$	1
7	$\div 2$	1
3	$\div 2$	1
1	$\div 2$	1

Liczbie $(127)_{10}$ odpowiada zapis $(1111111)_2$.

Sprawne posługiwanie się systemem binarnym wymaga biegłości w potęgowaniu liczby 2, gdyż jest ona podstawą potęgowania (np. $1024 = 2^{10}$). Z uwagi na to, iż najłatwiejsze rzeczy sprawiają nieprzewidywalnie dużo problemów, w tabeli 2.1 zawarłem przykładowe potęgi liczby dwa.

Tabela 2.1. Popularne potęgi liczby 2

Potęga liczby 2	Wartość
2^0	1
2^1	2
2^2	4
2^3	8
2^4	16
2^5	32
2^6	64
2^7	128
2^8	256
2^9	512
2^{10}	1024
2^{16}	65536
2^n	2^n

Przed przystąpieniem do omawiania elementarnych podstaw teoretycznych cyfrowych układów logicznych czuję się zobowiązany do wprowadzenia terminu *bit* i *bajt*.

Bit jest symbolem występującym tylko w dwóch wartościach (0 lub 1). Słowo 1-bitowe może przenosić maksymalnie dwie różne informacje. Bajt jest grupą 8 bitów i pozwala reprezentować 256 różnych informacji.

Informacja jest wartością (kombinacją znaków) przenoszoną w słowie bitowym. Słowo 3-bitowe umożliwia przesłanie 8 (2^3) różnych informacji. 3 bity dają osiem kombinacji wartości słowa (tabela 2.2).

Tabela 2.2. Kombinacje znaków dla słowa 1-, 2- i 3-bitowego

1 bit	2 bity	3 bity
0	00	000
1	01	001
	10	010
	11	011
		100
		101
		110
		111

Wielokrotności (mnożniki) dla jednostek bit i bajt przedstawiłem w tabeli 2.3.

Tabela 2.3. Wielokrotności pojedynczego bitu

Wielokrotność	bit	bajt
kilo = $1024 = 2^{10}$	kb (kilobit)	kB (kilobajt)
mega = $1048576 = 2^{20}$	Mb (megabit)	MB (megabajt)
giga = $1073741824 = 2^{30}$	Gb (gigabit)	GB (gigabajt)
tera = $\text{giga} * 1024 = 2^{40}$	Tb (terabit)	TB (terabajt)

Adres sieci w IPv4 składa się z 32 bitów. W celu zachowania przejrzystości zapisu oddziela się je kropką co osiem znaków. Adres IPv6 oparty jest na 128 bitach, a co za tym idzie, umożliwia przydzielenie znacznie większej liczby adresów. Teoretycznie rzecz ujmując, IPv4 pozwala na zaadresowanie maksymalnie 4 294 967 296 maszyn (2^{32}). Oczywiście nie wszystkie kombinacje można wykorzystać, ale jest to temat do osobnych rozważań. Analogicznie IPv6 daje 340 282 366 920 938 463 463 374 607 431 768 211 456 różnych kombinacji (2^{128}).

Popełniłbym duży błąd, gdybym wspominając o adresach IP, nie podał przykładu przeliczenia ich z systemu dziesiętnego na binarny. Ta umiejętność zawsze się przyda.

Rozwiążmy następujące zadanie dla IPv4: **192.168.171.123**.

$$(192)_{10} = (11000000)_2$$

$$(168)_{10} = (10101000)_2$$

$(171)_{10} = (10101011)_2$

$(123)_{10} = (01111011)_2$

Tak więc adres IP 192.168.171.123 w notacji dwójkowej wygląda następująco: 11000000.10101000.10101011.01111011.

Przytoczyłem podstawowe informacje na temat natury sygnału cyfrowego oraz systemu liczb dwójkowych. Wiedza ta będzie niezbędna podczas dalszych rozważań.

Algebra Boole’a

W związku z faktem, iż sygnał cyfrowy przyjmuje dwie wartości logiczne, niezbędne jest zapoznanie się z podstawowymi elementami algebry Boole’a. Operuje ona zmiennymi dwuwartościowymi (0 oraz 1). Wynikami jej funkcji (operacji) są zawsze elementy 0 i 1. W logice dodatniej 1 reprezentuje prawdę, natomiast w logice ujemnej — fałsz (tabela 2.4).

Tabela 2.4. Wartości logiczne a poziomy

LOGIKA	Poziom L	Poziom H
Dodatnia	0	1
Ujemna	1	0

Oto trzy podstawowe operacje boole’owskie (tabela 2.5):

- ♦ suma logiczna: $a \vee b$;
- ♦ koniunkcja (iloczyn logiczny): $a \wedge b$;
- ♦ negacja logiczna (dopełnienie): $\bar{a}$.

Tabela 2.5. Tabela prawdy

Wartość funktora		$a \vee b$	$a \wedge b$	$\bar{a}$
a	b			
0	0	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	1	0	0
1	1	1	1	0

Pojedyncze funkcje logiczne realizowane są przez elementy zwane bramkami logicznymi.

Jeśli na wejściu bramki OR (suma) pojawi się sygnał 1 i 1, to w wyniku przeprowadzonej operacji logicznej na wyjściu uzyskamy wartość 1. Analogicznie odbywa się to w innych bramkach realizujących typowe funkcje.

Dlaczego umiejętność posługiwania się fundamentalnymi funkcjami logicznymi jest tak ważna?

Dysponujemy argumentami logicznymi (0 i 1), za pomocą których możemy określać stany poszczególnych elementów cyfrowych. W teorii wszystkie funkcje logiczne można zrealizować przy użyciu tylko trzech podstawowych operacji: negacji, sumy i iloczynu.

Tego się jednak nie praktykuje, gdyż układy logiczne byłyby zbyt rozbudowane, a tym samym — drogie. W praktyce stosuje się „gotowe” elementy z zaimplementowanymi funkcjami podstawowymi oraz operacjami bardziej złożonymi. Obowiązkiem inżyniera jest znać efekt (wynik) zestawienia ze sobą kilku układów cyfrowych.

Jednak nie jest to jeszcze pełny obraz zasadności stosowania rachunku zdań.

Załóżmy, że mamy system automatycznego wyłączania światła. Czujnik (jako moduł logiczny) podaje sygnał 1 oznaczający, że na dworze jest jasno. Wypadałoby wyłączyć oświetlenie. Jednak sprawdziliśmy, że nasz automatyczny wyłącznik zareaguje na niski poziom napięcia 0. Musimy zmienić sygnał z 1 na 0. W tym momencie przychodzi z pomocą układ dokonujący negacji logicznej.

Od razu można sobie wyobrazić kod binarny ramki Ethernet — rozpisanie go na papierze jest wręcz niewykonalne. Z pewnością nie jesteśmy ascetami i nie będziemy się dobrowolnie umartwiać. Rynek oferuje szereg doskonałych urządzeń, które są przeznaczone do ściśle określonych technologii transmisji.

Doskonałym przykładem są światłowodowe linie teleinformatyczne. Firmy, dysponując kilkoma włóknami światłowodowymi, potrafią zapewnić dostęp do Internetu oraz łączność głosową między państwami. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu komutacyjnych układów służących do łączenia i przełączania sygnałów cyfrowych, czyli układów kombinacyjnych.

Multiplexer — służy do „złączania” szeregu informacji w jeden sygnał, który będzie przesyłany pojedynczym kanałem transmisyjnym.

Demultiplexer — jak łatwo rozszyfrować, pełni funkcję odwrotną do multiplexera.

Koder — wywołuje proces formowania informacji do postaci cyfrowej. Proces ten nazywa się kodowaniem.

Dekoder — urządzenie to umożliwia odczytanie zakodowanej informacji.

Proces kodowania sygnału analogowego nazywamy modulacją, jeżeli nośnikiem informacji jest przebieg zmienny (np. sinusoidalny). Demodulacja jest procesem dekodowania sygnału dyskretnego.

Wprowadzenie do układów cyfrowych

Układ cyfrowy jest elementem elektronicznym, który realizuje operacje zgodnie z algebrą Boole’a. Procesor jest zaawansowanym układem logicznym.

Na poniższym diagramie (rysunek 2.6) przedstawiam przykładowy system, który wykorzystuje cyfrowy układ logiczny. Czujnik odbiera sygnał A zawierający informację, iż pada deszcz. Następnie przekazuje dalej parametr B (sygnał analogowy) do układu wejścia, ten zaś przetwarza sygnał analogowy na cyfrowy (A/C) i podaje wartość logiczną na wejście układu negocjacyjnego. Układ logiczny podejmuje decyzję (algebra Boole'a). Przetworzony sygnał D jest podawany w postaci logicznej na wyjście układu (E). Układ sterujący wykonuje otrzymaną komendę, np. zamknięcie okien w budynku (F).



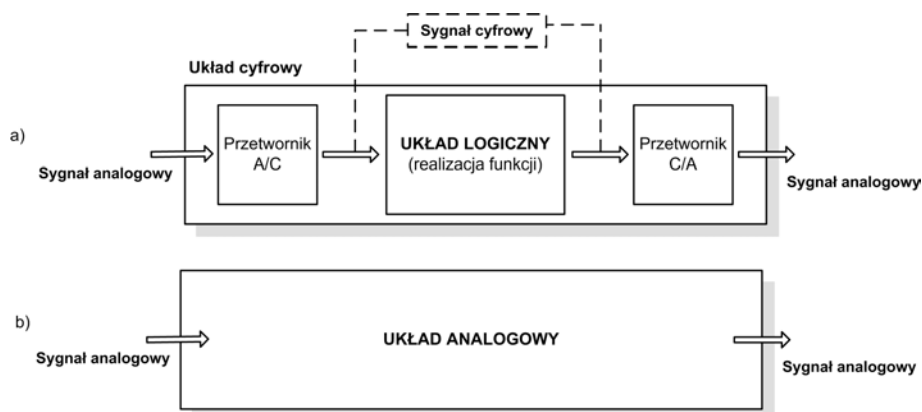
Rysunek 2.6. Przykładowy system z wykorzystaniem układu logicznego

Założmy, że układ logiczny realizuje funkcję *NOT*. Wartość 1 parametru C oznacza wykrycie opadów deszczu; analogicznie 0 określa ich brak. Układ decyzyjny otrzyma wartość 1, która na wyjściu będzie już wynosić 0. Zero dla układu sterującego oznacza podjęcie określonego działania.

Przełożmy ten przykład na system wykrywania pożaru. Czujnik odbiera sygnał o zadymieniu. Układ logiczny otrzymuje bit równy 0. Negocjuje wynik i podaje do układu sterującego wartość 1, która stanowi sygnał do zwolnienia blokady (uruchomienia) systemu gaśniczego.

Powyższe dwa przypadki są oczywiście niezmiernie proste, aczkolwiek wystarczające do pokazania możliwości zastosowania układów kombinacyjnych.

Na rysunku 2.7 zamieściłem poglądowy schemat przetwarzania sygnałów ciągłych w układach cyfrowych i analogowych. Informacja analogowa przed przetworzeniem w układzie logicznym musi zostać przetworzona na postać cyfrową (przetwornik A/C). Następnie poddawana jest właściwemu przetworzeniu i przywracana do postaci analogowej (przetwornik C/A).

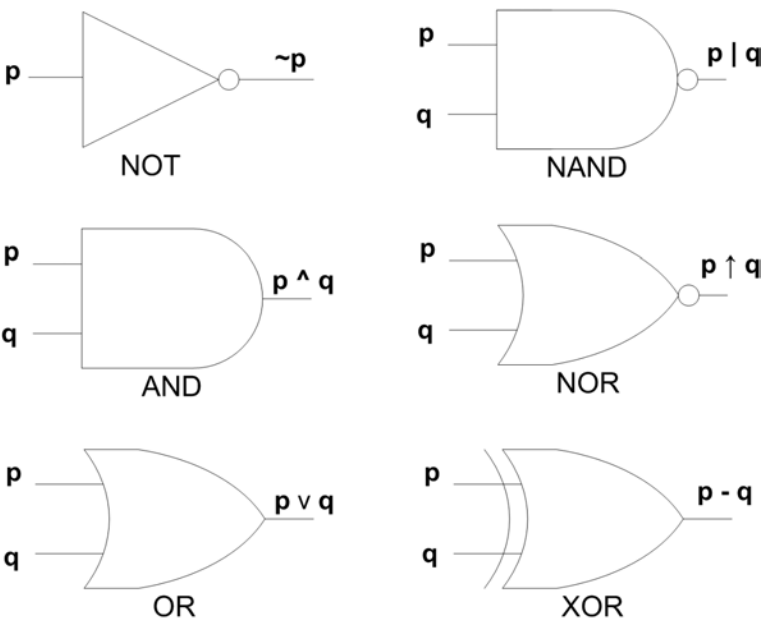


Rysunek 2.7. Schemat przetwarzania sygnału w układzie a) cyfrowym; b) analogowym

Układy cyfrowe są monolityczne i realizują jedną funkcję lub więcej. Opisuje się je za pomocą bramek logicznych. Zestawienie elementarnych symboli funkcyjnych zamieściłem na rysunku 2.8.

Rysunek 2.8.
*Symbole podstawowych
bramek logicznych*

**Symbol funkcyjnego
wg MIL-STD-806B**

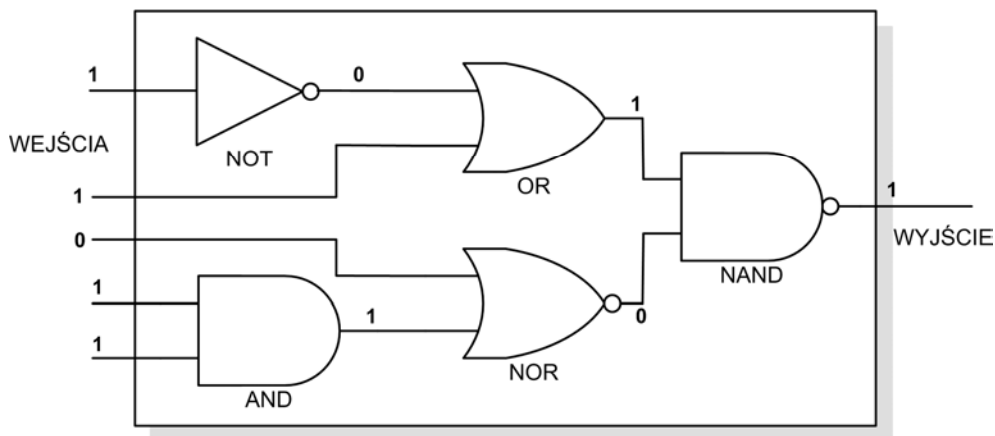


Każda bramka realizuje jakąś funkcję. Wynik operacji zależy od kombinacji danych wejściowych. Rezultaty działań ujęte są w tzw. tabeli prawdy dla bramki (zestawienie w tabeli 2.6).

Tabela 2.6. *Tabela prawdy dla podstawowych operacji logicznych*

p	q	NOT p	NOT q	p AND q	p OR q	p NAND q	p NOR q	p XOR q
0	0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1	0	0	0

Poniższy diagram (rysunek 2.9) to przykładowy układ logiczny zbudowany w oparciu o pięć bramek. Do układu dociera kombinacja pięciu różnych parametrów wejściowych. Na tej podstawie zostaje wynegocjowany stan logiczny na wyjściu układu.



Rysunek 2.9. Przykładowy układ cyfrowy

W tym rozdziale dowiedzieliście się, jakimi cechami charakteryzuje się sygnał analogowy i cyfrowy. Przytoczyłem także podstawowe informacje dotyczące przekształcania sygnału A/C.

Powinniście posiadać już umiejętność identyfikacji bitu (impulsu) oraz przeliczania liczb systemu dziesiętnego na dwójkowy.

Poznaliście podstawy algebry Boole'a, układów logicznych i techniki cyfrowej. Ta minimalna wiedza jest niezbędna do dalszego zgłębiania tajników systemu okablowania strukturalnego.

Wiecie już, że sieć może być przyczyną błędnego zinterpretowania stanu bitu. Jeżeli nadajnik wyśle wartość 0, a odbiornik zaklasyfikuje ją jako 1, powstanie błąd logiczny. W takim przypadku na wejściach układów cyfrowych pojawi się zafałszowany parametr sterujący. Skutkować to będzie złym wynikiem na wyjściu układu.

Projektując sieci teleinformatyczne, nie musicie być ekspertami z dziedziny budowy cyfrowych układów urządzeń elektronicznych. Nad tym pieczę mają inżynierowie pracujący przy budowie takowego sprzętu. Jednak nie jesteście całkowicie zwolnieni z posiadania elementarnej wiedzy w tej materii. Podczas pracy zawodowej będziecie mieli styczność z różnymi systemami. Może się zdarzyć, iż w sieci będą pracować urządzenia (maszyny) sterowane cyfrowo. Skutki wykonania błędnego polecenia (niezamierzonego przez operatora) mogą być tragiczne. Wcześniej wspomniałem o złym wyniku na wyjściu układu cyfrowego, który w naszym przykładzie może być komendą wejściową dla maszyny.

Oczywiście problem jest o wiele bardziej skomplikowany, a w dodatku można go rozwiązywać w oparciu o rachunek prawdopodobieństwa, wyliczając szansę wystąpienia akurat takiej kombinacji sygnałów, która będzie zgodna z jakimś poleceniem. W innym przypadku urządzenie powinno zgłosić błąd sterowania. Dywagacje teoretyczne warto odłożyć na bok. Wypadki z natury są niezamierzone. Często ich przyczyną jest splot różnych okoliczności.

Każda dodatkowa wiedza pozwala oddalić od systemu potencjalne zagrożenie dla środowiska pracy i przetwarzanych danych.

W dalszej części książki napiszę, jak zabezpieczyć urządzenia oraz system okablowania strukturalnego przed czynnikami wpływającymi negatywnie na jakość oraz spójność i ciągłość sygnału.

Kable miedziane

Kable miedziane dzielą się na dwie podstawowe grupy:

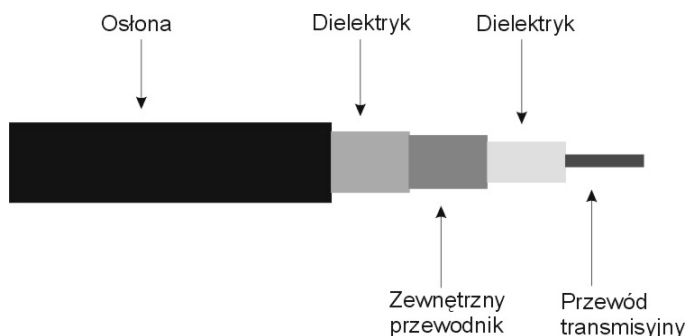
- ♦ kable koncentryczne,
- ♦ kable skręcane (czteroparowe lub wieloparowe).

Kable koncentryczne

Kable te praktycznie wyszły już z użycia w sieciach teleinformatycznych. Przedstawię jednak ich krótką charakterystykę ze względu na to, iż podczas prac administracyjnych gdzieś jeszcze możemy się na nie natknąć.

Jeśli staniemy oko w oko z siecią opartą na przewodach BNC, należy zastosować procedurę awaryjną — uciekamy! Oczywiście żartowałem. Ta archaiczna dziś technologia w przeszłości stanowiła podstawę większości sieci komputerowych. Z takim kablem możemy się jeszcze czasem spotkać w sieciach osiedlowych. Często za jego pomocą wykonywano „przerzutki” na sąsiedni blok. Z powodzeniem jest także stosowany w sieciach telewizji kablowych. Na rysunku 2.10 przedstawiam klasyczną budowę przewodu BNC.

Rysunek 2.10.
Kabel koncentryczny
— budowa



Przewód koncentryczny obsługuje dwie technologie Ethernet:

- ♦ 10Base-2 („cienki” Ethernet) — grubość kabla $\frac{1}{4}$ ".
- ♦ 10Base-5 („gruby” Ethernet) — grubość przewodu $\frac{1}{2}$ ".

Kabel koncentryczny ma impedancję falową o wartości 50Ω , dlatego też sztuczne obciążenie (terminator) zamykające magistralę także powinno mieć rezystancję 50Ω . Terminatory winny być też uziemione — do tego celu służą specjalne łańcuszki.

Sieci wykonywane przy wykorzystaniu kabla koncentrycznego funkcjonują w topologii magistrali. Stacje przyłączane są do sieci za pomocą trójnika. Jest to element, który ma trzy końcówki BNC. Jedną podłączamy do karty sieciowej, natomiast do drugiej i trzeciej podłączamy lewy i prawy segment sieci.

Kabel koncentryczny ma kilka podstawowych wad. Oto one:

- ◆ Słaba skalowalność — jeżeli chcemy podłączyć nową stację, jesteśmy zmuszeni przeciąć segment, aby zaimplementować dodatkowy trójnik.
- ◆ Ograniczenie szybkości transmisji do 10 Mb/s.
- ◆ W przypadku uszkodzenia kabla zazwyczaj unieruchomiony jest cały segment (domena kolizji).

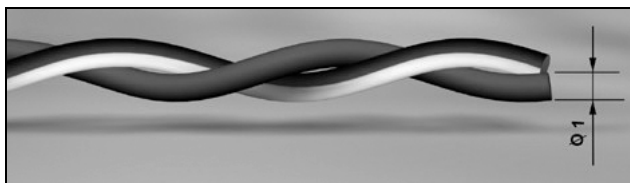
Pewną zaletą jest natomiast możliwość instalacji dość długich segmentów. W przypadku „cienkiego” Ethernetu jest to 185 m, a „grubego” — 500 m.

Kable UTP

Kable UTP (ang. *Unshielded Twisted Pair*) stanowią najpopularniejszy środek transmisji danych w sieciach LAN. Jak wcześniej wspomniałem, w wyniku standaryzacji tego typu przewody obsługują całą gamę systemów teleinformatycznych — są to kable uniwersalne. Najczęściej służą do budowy okablowania poziomego. Popularna skrętka zawdzięcza swą nazwę splotowi norweskiemu, w którym żyła nadrzędna i podrzędna skręcone są ze sobą wokół wspólnej osi (rysunek 2.11).

Rysunek 2.11.

Splot dwóch żył kabla UTP (Molex)



Przewody UTP zostały sklasyfikowane według kategorii. W standardzie ISO podziału dokonano za pomocą liter (A, B, C, D, E, F), a standard EIA/TIA klasyfikuje wydajność przy użyciu cyfr (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). Więcej informacji o normach dotyczących kabli oraz całego systemu okablowania umieściłem w rozdziale poświęconym tej tematyce.

Pojęcia klasy i kategorii nie są równoznaczne. Pojęcie kategorii (np. 5., 6., 7.) odnosi się do pojedynczego elementu sieci pasywnej (kabla, gniazda, złącza, krosownicy itd.), natomiast klasa dotyczy całej sieci strukturalnej, która jest rozpatrywana pod względem wymogów aplikacji. Tak więc stosując elementy kategorii 5., możemy osiągnąć klasę D dla całego systemu, ale nie musimy. W „źle” wykonanej instalacji istnieje prawdopodobieństwo, iż nie osiągniemy wymogów norm dotyczących interesującej nas

klasy. Przyczyn takiego stanu rzeczy może być wiele, począwszy od złego projektu i doboru niskiej jakości elementów, a skończywszy na nieprecyzyjnym i wadliwym wykonaniu systemu okablowania.

Z uwagi na fakt, iż w środowisku inżynierskim powszechnie stosuje się nomenklaturę EIA/TIA, właśnie ona będzie nadawała ton dalszemu opisowi. Kategoria kabla określa jego parametry, a tym samym wydajność (tabela 2.7).

Tabela 2.7. *Klasy kabli UTP*

Kategoria		Opis	Przykładowy standard
ISO	EIA/TIA		
	1	Kabel przeznaczony do systemów telefonicznych. Nie wykorzystujemy go do transmisji danych.	
	2	Dwie pary przewodów; maksymalna częstotliwość 4 MHz (modem, głos).	PPP
	3	Maksymalna częstotliwość 10 MHz. Przewód składa się z czterech par skręconych ze sobą żył.	10Base-T
C	4	Cztery pary żył. Częstotliwość do 16 MHz.	
D	5	Cztery pary przewodów. Transmisja do 100 MHz.	100Base-TX
D+	5e	Ulepszona kategoria 5. Gwarantuje transmisję z szybkością 1000 Mb/s.	1000Base-T
E	6	Częstotliwość do 250 MHz.	1000Base-T
F	7	Częstotliwość do 600 MHz	1000Base-T

W celu zachowania przejrzystości postanowiłem w tym rozdziale wymienić tylko kategorie kabli skręconych. Szczegółowe opisy i parametry przewodów umieściłem w rozdziale poświęconym normom okablowania strukturalnego. Instytucje standaryzujące publikują biuletyny, na których podstawie producenci okablowania i sprzętu projektują swoje produkty. Innymi słowy, dokonując zakupu potrzebnych elementów, musimy zwrócić uwagę na ich kategorię, np. 5. według EIA/TIA. Decydując się na standard sieci LAN, automatycznie mamy określoną minimalną kategorię kabla UTP lub rodzaj światłowodu. Cała sztuka polega na tym, aby zastosować przewód obsługujący zarówno obecną technologię, jak i przyszłą. Najbezpieczniej będzie zapomnieć o posługiwaniu się przewodami kategorii niższej niż 6.! Zagwarantuje to bezpieczną migrację ze standardu 100Base-TX do 1000Base-T. Całkiem przyjemnie będzie wymienić tylko karty sieciowe i urządzenia aktywne, zamiast dodatkowo wrywać przewody ze ścian. Inwestorom z reguły zależy na redukcji kosztów, a projektanci i instalatorzy, gdy chcą być konkurencyjni na rynku, muszą również przestrzegać powyższej zasady — minimum stanowi kategoria 6. Zagwarantuje to spójność danych i integralność całego systemu.

Kładąc na szale wady i zalety stosowania przewodów UTP co najmniej kategorii 6., robimy to tylko w celach informacyjnych. Warto mieć świadomość, jakimi atutami (możliwościami) dysponujemy, a co nas ogranicza.

Oto zalety UTP kategorii 6.:

- ◆ Skrętka 5e jest stosunkowo ekonomicznym medium.
- ◆ Nie przysparza trudności podczas dołączania terminatorów (o ile umie się to poprawnie zrobić, co nie jest zbyt skomplikowane).
- ◆ Obsługuje wiele standardów sieciowych (Ethernet, ATM, FDDI).
- ◆ Umożliwia transmisję do 1000 Mb/s.

Do wad skrętki można zaliczyć:

- ◆ podatność na uszkodzenia mechaniczne, szczególnie na zgniecenie,
- ◆ ograniczenie segmentu sieci do 100 m,
- ◆ słabą odporność na zakłócenia przewodów nieekranowanych.

Praktyczne podejście do przewodów UTP

Przewody skręcane dzielimy na ekranowane i nieekranowane. W zależności od tego, w jakim środowisku przyjdzie funkcjonować wdrażanej instalacji, wybieramy stosowny kabel.

Norma ISO/IEC 11801 w wydaniu drugim z 2002 roku reguluje zasady nazewnictwa kabli instalacyjnych. W tabeli 2.8 przedstawiam zestawienie nowej oraz starej nomenklatury. Pierwszy parametr określa ekranowanie między żyłami a izolacją, natomiast drugi dotyczy ekranu na pojedynczej parze (rysunek 2.12). Na rysunku 2.13 przedstawiłem porównanie czterech typów kabli instalacyjnych.

Rysunek 2.12.

Nowe nazewnictwo kabli instalacyjnych

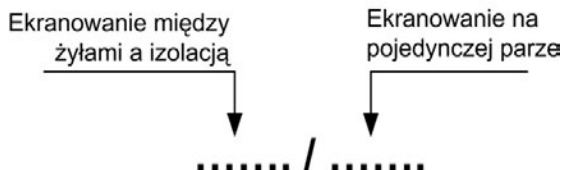
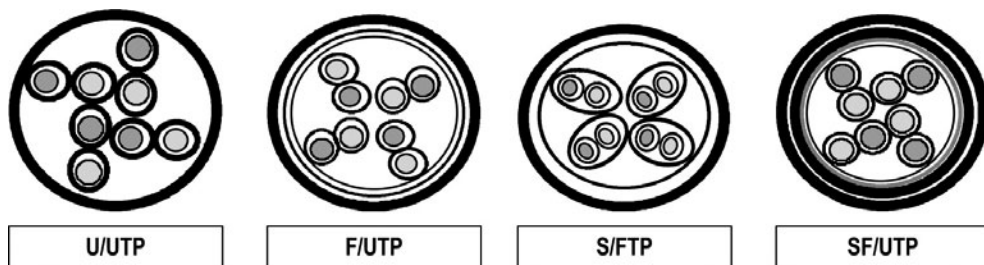


Tabela 2.8. *Nowe nazwy przewodów instalacyjnych*

Stara nazwa	Nowa nazwa	Kategoria kabla
UTP	U/UTP	5, 5e, 6
FTP, STP	F/UTP	5, 5e, 6
S-FTP, STP	SF/UTP	5, 5e, 6
S-STP	S/FTP	6, 7

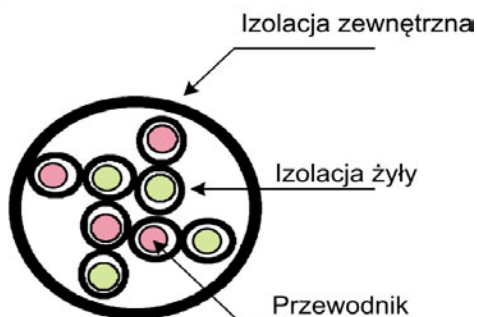


Rysunek 2.13. Porównanie kabli miedzianych

Zwykły kabel U/UTP składa się z czterech par przewodów umieszczonych we wspólnej izolacji (rysunek 2.14).

Rysunek 2.14.
Kabel typu U/UTP

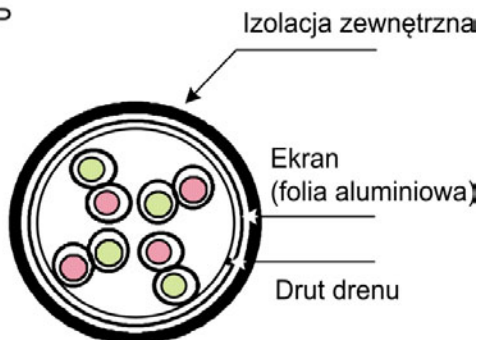
A) U/UTP



Skętka F/UTP dodatkowo zabezpieczona jest folią aluminiową ekranującą (chroniącą) wszystkie żyły w kablu (rysunek 2.15).

Rysunek 2.15.
Kabel typu F/UTP

B) F/UTP

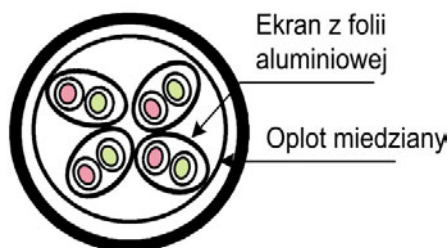


Skętka S/FTP oprócz folii ekranującej poszczególne pary wyposażona jest dodatkowo w opłot miedziany, który znajduje się bezpośrednio pod izolacją zewnętrzną (rysunek 2.16).

Przewód SF/UTP chroni i ekranuje żyły kabla poprzez cztery warstwy: izolację zewnętrzną, folię ekranującą, opłot miedziany oraz folię poliestrową (rysunek 2.17).

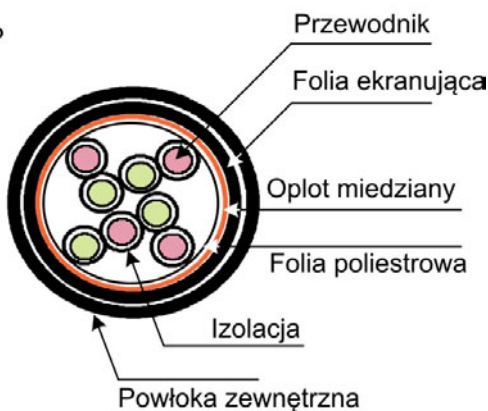
Rysunek 2.16.
Kabel typu S/FTP

C) S/FTP



Rysunek 2.17.
Kabel typu SF/UTP

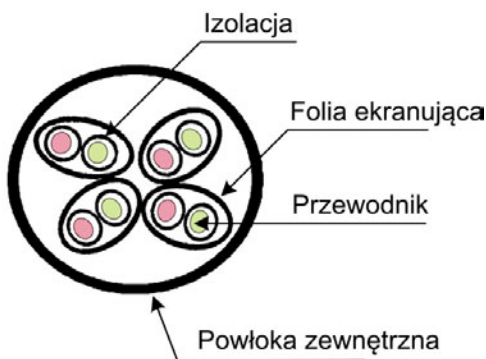
D) SF/UTP



Kabel U/FTP cechuje się osobnym ekranowaniem poszczególnych par (rysunek 2.18).

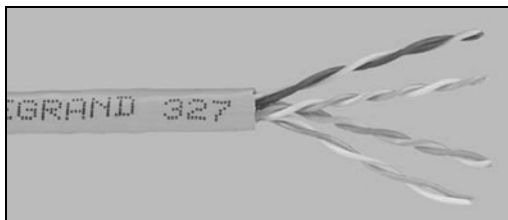
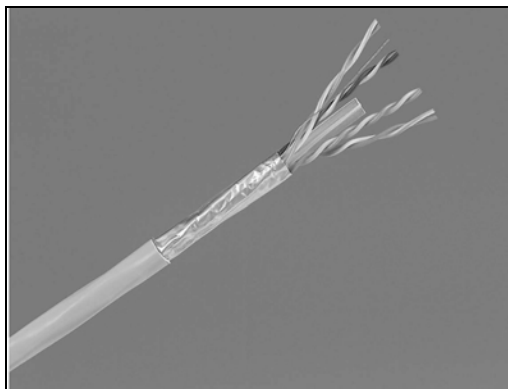
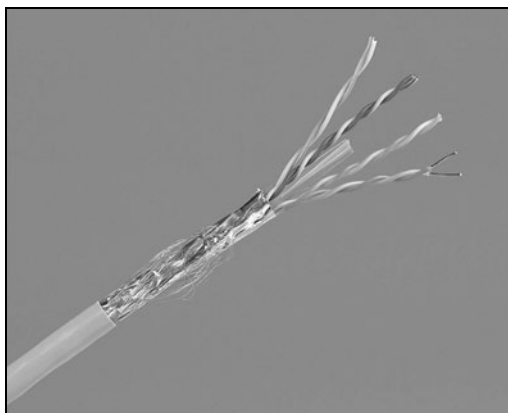
Rysunek 2.18.
Kabel typu U/FTP

E) U/FTP



Na rysunku 2.19 przedstawiam przewód U/UTP z widocznym oznaczeniem producenta i wyrażonej w metrach odległości od początku szpuli.

Na rysunku 2.20 doskonale widać ekran (folię) wychodzący spod zewnętrznej izolacji przewodu F/UTP. Analogiczną sytuację dla kabla SF/UTP można zobaczyć na rysunku 2.21.

Rysunek 2.19.*Kabel U/UTP**(Legrand)***Rysunek 2.20.***Kabel F/UTP**(Legrand)***Rysunek 2.21.***Kabel**SF/UTP(Legrand)*

Bardzo ważną kwestią jest sprawdzenie, czy kable są niepalne i wolne od halogenków (niewydzielające ich). Powłoki przewodów typu LS (ang. *Low Smoke*) wydzielają minimalną ilość dymu. Uzyskujemy przez to około 90% widoczności w trakcie pożaru. Ma to zasadnicze znaczenie podczas akcji ewakuacyjnej i ratowniczej, gdyż trakty komunikacyjne (droga ucieczki) są widoczne (niskie zadymienie). W przypadku powłoki z PVC widoczność ograniczona jest do 10%, co znacznie utrudnia poruszanie się w ciągach komunikacyjnych. Dodatkowo substancje wydzielane w trakcie spalania są szkodliwe dla organizmu. Wielkim zagrożeniem w przypadku PVC jest możliwość przeniesienia się pożaru na inne kondygnacje poprzez przepusty w stropach i ścianach. Tabela 2.9 to zestawienie popularnych kabli instalacyjnych uwzględniające rodzaj dostępnych powłok.

Tabela 2.9. Zestawienie popularnych kabli instalacyjnych

Typ kabla	Powłoka kabla	Popularne długości
Kat. 5e U/UTP	PVC i LS0H	500 m szpula, 305 m karton
Kat. 6 U/UTP	PVC i LS0H	500 m szpula
Kat. 6 U/FTP	LSFR0H	500 m szpula
Kat. 5e F/UTP	PVC i LS0H	500 m szpula, 305 m karton
Kat. 5e SF/UTP	PVC i LSFR0H	500 m szpula
Kat. 6 S/FTP	LS0H	500 m szpula
Kat. 7 S/FTP	LSFR0H	500 m szpula

Kable z powłoką LS0H spełniają wymagania ochrony przeciwpożarowej. Mogą — a w zasadzie powinny — być stosowane wewnątrz budynków. Wyróżniamy następujące powłoki typu LS: LS0H (ang. *Low Smoke Zero Halogen*) oraz LSFR0H (ang. *Low Smoke Fire-Resistant Zero Halogen*). Ten pierwszy rodzaj podczas spalania nie wydziela dymu ani trujących halogenków. Powłoka typu LSFR0H dodatkowo posiada właściwości samogasnące — po zniknięciu źródła ognia przewód przestaje się palić. Tabela 2.10 jest zestawieniem rodzajów powłok oraz norm, jakie powinny spełniać.

Tabela 2.10. Powłoki przewodów a normy

Powłoka	Norma
PVC	IEC 60332-1 (ang. <i>flame-retardant</i>)
	IEC 601034 (ang. <i>low smoke</i>)
	IEC 60332-1 (ang. <i>flame-retardant</i>)
LS0H	EC 60754-1 (ang. <i>halogen-free</i>)
	IEC 601034 (ang. <i>low smoke</i>)
	IEC 60332-3c (ang. <i>flame-retardant</i>)
LSFR0H	IEC 60754-1 (ang. <i>halogen-free</i>)

Dokonując zakupu kabla UTP, należy zwrócić uwagę na kilka niżej wymienionych elementów.

- ◆ **Parametry elektryczne:** rezystancja, np. podawana w Ω/km , oraz propagacja.
- ◆ **Parametry mechaniczne:** liczba par, średnica przewodnika, średnica przewodnika w izolacji, zewnętrzna średnica kabla, rodzaj powłoki, dopuszczalny promień zgięcia, waga wraz z opakowaniem.
- ◆ **Parametry transmisyjne:** NEXT, PS NEXT, FEXT, ELFEXT, ACR, Return Loss, częstotliwość kabla oraz maksymalne tłumienie.

Oto krótki opis parametrów transmisyjnych.

Return Loss to straty odbiciowe. Parametr ten definiuje stosunek mocy sygnału wprowadzanego do medium (toru) transmisyjnego do mocy sygnału odbitego. Sygnał odbity (echo) powstaje na skutek niedopasowania impedancji lub nieregularności w łączy (wady wtyczek i gniazd). Jest to bardzo ważny parametr, który określa poziom szkodliwej fali zwrotnej.

ACR (ang. *Attenuation to Crosstalk Ratio*) to parametr wyliczany, który pośrednio określa jakość kabla. Jeżeli ACR jest mniejsze od 0, odbiornik zinterpretuje szum jako sygnał użyteczny. Transmisja nie zostanie zdekodowana.

Częstotliwość kabla (ang. *frequency*) to parametr wyrażany w MHz.

Maksymalne tłumienie (ang. *max. attenuation*) — wartość wyrażana w dB/100 m.

NEXT (ang. *Near-End Crosstalk*) jest to przesłuch zbliżony między dwoma parami skrętek znajdującymi się w tym samym kablu. Określa on różnicę mocy sygnału nadawanego w parze zakłócającej i sygnału powstałego w parze zakłócanej. Pomiar NEXT jest dokonywany po stronie nadajnika w torze transmisyjnym. Parametr ten mierzony jest w decybelach (dB).

PS NEXT (ang. *Power Sum NEXT*) to parametr określający przesłuch NEXT skumulowany (indukowany) w jednej parze, odzwierciedlający wpływ na nią sumy sygnału trzech pozostałych par skrętek.

FEXT (ang. *Far-End Crosstalk*) to przesłuch zdalny. Pomiaru tego parametru dokonuje się na końcu linii transmisyjnej, przy odbiorniku. Jego wartość jest zależna od tłumienia — długości toru.

ELFEXT (ang. *Equal-Level Far End Crosstalk*) to różnica między wartością FEXT a wartością tłumienia dla określonego toru transmisyjnego. Nie zależy od długości linii.

Nierozerwalnie z kablami UTP wiążą się terminy sekwencji i polaryzacji. Sekwencja oznacza porządek żył kabla, a polaryzacja definiuje kształt gniazd i wtyczek. Więcej informacji na ten temat znajduje się w rozdziale 3.



Uziemienie przewodów ekranowanych jest niezbędnym warunkiem skutecznego wykonania okablowania F/UTP. Ekran kabla wychwytuje wszelkie zakłócenia napływające z zewnątrz. W przypadku braku uziemienia nie odprowadzi ich do potencjału (ziemi). Nieprawidłowe uziemienie będzie źródłem prądu wyrównawczego, który popłynie przez ekran. Wtedy wydajność kabla F/UTP może spaść poniżej poziomu przewodu U/UTP. Dlatego też wymagana jest częsta konserwacja punktów uziemienia (dla sygnału cyfrowego są to maksymalnie trzy punkty na jedną linię transmisyjną), gdyż na łączach mechanicznych może wystąpić zjawisko korozji galwanicznej (w miejscach połączenia różnych metali).

Światłowody

Gratuluję zainteresowania tym niezmiernie ciekawym i wdzięcznym medium. Światłowody (ang. *Fiber Optic Cable*) stanowią przyszłość teleinformatyki i nikt nie neguje konieczności migracji w tym kierunku. Być może wkrótce kable światłowodowe zastąpią większość kabli miedzianych w infrastrukturach informatycznych.

Dlaczego światłowód? Do najczęściej wymienianych powodów możemy zaliczyć:

- ◆ dużą przepustowość;
- ◆ odporność na zakłócenia (elektromagnetyczne);
- ◆ bezpieczeństwo sygnału (stosunkowo trudno „podслуhać” dane przesyłane światłowodem);
- ◆ większą długość segmentów sieci (lub odległość między wzmacniaczami); jest to wynikiem dużo niższego poziomu tłumienia w porównaniu z kablami UTP;
- ◆ bezpieczeństwo przyszłego rozwoju sieci;
- ◆ obsługę wielu technologii transmisji;
- ◆ brak iskrzeń i zwarć;
- ◆ niezawodność;
- ◆ relatywnie małe wymiary i masę;
- ◆ skalowalność.

W tabeli 2.11 zawarłem typowe długości linii transmisyjnych w zależności od zastosowanego medium bez konieczności wzmacniania sygnału. Zestawione wartości są odbiciem zaleceń instalacyjnych firmy Molex Premise Networks®.

Tabela 2.11. Odległości między wzmacniaczami

Medium	Odległość bez wzmacniania sygnału
Przewód miedziany	1,1 km
Kabel światłowodowy MM (850 nm)	12 – 15 km
Kabel światłowodowy MM (1300 nm)	25 – 35 km
Kabel światłowodowy SM (1310 nm)	50 – 80 km
Kabel światłowodowy SM (1550 nm)	150 – 2500 km

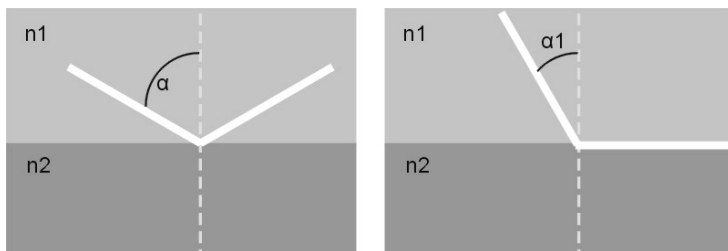
Żeby zrozumieć sens i zasadę działania owego medium, musimy przypomnieć sobie kilka podstawowych praw fizyki.

Jak wiadomo, włókna kabli światłowodowych przenoszą wyższe częstotliwości spektrum elektromagnetycznego, czyli światło. Stąd pochodzi ich nazwa — kable światłowodowe. Dzięki temu zapewniana jest największa szybkość transmisji. Odbywa się ona za pomocą „sygnału świetlnego”, który propagowany jest we włóknach światłowodu. Jednak zanim trafi on do takiego kanału, musi zostać zamieniony z postaci elektrycznej

w impuls świetlny. Dokonuje tego nadajnik (ang. *optical transmitter*). Po dotarciu do celu impuls jest odbierany przez odbiornik (ang. *optical receiver*) i przekształcany na sygnał elektryczny.

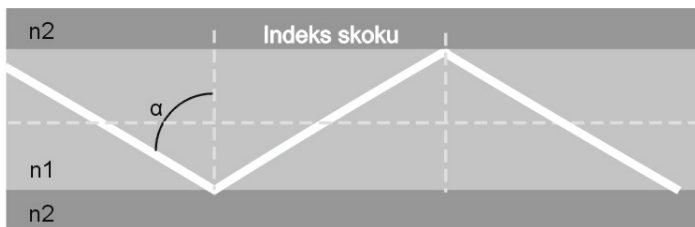
Propagacja sygnału (rozchodzenie się) oparta jest na prawie załamania (odbicia). Zjawisko całkowitego odbicia wewnętrznego stanowi klucz do zrozumienia zasady działania światłowodu. Polega ono na całkowitym (wewnętrznym dla włókna) odbiciu promienia świetlnego. Jest to możliwe przy zastosowaniu odpowiedniego kąta α „wejścia” impulsu do włókna. Zjawisko odbicia zachodzi na granicy dwóch środowisk o różnym współczynniku załamania n (rysunek 2.22).

Rysunek 2.22.
Zjawisko odbicia



Proces transmisji przez światłowód rozpoczyna się od prawidłowego „wstrzelenia” impulsu (pod odpowiednim kątem). Następnie promień „wędruje” aż do napotkania na swojej drodze środowiska o innym współczynniku załamania (płaszcz włókna, n_2). Odbija się od niego i pokonuje drogę wewnątrz włókna aż do napotkania ponownie innego środowiska. Cała transmisja polega na nieustannym (wewnętrznym) odbijaniu się impulsu, dopóki nie osiągnie on celu (rysunek 2.23).

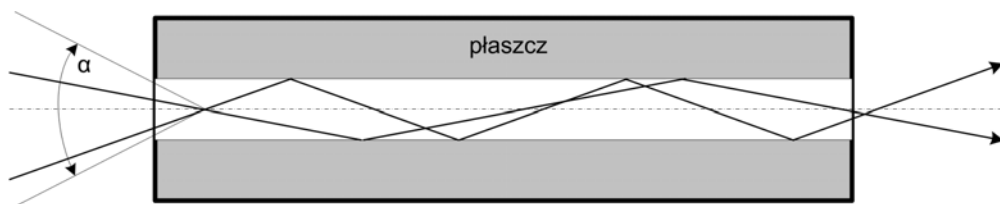
Rysunek 2.23.
Zasada działania światłowodu



Kąt krytyczny α jest minimalnym kątem między nakreśloną linią prostą do powierzchni ośrodka a promieniem padającym, przy którym zachodzi jeszcze zjawisko całkowitego odbicia — jest to apertura numeryczna.

Indeks skoku (kroku) określa długość odcinka światłowodu, jaką przebywa impuls bez odbicia wewnętrznego.

Rysunek 2.24 to ilustracja zasady działania światłowodu wielomodowego. Parametr α określa maksymalny kąt, pod którym można wprowadzić światło przy jednoczesnym zachowaniu całkowitego odbicia wewnętrznego. Po przekroczeniu tej wartości włókno nie spełni swojej roli. Nastąpi zjawisko nazywane w fizyce odbiciem, czyli nagłą zmianą kierunku rozchodzenia się fali na granicy dwóch ośrodków, tak iż pozostaje ona wewnątrz ośrodka (włókna), w którym się rozchodzi. Światłowody często nazywane są falowodami.



Rysunek 2.24. Zasada działania włókna wielomodowego

Najważniejszym elementem systemu światłowodowej transmisji danych jest źródło sygnału (światła). W systemach falowodowych najczęściej wykorzystuje się diody laserowe (ang. *Laser Diode* — *LD*) oraz diody elektroluminescencyjne (ang. *Light Emitted Diode* — *LED*). Spośród tej drugiej grupy praktycznie stosowane są trzy rodzaje diod: powierzchniowa, krawędziowa oraz superluminescencyjna.

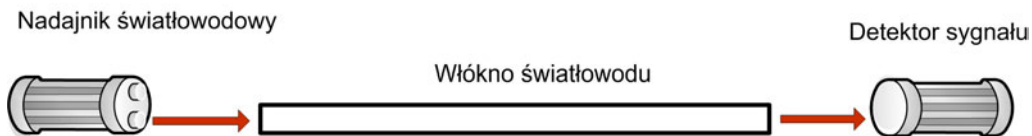
W podstawowej komunikacji optycznej powszechnie wykorzystuje się niewidzialne promieniowanie fal podczerwieni (IR). Zakres ten znajduje się bezpośrednio poniżej częstotliwości światła widzialnego. Są to kolejne okna optyczne:

- ◆ I okno: 850 nm,
- ◆ II okno: 1310 nm,
- ◆ III okno: 1550 nm,
- ◆ IV okno: 1625 nm.

Światło widzialne o długości od 770 nm (czerwone) do 330 nm (niebieskie) nie jest wykorzystywane ze względu na łatwość interferencji z widmem promieniowania słonecznego.

Wprowadzając sygnał do światłowodu, należy upewnić się, czy połączenie (styk) źródła z włóknem umożliwia całkowite wewnętrzne odbicie światła (apertura numeryczna).

W transmisji światłowodowej oprócz generatora optycznego i medium niezbędny jest także detektor sygnału (światła). Jako fotodetektor standardowo stosuje się fotodiodę PIN (ang. *Positive Intrinsic Negative*) lub fotodiodę lawinową APD (ang. *Avalanche Photodiode*). Rysunek 2.25 stanowi ilustrację zasady działania transmisji światłowodowej w oparciu o te trzy podstawowe elementy.



Rysunek 2.25. Układ nadawczo-odbiorczy w systemie komunikacji światłowodowej

Największym problemem związanym z kablami światłowodowymi jest zjawisko dyspersji. Mówiąc w poważnym uproszczeniu, polega ono na zniekształceniu (spłaszczeniu) sygnału na wyjściu światłowodu. Powoduje to ograniczenie długości segmentu w technologii Ethernet do 5 km — technologia 100Base-LX (Full-Duplex). Wyróżniamy trzy rodzaje dyspersji.

- ♦ Dyspersja modowa — przyczyną jej powstawania jest różnica w kątach, pod jakimi wprowadzamy impuls do włókna, przez co światło pokonuje różną drogę w rdzeniu i zmienia się czas jego przejścia.
- ♦ Dyspersja chromatyczna — światło jest falą; jeżeli do jego wygenerowania używamy np. diody LED (a nie monochromatycznego źródła światła), może zajść zjawisko poszerzenia sygnału. Światło o różnej długości fali przebędzie włókno z różną prędkością.
- ♦ Dyspersja falowodowa — wynika ona z niecałkowitego odbicia wewnętrznego. Część fali przenika wówczas do osłony włókna światłowodowego.

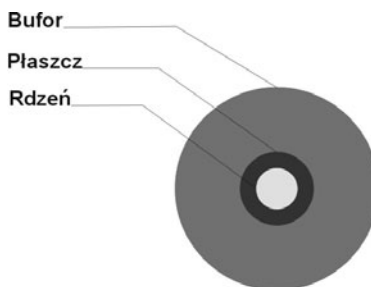
Budowa światłowodu

Wiemy już, że światłowody wykorzystują zjawisko całkowitego odbicia wewnętrznego. Jesteśmy także świadomi tego, iż sygnałem jest fala (impuls świetlny). Te dwie elementarne informacje otwierają drogę do teorii światłowodów.

Kabel światłowodowy ma kształt najczęściej cylindryczny (owalny). Zwany jest czasami falowodem — oczywiście nazwa ta jest w pełni uzasadniona. Połączenie światłowodowe ustanawiane jest za pomocą dwóch włókien: jedno służy do nadawania, a drugie — do odbierania. W związku z tym każdy przewód musi zawierać co najmniej dwa włókna, jednak ze względów praktycznych najczęściej stosuje się przewody wielowłóknowe. Są one pokrywane płaszczem (osłonką), a dodatkowo wszystkie pojedyncze włókna są „zapakowane” w jedną tubę — razem tworzy to jeden przewód.

Samo włókno składa się z trzech głównych elementów: płaszcza, rdzenia i bufora (rysunek 2.26). Rdzeń stanowi właściwe środowisko dla biegu światła. Na granicy dwóch ośrodków (rdzeń-płaszcz) zachodzi zjawisko odbicia promienia. Płaszcz ma niższy współczynnik załamania światła niż rdzeń. Rola bufora ogranicza się do zapewnienia fizycznego bezpieczeństwa włókna oraz nadania mu lekkiej elastyczności.

Rysunek 2.26.
Budowa światłowodu



Promień świetlny wstrzelony do rdzenia pod odpowiednim kątem nazywany jest modem światłowodowym. Źródłem światła mogą być diody LED lub laserowe. Jako detektory (odbiorniki) stosuje się fotodiody półprzewodnikowe, które zamieniają sygnał świetlny na elektryczny.

Włókno światłowodowe najczęściej wykonuje się z:

- ♦ dwutlenku krzemu (SiO_2) — kwarcu;
- ♦ plastiku;
- ♦ polimetakrylanu akrylu (PMMA);
- ♦ polistyrenu (PS);
- ♦ poliwęglanu (PC).

Warstwy ochronne włókien wykonuje się z polichlorku winylu (PVC) lub polietylenu (PE).

Klasyfikacja światłowodów

W praktyce można wyróżnić dwa podziały kabli światłowodowych:

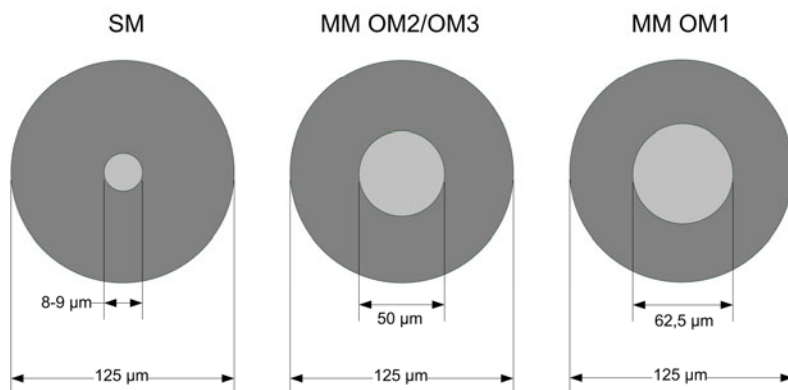
- ♦ ze względu na liczbę modów (jednomodowe i wielomodowe);
- ♦ ze względu na rodzaj tuby (osłony zewnętrznej przewodu).

Oba powyższe podziały są niezależne i stosowane na różnych etapach projektowania.

Światłowod jednomodowy (ang. *Single Mode* — *SM*), jak sama nazwa wskazuje, przystosowany jest do przesyłania w rdzeniu pojedynczego modu (promienia). Średnica rdzenia zawiera się w wąskim przedziale 8 – 9 μm , natomiast sam przewód ma standardową średnicę 125 μm (rysunek 2.27).

Rysunek 2.27.

Porównanie konstrukcji światłowodu jednomodowego i wielomodowego

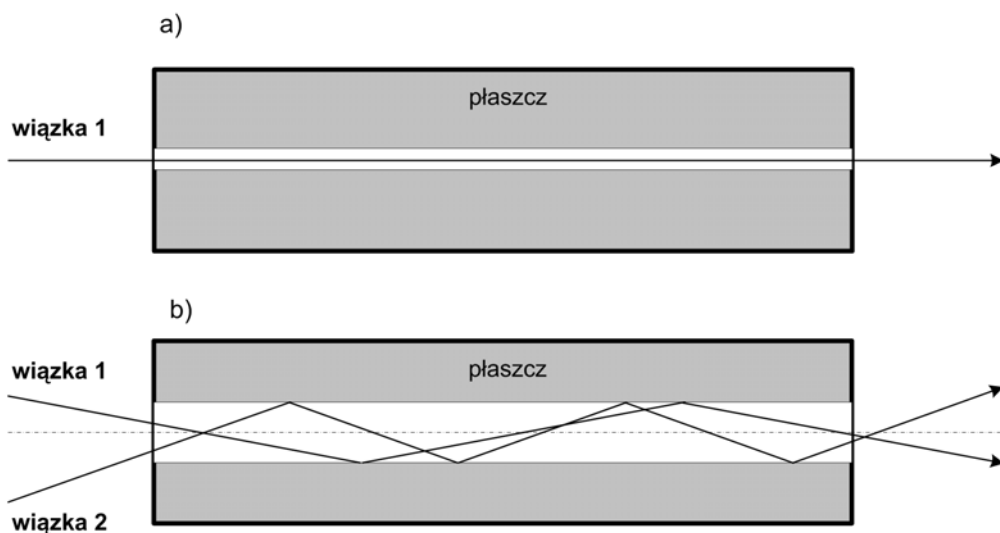


Oto zalety światłowodu jednomodowego:

- ♦ Przesyłanie jednego modu ogranicza zjawisko dyspersji.
- ♦ Pozwala on na tworzenie bardzo długich odcinków bez wzmacniania sygnału (nawet do 150 km).
- ♦ Posiada szerokie pasmo przenoszenia i niską tłumienność.

Światłowody wielomodowe (ang. *Multi Mode* — *MM*) przeznaczone są do wprowadzania światła pod różnymi kątami, dlatego też rdzeń włókna ma zwiększoną średnicę: 50, 62,5 lub 100 μm . Najpopularniejsze są światłowody 62,5/125 μm , gdzie 125 określa średnicę płaszcza (rysunek 2.27). Najczęściej wykorzystywanymi światłowodami wielomodowymi są włókna gradientowe. Dzięki zastosowaniu specjalnych domieszek uzyskano w nich optymalne warunki transmisji (współczynnik załamania).

Konstrukcja wielomodowa pozwala na przesyłanie kilku pakietów danych — wiązek światła (rysunek 2.28). W wyniku takiej funkcjonalności łączna przepustowość traktu znacznie wzrasta, jednak nie odbywa się to bez poniesienia dodatkowych kosztów. Przesyłanie kilku promieni (modów) jednocześnie przyczynia się w dużym stopniu do rozmycia impulsu na wyjściu. Jest to główna przyczyna ograniczenia odległości, na jaką można przesyłać dane w takim światłowodzie.



Rysunek 2.28. Dwa rodzaje włókien: a) jednomodowe, b) wielomodowe

W celu zgłębienia tajników optycznej transmisji danych należy odwołać się do dyscypliny szczegółowej, jaką jest optyka telekomunikacyjna. Dla naszych potrzeb wystarczająca jest wiedza z zakresu podstawowej budowy światłowodu oraz „wpuszczania” impulsu do włókna.

W tabeli 2.12 zawarłem zestawienie kategorii włókien światłowodowych przy uwzględnieniu ich rodzaju oraz źródła światła.

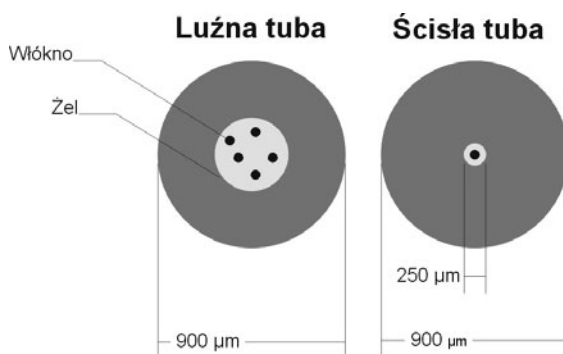
Kable w luźnej tubie (ang. *Loose Tube Cable*) konstrukcyjnie charakteryzują się zawartością żelu wewnątrz tuby okalającej włókna (rysunek 2.29). Zabieg ten chroni światłowód przed naprężeniami, wilgocią oraz wahaniami temperatur. Kable te stosuje się zazwyczaj na zewnątrz budynków z uwagi na ich lepszą odporność na działanie warunków atmosferycznych — szczególnie chodzi o zjawisko wydłużania i skracania kabla w wyniku oddziaływania temperatury bez negatywnego wpływu na włókna.

Tabela 2.12. *Klasyfikacja włókien światłowodowych*

Kategoria włókna	Rodzaj włókna
Wielomodowe	
OM1	62,5/125 μm
OM1 PLUS	62,5/125 μm optymalizowany pod laser
OM2	50/125 μm
OM2 PLUS	50/125 μm optymalizowany pod laser
OM3	50/125 μm optymalizowany pod laser
OM3 PLUS	50/125 μm optymalizowany pod laser (światło VCSEL)
Jednomodowe	
OS1	9/125 μm

Rysunek 2.29.

Kable o konstrukcji luźnej i ścisłej tuby



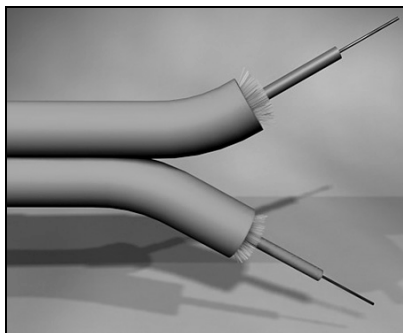
Kable światłowodowe o konstrukcji ścisłej tuby (ang. *Tight Buffered Cable*) stosuje się wewnątrz budynków. Z uwagi na ten fakt powinny one ściśle spełniać normy przeciwpożarowe dotyczące palności i wydzielania dymu — muszą uzyskać status LSZH (ang. *Low Smoke Zero Halogen*). Bezpośrednio na takim kablu zakłada się złącza światłowodowe (ST, SC i inne). Aby zakończyć włókno w kablu o luźnej tubie, należy najpierw wykorzystać zestaw przejściowy luźna/ścisła tuba, a następnie przystąpić do montowania końcówki.

Kable występują także w wersjach SIMPLEX (pojedynczej) i DUPLEX (podwójnej) — najczęściej są to przewody o konstrukcji ścisłej tuby wykorzystywane w kablach krosowych (rysunek 2.30). Rzeczywisty wygląd kabla o konstrukcji DUPLEX można zobaczyć na rysunku 2.31, natomiast na rysunku 2.32 przedstawiam światłowód dwunastowłóknowy ogólnego zastosowania. Jak widać na rysunku 2.33, budowa kabla sześciowłóknowego jest bardzo podobna do konstrukcji przewodów o większej liczbie włókien.

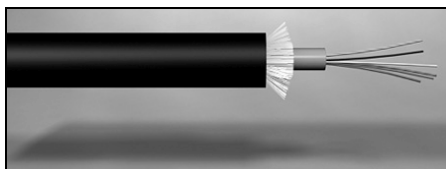
Rysunek 2.30.
Duplex i Simplex



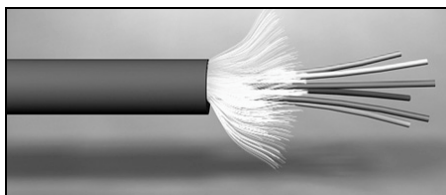
Rysunek 2.31.
*Kabel światłowodowy
MM OM1 62,5/125
Duplex-Zipcord
(Molex)*



Rysunek 2.32.
*Dwunastowłóknowy
światłowodowy kabel
ogólnego stosowania
MM 62,5/125, LSZH,
luźna tuba (Molex)*



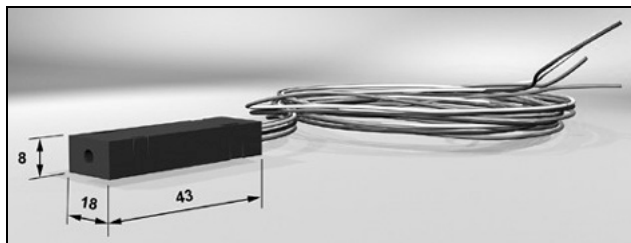
Rysunek 2.33.
*Sześciorówkowy
wewn./zewn. kabel
światłowodowy SM
9/125, ścisła tuba
(Molex)*



W powyższych rysunkach nie zostały zachowane proporcje. Jest to zabieg celowy mający ułatwić zrozumienie obrazowanego pojęcia.

Podstawowym elementem uzupełniającym linie światłowodowe jest zestaw pozwalający połączyć przewody o konstrukcji luźnej tuby z przewodami z tubą ścisłą (rysunek 2.34).

Rysunek 2.34.
*Zestaw przejściowy
światłowodu luźna
tuba/ścisła tuba,
6 włókien (Molex)*



Sposoby łączenia włókien

Włókna łączymy na trzy sposoby. Możemy je spawać, kleić oraz skorzystać ze złączek mechanicznych. Spośród tych trzech metod najlepszą, a zarazem i najdroższą (głównie z powodu kosztu spawarki) jest spawanie włókien. Stosując to rozwiązanie, uzyskamy najwyższą klasę połączenia. Łączenie mechaniczne jest bardzo proste i szybkie, ale znacząco wpływa na pogorszenie parametrów łącza: podwyższa wartość parametru *Insertion Loss* i obniża *Return Loss*. Zastosowanie tego rozwiązania dotyczy głównie światłowodów z włóknami wielomodowymi. Przy kablach optycznych jednomodowych raczej nie należy korzystać z połączeń mechanicznych ze względu na jakość uzyskiwanego łącza.

W celu zakończenia włókna metodą spawania wykorzystuje się złączki typu „pigtail” (rysunek 2.35). Są to krótkie odcinki włókien światłowodowych zakończonych fabrycznie z jednej strony złączem. Dodatkowo stosuje się specjalne osłonki (rysunek 2.36), które nasuwa się na kabel w celu zabezpieczenia miejsca spawu. Rozwiązaniem alternatywnym wobec spawania jest klejenie włókna.

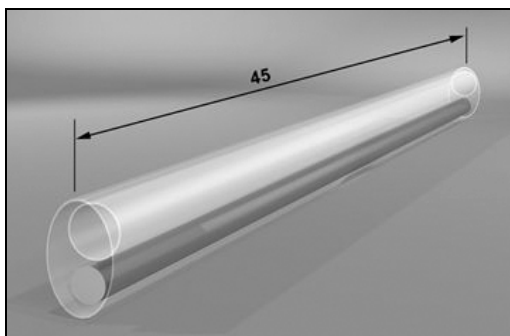
Rysunek 2.35.

Zestaw pigtaili
(Ortronics)



Rysunek 2.36.

Osłonka na spaw
45 mm (Molex)



Zastosowanie złączki mechanicznej polega na ręcznym osadzeniu włókien w dwóch końcówkach złącza i precyzyjnym skręceniu ich (rysunek 2.37).

Rysunek 2.37.

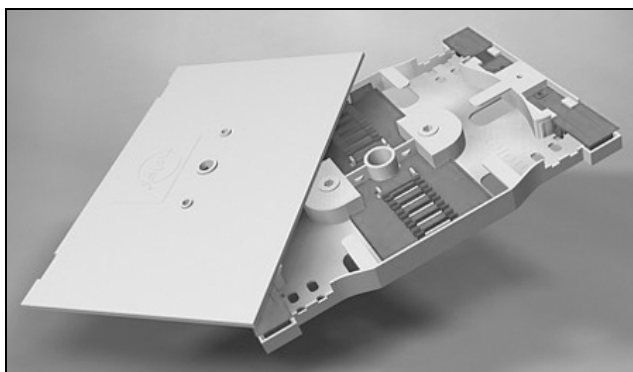
*Złączka mechaniczna
Ultrasplice (Molex)*



Złączki i spawy można układać w specjalnych kasetach światłowodowych (rysunek 2.38) w celu zapewnienia im dodatkowego bezpieczeństwa fizycznego oraz nadania poręczności łączom. Aby natomiast zabezpieczyć samo złącze, zakłada się na nie odpowiadający mu rodzaj zaślepki (rysunek 2.39).

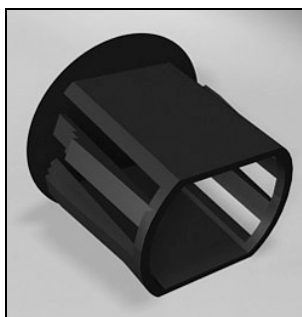
Rysunek 2.38.

*Uniwersalna kaseta
na złącza i spawy
światłowodowe
(Molex)*



Rysunek 2.39.

Zaślepka ST (Molex)



Złączka mechaniczna pozwala na połączenie w bardzo precyzyjny sposób dwóch włókien wielomodowych o buforach z zakresu od 250 do 900 μm .

Jakość połączenia uzyskanego przy użyciu metody klejenia włókien w złączu światłowodowym w dużej mierze zależy od dokładności wyszlifowania czoła włókna przez instalatora. Niektóre firmy posiadają w swojej ofercie złącza światłowodowe z już wyszlifowanymi czołami. Zadaniem instalatora jest w tym przypadku wprowadzenie włókna do złącza jak najbliżej znajdującego się w nim czoła.



Przyczynami strat na łączach są (rysunek 2.40):

- ♦ niezachowanie współosiowości włókien,
- ♦ zjawisko odbicia światła w szczelinie powietrznej,
- ♦ niepoprawne dopasowanie pola (przekroju).

Z uwagi na powyższe fakty należy wykazać się wielką starannością przy łączeniu włókien.

a) szczelina między włóknami



b) błąd współosiowości



c) różnice w średnicy włókien



d) złe cięcie włókna



Rysunek 2.40. Błędy popełniane przy łączeniu włókien

Firma Legrand Polska mocno akcentuje zalety stosowania fabrycznie zakończonych włókien światłowodów. Szpula (rysunek 2.41) z wiązkami (6 lub 12 włókien) dostarczana jest wraz z wypełnionym arkuszem wyników testu (rysunek 2.42). Długość wiązek wynosi od 20 do 200 metrów.

Rysunek 2.41.
Szpula z fabrycznie zakończonym światłowodem (Legrand)



Rysunek 2.42.
Arkusz z wynikami pomiarów (Legrand)

Fiche de test

Référence interne	43200027 0.5 M				
Description	EPONANISSEAU HPO/ST				
Fibre	62,5 / 125 µm				
Tracabilité	1004	100	12		
Connecteur	ST ☒	SC ☐	MTRJ ☐		
	Perte d'insertion * en dB				
1 Fibre bleue	0,22				
2 Fibre orange	0,45				
3 Fibre verte	0,20				
4 Fibre marron	0,30				
5 Fibre grise	0,35				
6 Fibre blanche	0,47				
7 Fibre rouge					
8 Fibre noire					
9 Fibre jaune					
10 Fibre violette					
11 Fibre rose					
12 Fibre bleue claire					

* mesuré à 850 nm

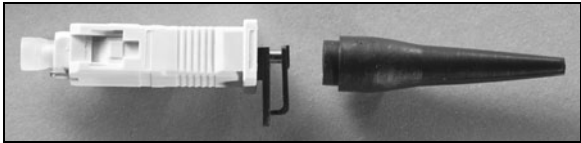
N0064DC3/00

Złącza światłowodowe (optyczne)

Do najbardziej popularnych złączy światłowodowych należą interfejsy:

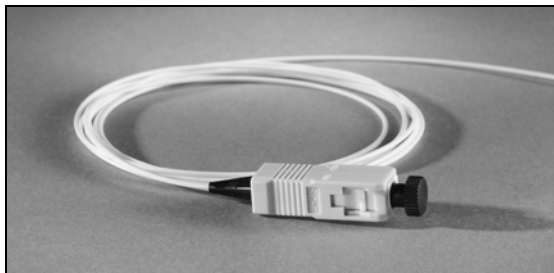
- ♦ SC (rysunki 2.43 i 2.44);

Rysunek 2.43.
Złącze SC (Ortronics)



Rysunek 2.44.

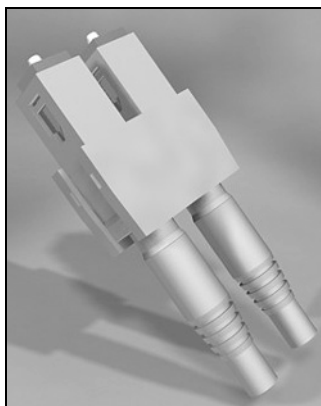
*Złącze SC Ortronics
z osadzonym włóknem*



◆ Duplex-SC, zalecane przy nowych instalacjach (rysunek 2.45);

Rysunek 2.45.

*Złącze SC MM Duplex
(Molex)*



◆ ST (rysunek 2.46);

Rysunek 2.46.

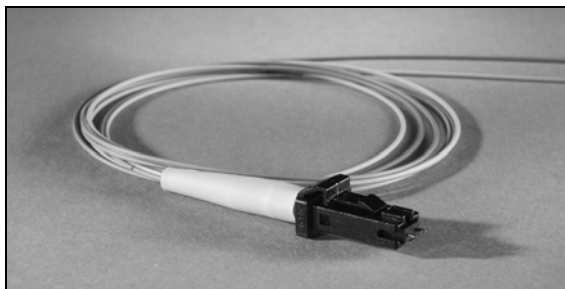
Złącze ST (Ortronics)



◆ MTRJ (rysunek 2.47);

Rysunek 2.47.

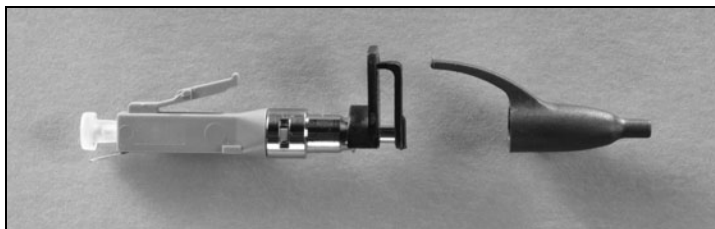
*Złącze typu MTRJ
(Ortronics)*



◆ LC (rysunek 2.48), Mini LC;

Rysunek 2.48.

Złącze typu LC
(Ortronics)



♦ FC (rysunek 2.49);

Rysunek 2.49.

Złącze typu FC
(Ortronics)



♦ E-2000, Mini E-2000;

♦ FDDI.

Czoło włókna światłowodowego może być polerowane na dwa sposoby o nazwach APC i PC. Ta druga metoda charakteryzuje się kątem prostym polerowanego czoła (ang. *Physical Contact* — PC), natomiast w metodzie APC czoło włókna polerowane jest pod kątem 7 – 8 stopni. Dzięki temu zabiegowi uzyskuje się mniejszą tłumienność niż w złączu typu PC.

Przy instalacjach pojedynczych złączy SC i ST należy zwrócić uwagę, aby nie pomylić włókien nadawczych i odbiorczych. W ofercie producentów okablowania możemy także znaleźć akcesoria zabezpieczające złącza światłowodowe przed zanieczyszczeniami osadzającymi się na włóknach.



Uwaga

Decydując się na standard Ethernet, mamy już narzucony rodzaj medium (wielomodowy lub jednomodowy światłowód albo też kabel UTP), jednak podczas doboru konstrukcji musimy sami wykazać się rozważą. W normach nie jest np. ujęte, czy włókna mają być w luźnej tubie. Należy poważnie rozważyć fakt, iż to na barkach projektanta spoczywa odpowiedzialność za dobranie fizycznych parametrów kabla.

Oto przykładowe standardy transmisji światłowodowej:

- ♦ 100Base-FX (802.3u) — 100 Mb/s;
- ♦ 1000Base-LX (802.3z) — 1000 Mb/s;
- ♦ 1000Base-SX (802.3z) — 1000 Mb/s;
- ♦ 10 Gb/s Ethernet (802.3ae) — 10000 Mb/s;
- ♦ FDDI (ang. *Fiber Distributed Data Interface*) — 100 Mb/s;
- ♦ ATM (ang. *Asynchronous Transfer Mode*) — najczęściej 155 lub 622 Mb/s.



Uwaga

Ile razy można spojrzeć w światłowód?

Tylko dwa...

...raz lewym okiem, a drugi raz prawym.

Warto pamiętać o podstawowych zasadach bezpieczeństwa szczególnie wtedy, gdy źródłem impulsu jest dioda laserowa. Ludzka źrenica jest bardzo wrażliwa na takie doświadczenia.

Rozdział 3.

Elementy składowe okablowania strukturalnego

Architektura logiczna systemu okablowania strukturalnego jest w miarę prosta i klarowna. 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 — muszą one wspierać się nawzajem. Niedopuszczalna jest sytuacja, w której jeden z elementów jest niezgodny z przyjętą formą implementacji fizycznej.

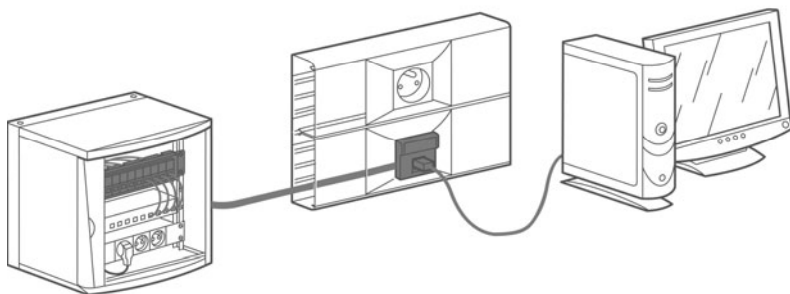
W tym rozdziale przedstawię logiczne moduły systemu okablowania strukturalnego oraz elementy, z których wykonamy sieć pasywną.

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. 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:

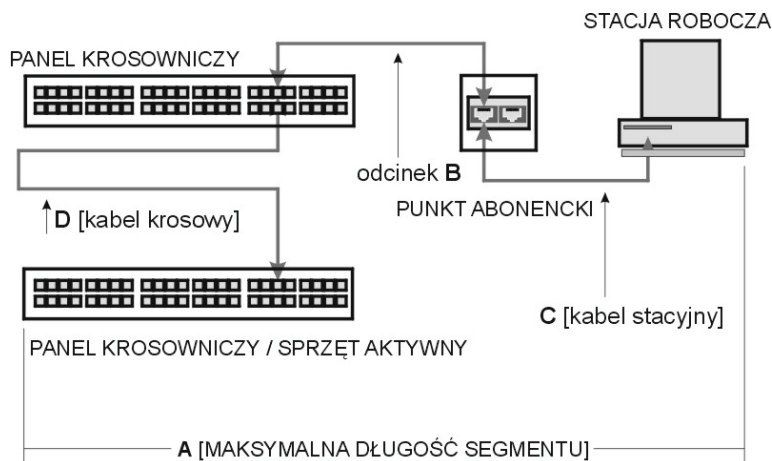
- ♦ interfejsy użytkownika (gniazda w punktach abonenckich);
- ♦ kable krosowe, którymi zestawiane są połączenia w szafie (dokładniej rzecz ujmując, służą one do przydzielenia sygnału poszczególnym gniazdom — łączą urządzenia aktywne z panelami krosowymi);
- ♦ kable relacji gniazdo – terminal (stacyjne);
- ♦ nośnik sygnału (skrętka UTP/FTP, światłowód);
- ♦ adaptery pozwalające na zmianę sekwencji;
- ♦ baluny stanowiące przejście z kabla koncentrycznego na UTP.

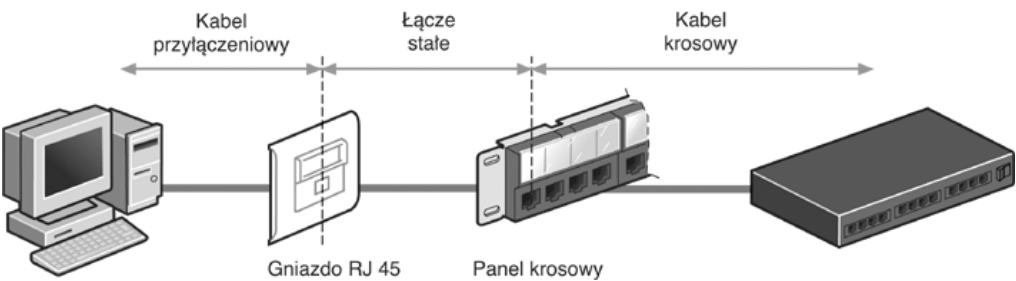
Okablowanie poziome często określa się angielskim terminem *basic link* (połączenie proste) lub *channel* (kanał).

Zalecane długości 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 i 3.3, tabela 3.1).

Rysunek 3.2.
Zalecane długości
okablowania
poziomego





Rysunek 3.3. Zalecane długości 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 — dwa odcinki łącznie	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 (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 oddziałujących na propagację sygnału. W tabeli 3.2 przytoczyłem wytyczne jednego z producentów okablowania strukturalnego odnośnie do długości odcinków okablowania miedzianego.

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 — dwa odcinki łącznie	10 m



Uwaga

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 wdrażania takiego rozwiązania, aby skutecznie przekonać potencjalnego klienta. Idea ta jest oczywista, lecz nie dla każdego może być zrozumiała. Patrząc od strony technicznej, nadmierna liczba gniazd w stosunku do faktycznie pracujących urządzeń pozwoli 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 do 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. W tabeli 3.3 przedstawiam maksymalne długości odcinków w zależności od wybranego medium.

Tabela 3.3. Długości tras dla okablowania pionowego

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

Równolegle 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-, 50- lub 100-parowego) przeznaczonego do łączy 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 równolegle poprowadzona wiązka przewodu telefonicznego.
- ◆ Skłętka U/UTP plus wielożyłowy kabel telefoniczny.
- ◆ Sam światłowód (przy telefonach VoIP).

Istnieje także możliwość zastosowania kabla U/UTP kategorii 5e, takie rozwiązanie będzie jednak wymagało ułożenia w pionie takiej samej liczby odcinków przewodów co liczba 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 okablowanie to łączy budynkowy punkt dystrybucyjny z centralnym punktem dystrybucyjnym (fizycznie są to tzw. szafy). Z uwagi na ściśle wyspecjalizowany charakter tego elementu okablowania nie jest on składnikiem obowiązkowym.



W przypadku okablowania pionowego i kampusowego, wykonanego za pomocą kabli światłowodowych, należy pamiętać o uwzględnieniu nadmiarowości włókien! Jest to niezmiernie uciążliwe 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 co do wymiernych korzyści płynących z takiego zabiegu. Zaleca się układanie kabla zawierającego minimum sześć włókien nawet wtedy, kiedy 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 podczas tworzenia schematów logicznych dokonuje się stopniowania ważności punktów rozdzielczych. Projektując system, możemy posługiwać się nomenklaturą polską lub angielską. Nigdy nie wolno mieszać nazewnictwa. Gdy zdecydujemy się na jeden z profili, musimy konsekwentnie zachować jednorodną terminologię.

W punkcie centralnym sieci zagnieżdżony jest centralny punkt dystrybucyjny dla okablowania strukturalnego. Stanowi on jednocześnie BPD dla prawego budynku, a ten 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 dostęp 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 (punkty [2] i [6]).

Budynek po lewej stronie połączony jest z prawym biurowcem za pomocą okablowania międzybudynkowego (najczęściej światłowod). 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]).

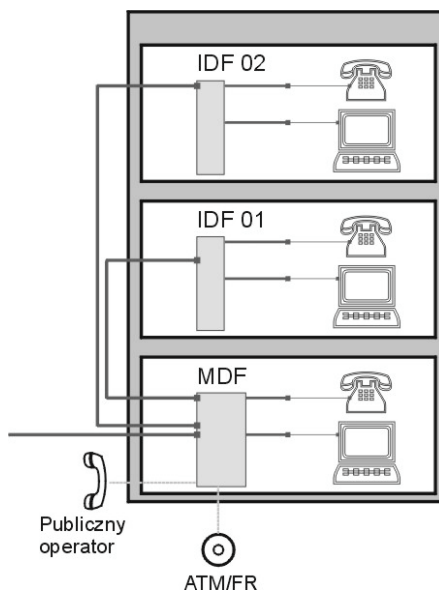
Gdy któraś kondygnacja będzie wymagała ułożenia odcinka kabla miedzianego dłuższego niż 100 m, należy zastosować dodatkowo LPD. Lokalny punkt dystrybucyjny będzie przedłużeniem segmentu poprowadzonego z właściwego dla piętra KPD.

Nazewnictwo angielskie

Nomenklatura angielska przewiduje użycie nieco mniejszej liczby elementów składowych niż terminologia polska (rysunek 3.5).

Rysunek 3.5.

*Punkty rozdzielcze
— nomenklatura
angielska*



Wyróżnić można w niej trzy podstawowe człony:

- ♦ **MDF** (ang. *Main Distribution Facility*) — główny punkt dystrybucyjny.
- ♦ **IDF** (ang. *Intermediate Distribution Facility*) — pośredni punkt dystrybucyjny.

- ♦ **POP** (ang. *Point of Presence*) — węzeł dostępu do Internetu. Jest to logiczne odwzorowanie miejsca, w którym stoi urządzenie dostępowe (np. router, modem). Najczęściej znajduje się w MDF.

Główny punkt dystrybucyjny (MDF) spełnia takie same zadania jak punkt centralny sieci (PCS). IDF jest natomiast modulem, który stanowi odpowiednik budynkowego, kondygnacyjnego i lokalnego punktu dystrybucyjnego. Stosowanie dwustopniowego nazewnictwa nie wpływa negatywnie na logiczne odwzorowanie hierarchicznej budowy okablowania strukturalnego. Wszystkie punkty, które nie są MDF, określa się jako pośrednie punkty dystrybucyjne. W celu łatwego uporządkowania poszczególnych poziomów można zastosować kod cyfrowy, który powinno się umieszczać obok symbolu „IDF”.

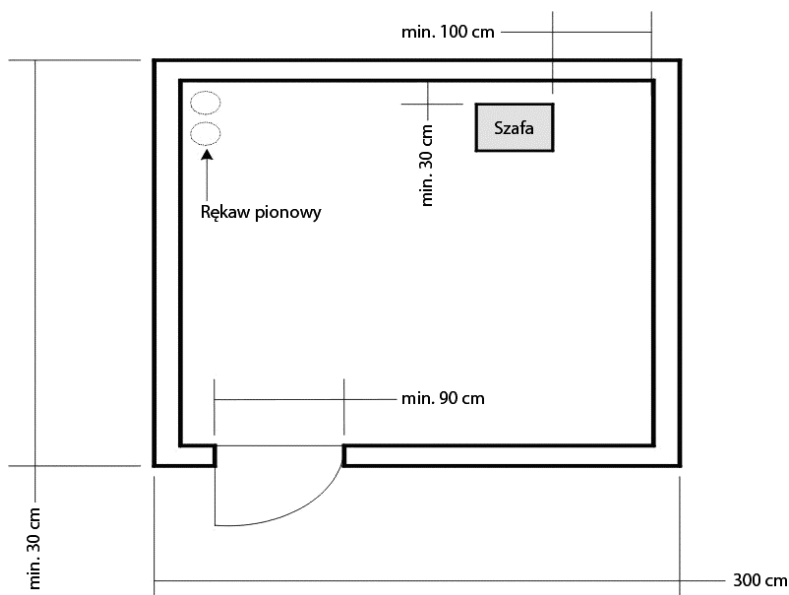
W nazewnictwie angielskim sprawa jest więc klarowna: mamy jeden główny punkt sieci (MDF), a każdy następny punkt rozdzielczy traktujemy jako IDF z dodatkowym oznaczeniem cyfrowym.

Dobór pomieszczenia na punkt dystrybucyjny

Zanim zabierzemy się do ustawiania szafy, powinniśmy dobrze się zastanowić nad jej lokalizacją. Bardzo ważnym aspektem jest poprawny dobór rozmiarów pomieszczenia oraz sprawdzenie jego warunków konstrukcyjnych (rysunek 3.6). Zaleca się, aby w pomieszczeniach przeznaczonych na szafy dystrybucyjne drzwi otwierały się na zewnątrz oraz miały minimalne wymiary 90×200 cm. Dodatkowo wskazane jest, aby pomieszczenie było w stanie surowym, pozbawione wszelkiego rodzaju elementów wykończeniowych (lekkich ścianek, podwieszanego sufitu, wykładziny podłogowej).

Rysunek 3.6.

Typowe pomieszczenie
przeznaczone na punkt
dystrybucyjny



Wysokość wnętrza nie powinna być mniejsza niż 260 cm. W pomieszczeniach przeznaczonych na GPD lub serwerownie zaleca się zastosowanie podłogi technicznej. Zabieg ten pozwoli na ukrycie przewodów bezpośrednio pod podwyższeniem.

Ważnym aspektem jest sprawdzenie nośności stropu (kg/m^2). Na barkach instalatora lub projektanta spoczywa także obowiązek wyliczenia całkowitego ciężaru szafy. Wagę poszczególnych elementów znajdziemy w kartach katalogowych produktów.

Według wskazań firmy Molex Premise Networks® powinno się dobierać rozmiar pomieszczenia zależnie od powierzchni obszaru, który ten punkt ma obsługiwać (tabela 3.4). Zakłada się, że należy zainstalować jeden punkt abonencki na pełne 10 m^2 powierzchni biurowej.

Tabela 3.4. Zalecenia dotyczące rozmiaru pomieszczenia w zależności od obsługiwanej powierzchni wg firmy Molex

Obszar [m^2]	Rozmiar pomieszczenia
Poniżej 500	$3,0 \text{ m} \times 2,2 \text{ m}$
Od 500 do 800	$3,0 \text{ m} \times 2,8 \text{ m}$
Ponad 800	$3,0 \text{ m} \times 3,4 \text{ m}$

Punkt abonencki, sekwencja i polaryzacja

Punkt abonencki

Jest to bardzo ważny element SOS z punktu widzenia zwykłego użytkownika sieci LAN, gdyż jest on bezpośrednio utożsamiany z fizycznym położeniem stanowiska pracy. Decydenci mają pełną świadomość, iż organizując stanowisko pracy blisko punktu abonenckiego, zapewnią pracownikowi niezbędne narzędzia (telefon, komputer — np. z dostępem do Internetu). Z tego względu bardzo ważne jest, aby dobrze prze-myśleć rozmieszczenie PA (punktów abonenckich) w poszczególnych pomieszczeniach. Przyjmuje się za właściwą instalację jednego PA na każde 10 m^2 powierzchni biurowej, zatem gdy dysponujemy pomieszczeniem o powierzchni 50 m^2 , należy w nim rozmieścić minimum pięć punktów abonenckich.

Oczywiście rozmieszczanie punktów abonenckich nie ogranicza się tylko do powierzchni biurowych. Są to wprawdzie typowe miejsca przewidziane do pracy, jednakże nie wolno zapomnieć o pomieszczeniach specjalnego przeznaczenia.

W dobie automatyzacji i komputeryzacji procesów produkcyjnych należy bezdyskusyjnie myśleć o wprowadzaniu okablowania strukturalnego w budynkach produkcyjnych i magazynowych czy też pomieszczeniach projektowych i inżynierskich. W szkołach wyższych, urzędach, miejscach publicznych warto także zastanowić się nad rozmieszczeniem punktów abonenckich na korytarzach i w hallach.

Ciekawy przypadek stanowią placówki medyczne, w tym szpitale. Ci, którzy trwają w przekonaniu, że tam nie ma potrzeby wprowadzania systemu okablowania strukturalnego, są w błędzie. Właśnie w tych miejscach powstawać będą zintegrowane systemy obsługi pacjenta uwzględniające przetwarzanie jego wyników badań. Bez stosownego okablowania nie da się tego zrobić.

Niewątpliwie w większości pomieszczeń „specjalnego przeznaczenia” nie będziemy rozmieszczać PA według normy jeden PA na 10 m². W takich przypadkach należy zastosować indywidualny rozkład PA zgodny z zapotrzebowaniem.

Użytkownicy sieci strukturalnej muszą mieć możliwość podłączenia co najmniej jednego telefonu wraz z komputerem (rysunek 3.7). Są to dwa niezbędne urządzenia wchodzące w skład wyposażenia każdego stanowiska pracy.

Rysunek 3.7.

*Typowy punkt abonencki
zagnieżdżony w listwie
(Legrand)*



Standardowo jeden punkt abonencki składa się z dwóch gniazd RJ-45 i trzech gniazd elektrycznych podłączonych do sieci energetycznej specjalnego przeznaczenia. Z uwagi na fakt coraz powszechniejszego stosowania kabli światłowodowych warto także zainstalować gniazdo światłowodowe.

Fizycznie punkt abonencki (pomijając gniazda elektryczne) składa się z trzech elementów: gniazda, puszek oraz pokrywy. Konfigurując go, powinniśmy tak szczegółowo dobrać pokrywę, puszkę oraz korytko, aby bezproblemowo pasowały do siebie.

Przewód łączący urządzenie z gniazdem w punkcie abonenckim nazywamy kablem stacyjnym. Jego długość nie powinna przekraczać 3 m.

Punkt abonencki powinien także dobrze wkomponowywać się w architekturę obiektu. Jego walory estetyczne muszą odpowiadać gustowi klienta. Poniżej można zobaczyć trzy modele pokryw (rysunek 3.8) z różnych linii produktów firmy Legrand.

Rysunek 3.8.

*Przykładowe modele
(wzory) pokryw
(Legrand)*





Najważniejszym elementem punktu abonenckiego jest gniazdo. Projektując system okablowania, nie możemy dopuścić do tego, by gniazdo strukturalne było przystosowane maksymalnie do okablowania kategorii 5e, podczas gdy my wdrażać będziemy przewody kategorii 5. Gniazdo musi bezwzględnie odpowiadać tej samej kategorii co okablowanie poziome. Drugim strategicznie ważnym elementem jest zgodność modularnego złącza z sekwencją zastosowaną w SOS (np. 568B).

Samo gniazdo (albo pokrywa) powinno umożliwiać naniesienie oznakowania odpowiedniego dla danego punktu (rysunek 3.10). Warto też stosować moduły zawierające przesłony, które będą chronić gniazda przed kurzem. Gniazda charakteryzujące się kątowym sposobem podłączania kabla są z kolei bardzo funkcjonalne oraz bezpieczne, gdyż taka konstrukcja utrudnia przypadkowe wyrywanie przewodu.

Oznakowanie gniazd

Poprawny system nazewnictwa gniazd znajdujących się w punktach abonenckich w znacznym stopniu ułatwia lokalizację powstałych usterek. Dodatkową korzyścią wynikającą z dobrego oznakowania gniazd jest możliwość szybkiej identyfikacji fizycznego położenia komputera w sieci LAN.

Gniazdo jest ściśle powiązane ze swoim odpowiednikiem znajdującym się w szafie dystrybucyjnej właściwej dla lokalizacji punktu abonenckiego. Po obu stronach pojedynczej linii transmisyjnej nadajemy zatem dokładnie takie same oznaczenia. W ten sposób tworzymy oznakowany tor transmisyjny, w którym jeden koniec znajduje się w panelu krosowym, a drugi — w jednym z gniazd punktu abonenckiego.

Tak jak głosi jedno z popularnych przysłów: „Każdy kij ma dwa końce”.

System identyfikacji modułów RJ-45 (bądź też innych) tworzy się z wykorzystaniem kilkunastoznakowej sekwencji cyfr. Kombinacja jest podzielona na trzy części (rysunek 3.9) — zabieg ten pozwala na stopniowanie szczegółowości informacji zawartych w kodzie. Poprawne nazewnictwo powinno umożliwić odczytanie wszystkich niezbędnych informacji. Rysunek 3.9 to ilustracja sposobu nanoszenia kodu.

Rysunek 3.9.
Sposób oznaczania gniazd



Rysunek 3.10.

*Miejsce oznakowania
gniazda — pokrywa
(Ortronics)*



Oznacza to kolejno od lewej strony:

- ◆ numer kondygnacji,
- ◆ numer punktu dystrybucyjnego,
- ◆ numer stelażu (rack) w szafie,
- ◆ dwucyfrowy numer patchpanelu,
- ◆ dwucyfrowy numer gniazda w panelu.

Przedstawiony sposób oznaczania gniazd wynika z normy TIA, która precyzyjnie narzuca, jak ma to zostać uczynione. Normy ISO oraz PN-EN nie są pod tym względem tak rygorystyczne. Nie narzucają odgórnie sposobu oznaczania gniazd, ale zmuszają do określenia metody nazewnictwa.

Sama teoria bywa czasami trudna do zrozumienia, dlatego też rozważmy identyfikację modułów na przykładzie.

Przykład

Otrzymujemy zlecenie wykonania projektu SOS dla nowo powstałego przedsiębiorstwa. Inwestor życzy sobie, aby wszystkie budynki wraz ze znajdującymi się w nich pomieszczeniami były okablowane zgodnie ze standardami systemu okablowania strukturalnego. Jednym z ważniejszych elementów owego projektu jest oznakowanie gniazd. Pierwszym krokiem, jaki powinniśmy uczynić, jest zebranie niezbędnych informacji. Musimy wiedzieć, jaka jest liczba budynków oraz ile każdy z nich posiada kondygnacji i ile pomieszczeń przypada na każdy poziom. Na podstawie zebranych danych — notabene w wyniku przeprowadzenia audytu, który powinien poprzedzać wszelkie czynności projektowe — dokonujemy stosownego zestawienia (w zadaniu wykorzystamy dane z tabeli 3.5). Dla rozważanego przypadku wygląda ono następująco:

Założmy, że dostaliśmy zgłoszenie, iż komputer podłączony do gniazda o numerze 11-101-32 nie może uzyskać żadnego dostępu do sieci. Dokonując szybkiej analizy sytuacji, dochodzimy do wniosku, iż prawdopodobnie jest to problem z okablowaniem. Należy przystąpić do usunięcia awarii. Na podstawie uzyskanego numeru gniazda (najczęściej telefonicznie) ustalamy, gdzie trzeba się udać.

Tabela 3.5. Zestawienie danych do numeracji gniazd

Budynki	Kondygnacje	Punkty dystrybucyjne (nadane numery)	Stelaże typu rack	Panele w szafach	Liczba gniazd w panelu
Biurowiec	Parter (1)	1	1	01, 02	2×48
	I piętro (2)	2	1	01	48
	II piętro (3)	3	1	01	48
Magazyn	Parter (4)	4	1	01	24

Przeczytajmy numer od lewej strony: budynek biurowy, kondygnacja 1. (parter), pierwszy punkt dystrybucyjny, pierwszy stelaż w szafie, panel krosowy nr 1, 32. moduł w panelu. W taki oto prosty sposób znaleźliśmy jeden koniec toru transmisyjnego, który sprawia problemy. Stojąc już w odpowiednim miejscu, możemy dokonać pomiaru interesującej nas linii okablowania.

W tym hipotetycznym przykładzie rozszyfrowaliśmy kod gniazda w przypadku występowania pojedynczych punktów dystrybucyjnych na kondygnacjach. Sieć sprawia wrażenie sieci średnich rozmiarów, zważywszy na obecność tylko jednego stelażu w szafie. W bardziej rozległych systemach okablowania strukturalnego spotkamy się z kodami gniazd zawierającymi informację np. o trzecim stelażu w punkcie dystrybucyjnym.

Zadanie

Mamy trzy budynki, a w każdym z nich są dwie kondygnacje. Drugi budynek wymaga zastosowania na pierwszej kondygnacji dwóch punktów dystrybucyjnych zawierających odpowiednio dwa i trzy stelaże. Pozostałe kondygnacje we wszystkich budynkach mają posiadać po jednym punkcie dystrybucyjnym z jednym stelażem w szafie. Pojedynczy stelaż w każdej z szaf zawiera dwa panele 48-modułowe.

Należy wyznaczyć kod gniazda, gdy moduł znajduje się w drugim budynku na parterze, w pierwszej szafie, na 29. miejscu drugiego panelu.

Dokonując obliczeń, proszę kolejno numerować budynki, następnie kondygnacje i analogicznie punkty dystrybucyjne, stelaże oraz panele.

Trudne?

Odpowiedź to 22-102-29.

Warto rozwiązać całe zadanie. Umiejętność tworzenia poprawnego nazewnictwa gniazd jest niezbędna podczas pracy nad projektem. Gdy budujemy system kodu dla 700 punktów abonenckich (1400 gniazd), nie możemy sobie pozwolić na pomyłkę. Każdy błąd, który wkradnie się do dokumentacji projektowej, będzie z całą pewnością słono kosztował. Niedopuszczalna jest sytuacja, kiedy administrator idzie do szafy, odnajduje interesujący go moduł, a ten nie odpowiada fizycznemu położeniu stanowiska pracy, z którego nadszedł sygnał o awarii.

System oznaczników kablowych

Równie ważnym aspektem SOS — ściśle wiążącym się z kodowaniem gniazd — jest oznakowanie kabli. Na pierwszy rzut oka zabieg ten może wydawać się banalny, nawet zbędny. Trwanie w przekonaniu, iż wystarczą dobrze ponumerowane gniazda, może być zgubne w skutkach. Stosowanie technik identyfikacyjnych kabli powinno być na stałe wpisane w nasze zwyczaje. Z całą pewnością uratuje nas to z niejednej opresji.

Jak to zwykle bywa, trzeba zobaczyć, aby uwierzyć.

Wczujmy się przez chwilę w rolę instalatora systemu okablowania. Mamy już prawidłowo ułożone okablowanie poziome oraz pionowe. Zdecydowanie nadszedł czas na zakończenie przewodów w panelach. Pracy jest sporo, gdyż leży przed nami 48 końcówek kabli poziomych. Tyle samo mamy do zakończenia przewodów telefonicznych pionowych i na koniec — dla relaksu — zostanie sześć par włókien światłowodowych. Jak by na to nie patrzeć, mamy przyjemność z całkiem niezłą wiązką kabli. Zaczynamy się zastanawiać, jak tu się zabrać do pracy. Z całą pewnością znajdują się tacy delikwenci, którzy zastosują metodę „jak by to zrobić, aby się nie narobić”. Nie tędy droga.

Można zastosować dwie metody zakańczania kabli — z oznaczaniem i bez.

W tym pierwszym przypadku trzeba zabrać się do pracy we dwójkę (najlepiej korzystać przy tym z krótkofalówki). Jedna osoba staje przy szafie, a druga przemieszcza się i pracuje przy punktach abonenckich. Instalator przy szafie informuje swojego partnera, który przewód zakańcza i jaki numer mu nadaje. Drugi technik robi dokładnie to samo na przeciwległym końcu kabla. W taki oto prosty sposób można oznakować i podłączyć wszystkie gniazda zgodnie z dokumentacją projektową.

W drugiej metodzie także może współpracować ze sobą dwóch instalatorów, z tym że obaj będą oznakowywać kable.

Jaka jest różnica między tymi metodami? Zasadnicza!

Numeracja kabli pozwoli w przyszłości na usuwanie usterek pojedynczej osobie. Prace polegające na wyjęciu całego panelu i wstawieniu nowego nie powinny sprawiać trudności. Gdy zabraknie oznakowania kabli, będziemy zmuszeni zaczynać zabawę od początku. Wiąże się to z koniecznością proszenia o pomoc kolegi.

Bardzo popularną metodą oznakowywania kabli jest zakładanie opasek identyfikacyjnych (rysunek 3.11). Warto się dobrze zastanowić, jakie informacje będziemy chcieli umieścić na takich opaskach. Zachęcam do przenoszenia kodu gniazda na kabel stanowiący odpowiadającą mu linię transmisyjną.

Sekwencja

Sekwencja wyznacza porządek, w jakim żyły kabla będą podłączone do modularnych gniazd i wtyczek. Projektując system okablowania strukturalnego, powinniśmy zdecydować się na jeden rodzaj sekwencji. Wdrażanie od początku do końca wybranego standardu zagwarantuje jednorodność i spójność systemu.

Rysunek 3.11.
*Opaska umożliwiająca
spięcie kabla,
a także naniesienie
informacji kodowej
(Ortronics)*



Terminując przewody, zawsze łączy się je w pary. Jeden z przewodów w parze oznaczamy jako tip, a drugi — ring. Stąd w skrótach pojawiają się oznaczenia T1, R1, T2, R2 itd.

W celu oznakowania sekwencji producenci okablowania używają kolorów. Zdejmując osłonę z dowolnego przewodu UTP, powinniśmy spostrzec, iż izolacja żył reprezentuje pewien kod kolorystyczny. Każda para oznakowana jest dwoma kolorami. Żyła nadrzędna ma kolor główny (biały) i zawiera paski koloru przewodu podrzędnej. Drugi przewodnik jest natomiast zabarwiony na kolor stosowny dla żyły podrzędnej.

W wyniku tego powstają pary: biało-niebieska, biało-pomarańczowa itd.

Wyróżniamy kilka rodzajów sekwencji regulujących kolejność podłączania pinów.

Dwoma najpopularniejszymi sekwencjami są 568A i 568B według TIA/EIA.

Są to alternatywne wobec siebie układy, dzięki czemu możemy uzyskać kabel z przeplotem (tabela 3.6) — wystarczy zastosować po obu stronach przewodu odmienne sekwencje (568B i 568A). Oba typy różnią się od siebie jedynie zamianą miejscami pary pomarańczowej z zieloną.

Tabela 3.6. *Porównanie sekwencji 568A i 568B*

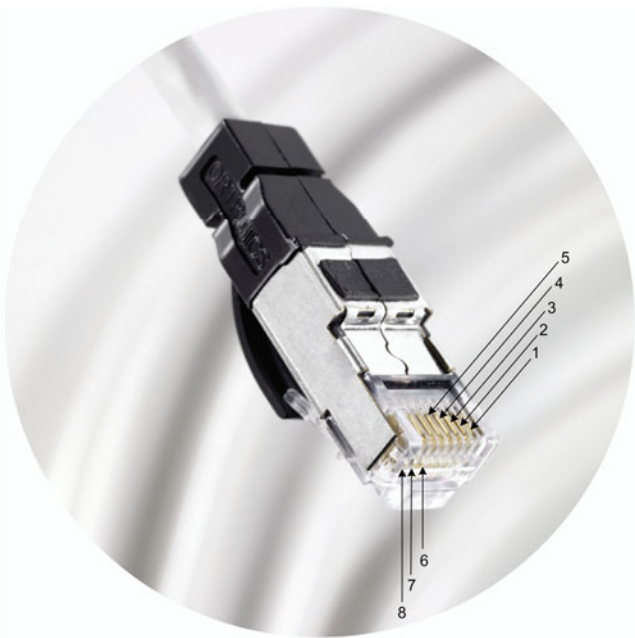
EIA/TIA-568A			EIA/TIA-568B		
Pin	Para	Kolor	Pin	Para	Kolor
1	3	biało-zielony	1	2	biało-pomarańczowy
2	3	zielony	2	2	pomarańczowy
3	2	biało-pomarańczowy	3	3	biało-zielony
4	1	niebieski	4	1	niebieski

Tabela 3.6. Porównanie sekwencji 568A i 568B — ciąg dalszy

EIA/TIA-568A			EIA/TIA-568B		
Pin	Para	Kolor	Pin	Para	Kolor
5	1	biało-niebieski	5	1	biało-niebieski
6	2	pomarańczowy	6	3	zielony
7	4	biało-brązowy	7	4	biało-brązowy
8	4	brązowy	8	4	brązowy

Na rysunku 3.12 przedstawiam rozkład (numerację) pinów w złączu RJ-45.

Rysunek 3.12.
Rozkład pinów
w złączu RJ-45
(Ortronics)



EIA 568B

Jest to sekwencja czteroparowa i dotyczy tylko polaryzacji ośmiopinowej. Jest powszechnie stosowana na całym świecie (rysunek 3.13).

Sekwencja 568B wg TIA/EIA

12345678

T2R2T3R1T1R3T4R4

T1 — biało-niebieski

R1 — niebieski

T2 — biało-pomarańczowy

R2 — pomarańczowy

T3 — biało-zielony

R3 — zielony

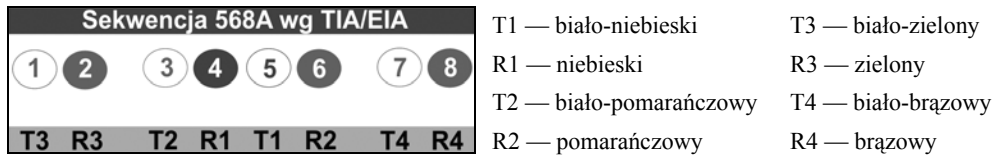
T4 — biało-brązowy

R4 — brązowy

Rysunek 3.13. Sekwencja 568B

EIA 568A

Ta sekwencja jest bardzo podobna do 568B. Różnica polega jedynie na zamianie miejsc par 2. i 3. (rysunek 3.14). Jest ona zgodna z dwiema parami sekwencji USOC (568B jest zgodna tylko z jedną).

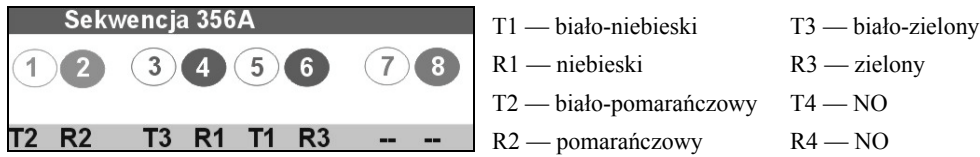


Rysunek 3.14. Sekwencja 568A

Oto pozostałe sekwencje:

356A

Jest to pochodna wersji 568B, w której pominięto czwartą parę, czyli zwolniono piny 7. i 8. (rysunek 3.15).

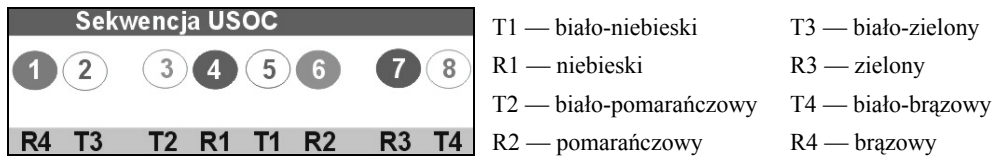


Rysunek 3.15. Sekwencja 356A

Tym samym stanowi ona sekwencję trzyparową.

USOC

Sekwencja ta jest powszechnie stosowana w systemach telefonicznych w USA. Zasada terminowania pinów jest bardzo prosta. Pierwsza para zagnieżdżona jest w środku interfejsu (miejsc 4. i 5.), a każda następna skrajnie do pary poprzedniej (rysunek 3.16). Druga para rezydować będzie zatem na pozycjach 3. i 6., trzecia na 2. i 7. itd.



Rysunek 3.16. Sekwencja USOC

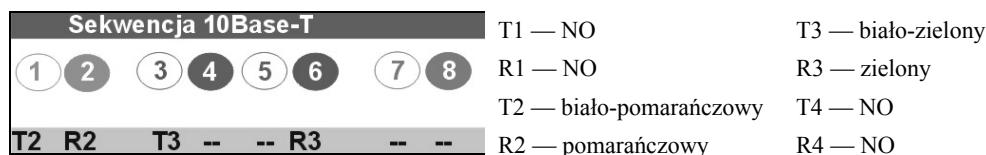
Na powyższym rysunku (3.16) pokazuję zasadę układania żył kabla dla wtyku ośmio-pinowego. W przypadku polaryzacji cztero- lub sześcioparowej obowiązuje taka sama zasada zagnieżdżania par (rysunek 3.17).

Rysunek 3.17.
Sekwencja USOC dla
polaryzacji WE4W



10Base-T

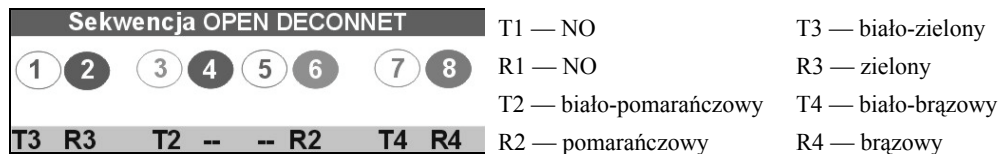
Jest to modyfikacja sekwencji EIA 568B (rysunek 3.18). Dzięki pozostawieniu 1. i 4. pary otwartej uzyskujemy dodatkowy poziom bezpieczeństwa przed podłączeniem telefonu do gniazda informatycznego. Jest to rozwiązanie bardzo korzystne z uwagi na pojawianie się wysokiego napięcia z central telefonicznych (nawet 60 V). Urządzenia telefoniczne wykorzystują 4. i 5. pin, tak więc połączenie z parami niosącymi sygnał Ethernetu jest fizycznie niemożliwe.



Rysunek 3.18. Sekwencja 10Base-T

OPEN DECONNET

To mutacja sekwencji EIA 586A, w której pominięto piny 4. i 5. (R1, T1) (rysunek 3.19).



Rysunek 3.19. Sekwencja OPEN DECONNET

Reasumując, mogę stwierdzić, że sekwencja wyznacza porządek, w jakim żyły kabla będą połączone z modularnym interfejsem. Firma Molex Premise Networks® zaleca stosowanie sekwencji EIA 568B przy wykonywaniu nowych instalacji.

Ja także zachęcam do posługiwania się sekwencją 568B, gdyż jest ona zgodna ze standardem ISDN oraz obsługuje dwuparowy system telefonii w systemie USOC.

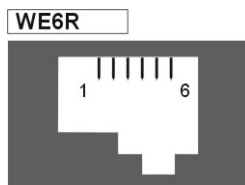
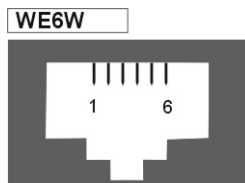
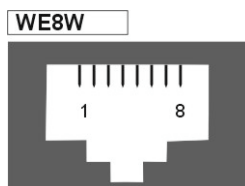
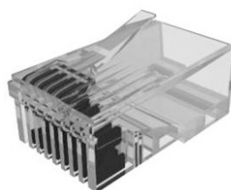
Polaryzacja

Polaryzacja definiuje fizyczny kształt oraz wymiary modularnych gniazd i wtyków.

Najpopularniejszymi rodzajami wtyków są:

- ◆ WE8W (RJ-45) — złącze ośmiopinowe (rysunki 3.23 i 3.24);
- ◆ WE4W (RJ-11) — złącze czteropinowe;

- ♦ WE6W (RJ-12) — złącze sześciopinowe (rysunki 3.21 i 3.22);
- ♦ WE6R (MMJ) — wtyk opracowany przez firmę DEC (rysunek 3.20).

Rysunek 3.20.*Wtyk MMJ***Rysunek 3.21.***Wtyk RJ-12***Rysunek 3.22.***Wtyk RJ-12 (3D
Molex)***Rysunek 3.23.***Wtyk RJ-45***Rysunek 3.24.***Wtyk RJ-45 (3D
Molex)*

Zalecam stosowanie wtyków według standardu Western Electric Company (WEC). Kiedy świadomie chcemy uniemożliwić podłączenie urządzeń telefonicznych do gniazd informatycznych, powinniśmy wybrać polaryzację MMJ (ang. *Modified Modular Jack*) według standardu firmy Digital Equipment Corp. (DEC).



W nowo powstałych sieciach należy stosować, zgodnie z normą EN 50173, gniazda WE8W wraz z wtykami RJ-45 dla okablowania miedzianego.

Terminowanie

Z polaryzacją nierozzerwalnie wiąże się pojęcie terminowania. Jest to proces osadzania żył kabla we wtyczce oraz w gnieździe. Dokonuje się tego zgodnie z wybraną sekwencją. Do zaciskania wtyków dla kabli miedzianych służy urządzenie zwane zaciskarką. W celu osadzenia żył w gnieździe modułarnym należy posłużyć się specjalnym urządzeniem uderzeniowym.

Przystępując do terminowania kabla UTP, w pierwszej kolejności musimy go odizolować. Robimy to za pomocą specjalnego nożyka w bardzo delikatny sposób, aby nie uszkodzić żył. Następnie rozkręcamy żyły i dokonujemy uporządkowania według wybranej sekwencji (568B). Ze względu na wartość przesłuchu NEXT ważne jest, aby żyły nie były odizolowane na odcinku większym niż 13 mm.

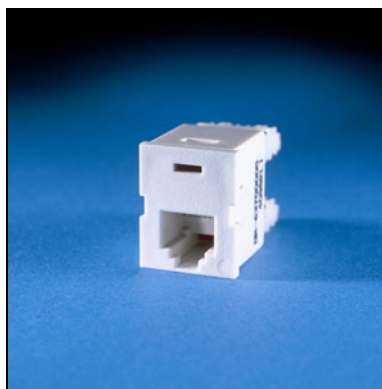
Uporządkowane kable wsuwamy do wtyczki (trzymając ją klipsem do dołu) i zaciskamy. W poprawnie wykonanej wtyczce izolacja przewodu wchodzi lekko do środka obudowy wtyku.

W celu zabezpieczenia wtyku stosuje się specjalne gumowe osłonki, które po zakończeniu montowania przewodu nasuwa się na wtyczkę. Występują one w różnych kolorach.

Podczas terminowania gniazd w panelach krosowych oraz punktach abonenckich także należy ograniczyć długość rozplotu kabli do 12,5 mm (około 0,5").

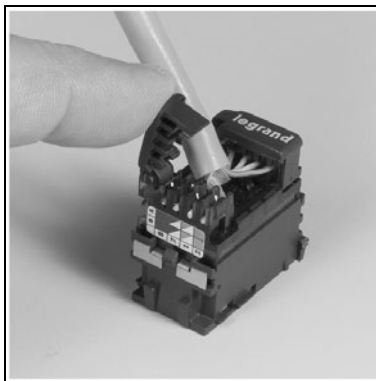
Rozwiązanie proponowane przez firmę Legrand pozwala na osadzanie rozplecionych żył kabla w module bez użycia narzędzi. Proces ten polega na wsunięciu żył w szczelinę i zaciśnięciu ich za pomocą zapadki (rysunek 3.26). Zbyteczne odcinki żył odcinamy obcinarką boczną (rysunek 3.27). Analogicznie postępujemy z przewodem STP, dodatkowo pamiętając o jego uziemieniu (rysunek 3.28). Poprawnie wykonane złącze powinno pozwalać na swobodny ruch kabla (rysunek 3.29).

Rysunek 3.25.
*Moduły RJ-45
UTP/STP
(Ortronics)*

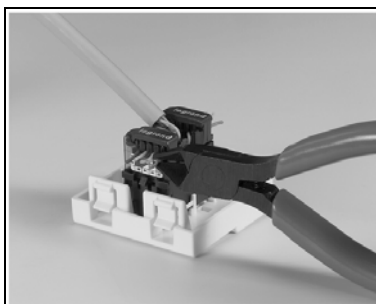


Rysunek 3.26.

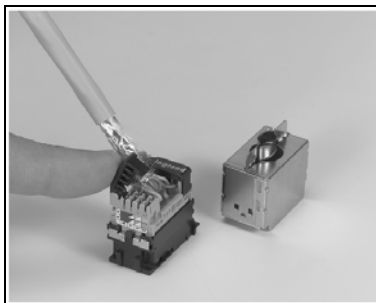
*Terminowanie
modułu RJ-45
(Legrand)*

**Rysunek 3.27.**

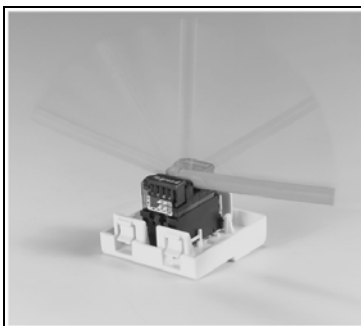
*Proces odcinania
zbędnych odcinków
żył (Legrand)*

**Rysunek 3.28.**

*Terminowanie
przewodu STP
(Legrand)*

**Rysunek 3.29.**

*Swoboda ruchu
przewodu
w gnieździe
(Legrand)*

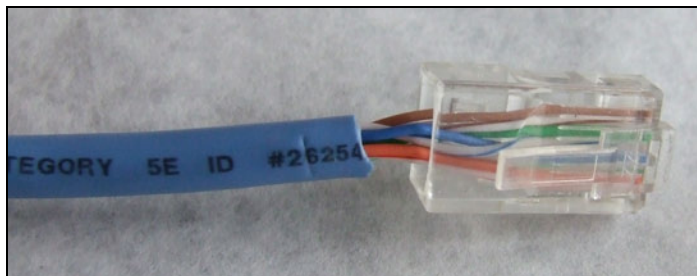


Na rynku dostępne są także modułarne gniazda do terminowania, do których musimy użyć specjalnego narzędzia uderzeniowego. Terminowanie polega w tym przypadku na siłowym wciśnięciu żyły kabla, której nadmiar jest automatycznie odcinany. W ten sposób musimy postąpić z każdą z ośmiu żył przewodu.

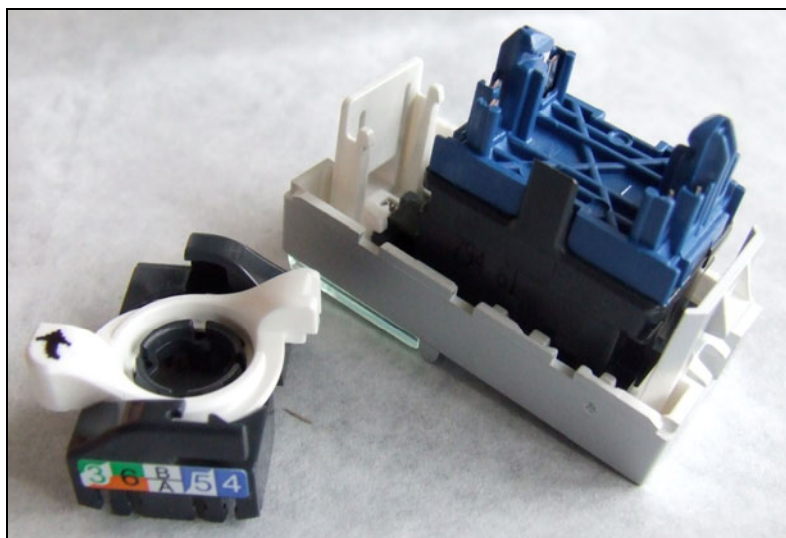
Zdjęcie 3.30 ilustruje błędnie przygotowany kabel krosowy. Owa nieprawidłowość objawia się w znacznym ubytku izolacji kabla w miejscu wprowadzenia go do wtyku. Dodatkowo warto by było przed zaciśnięciem złącza założyć jego osłonkę. Wprawny administrator postarałby się także zmniejszyć rozplot żył.

Rysunek 3.30.

*Nieprawidłowo
przygotowany
wtyk RJ45.*



Dużym ułatwieniem są gniazda beznarzędziowe. Nazwa ta oznacza, że instalator nie musi użyć specjalnego narzędzia w celu ich montażu. Owe rozwiązania sprawdzają się w punktach abonenckich, a także przy uzbrajaniu patchpanelu. Zdjęcie 3.31 obrazuje kompletny moduł RJ45 z zatrzaskiem, który zapina żyły kabla poprzez przekręcenie motylka. Kolejne zdjęcie, 3.32, ilustruje metalowy zatrzask działający na analogicznej zasadzie. Panel krosowy uzbrojony w moduły RJ45, które częściowo zostały już zaپیęte (na sucho, bez przewodu) obrazuje rysunek 3.33.



Rysunek 3.31. *Beznarzędziowy moduł RJ45*

Rysunek 3.32.

*Beznarzędziowy
zatrząsk modułu RJ45
stosowany w panelach
krosowych*

**Rysunek 3.33.**

*Patchpanel uzbrojony
w moduły RJ45*



Elementy pasywne systemu

Szafy dystrybucyjne

Szafy dystrybucyjne stanowią strategiczny element zarówno okablowania strukturalnego, jak i całej sieci teleinformatycznej. W stelażu szafy zainstalowane są urządzenia aktywne wraz ze sprzętem pasywnym. Przeznaczeniem szaf jest zapewnienie fizycznego bezpieczeństwa sprzętu w nich zawartego, a także utrzymywanie logicznego porządku elementów. Dodatkowo szafy zapewniają zasilanie i obieg powietrza dla sprzętu aktywnego. Fizyczne parametry szaf oraz ich liczba zależą od wielkości i złożoności sieci. Szafa stanowi punkt rozdzielczy, do którego zbiega się okablowanie poziome i pionowe. Zawiera także elementy łączące sprzęt pasywny z aktywnym (kable krosowe). Jest to punkt, do którego administrator będzie się kierował, gdy będzie musiał przydzielić sygnał do określonego gniazda.

Szafy dystrybucyjne są fizycznym odzwierciedleniem logicznego punktu dystrybucyjnego, dlatego też gdy mówimy, że idziemy do kondygnacyjnego punktu dystrybucyjnego, to de facto udajemy się do pomieszczenia, w którym znajduje się odpowiadająca mu szafa.

Na rynku istnieje wiele szaf zaspokajających nasze potrzeby. Najogólniej mówiąc, szafy 19" można podzielić na wolno stojące i wiszące. Parametr 19" określa szerokość ramy. Jest bardzo ważne, aby kupiony sprzęt aktywny miał możliwość montażu właśnie w takich stelażach.

Drugim istotnym parametrem identyfikującym szafę jest jednostka U określająca wysokość ramy. Wymiary sprzętu pasywnego i aktywnego także wyrażane są w jednostkach U, co pozwala na łatwe obliczenie, jaka szafa będzie potrzebna.

Jednostka wysokości 1 U jest w przybliżeniu równa 45 mm. Najpopularniejsze rozmiary szaf to: 6U, 10U, 14U, 24U i 42U.

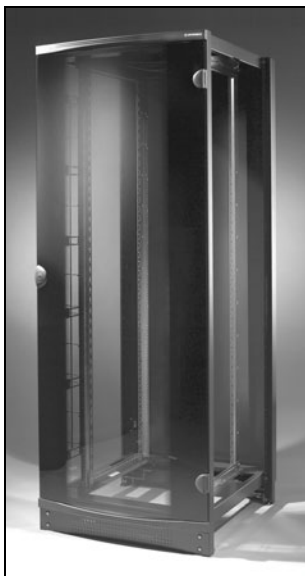
Jak już wcześniej nadmieniałem, szafy wymuszają logiczny porządek zawartego w nich sprzętu. W tym celu powinniśmy ściśle przestrzegać określonej hierarchii instalacji. Jeśli spojrzeć od góry, układ powinien wyglądać następująco:

- ◆ panel szczotkowy i osprzęt światłowodowy,
- ◆ sprzęt aktywny,
- ◆ elementy pasywne okablowania miedzianego, detale organizujące przebieg.

Na rysunku 3.34 przedstawiam szafę dystrybucyjną 19" o wymiarach podstawy 32"×32". Jej rzeczywista wysokość wynosi 1921 mm (42U). Na kolejnym zdjęciu (rysunek 3.35) widać szafę z przeszklonymi drzwiami frontowymi. Okno szklane pozwala na obserwowanie pracy sprzętu aktywnego. Szafa ma zdejmowane ścianki boczne oraz wyposażona jest w zamek zabezpieczający przed otwarciem drzwi przez osoby niepowołane.

Rysunek 3.34.

*Szafa stojąca Ortronics
32"x32", 42U*



Rysunek 3.35.
*Szafa stojąca Ortronics,
24"x24" , 42U*

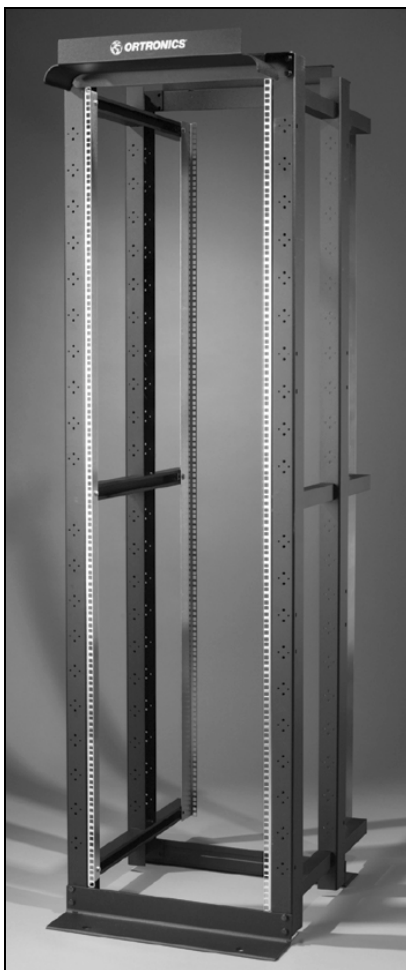


Alternatywnym rozwiązaniem dla szaf dystrybucyjnych są ramy montażowe (rysunki 3.36 oraz 3.37). Umożliwiają one instalację urządzeń bezpośrednio w stelażu. Wysokość ramy także określa się w jednostkach U. Jest to rozwiązanie tańsze od szaf zamkniętych.

Rysunek 3.36
*Rama montażowa 19"
wyposażona
(Ortronics)*



Rysunek 3.37.
Rama montażowa 42U
(Ortronics)



Praktyka instalatorska pokazuje, iż w krótkim czasie po montażu szafy administratorzy pozbawiają ją ścian bocznych i tyłu. Jest to zjawisko niezwykle ciekawe pod względem psychologicznym. Oczywiście instalatorzy dopytywali się, dlaczego w szafie pozostawiane są tylko drzwi. W odpowiedzi słyszeli, iż dla lepszej cyrkulacji powietrza. Jest to co najmniej dziwne, gdyż szafy posiadają specjalnie przygotowany system chłodzący, a całe pomieszczenie jest klimatyzowane. Wypada tylko powiedzieć, iż jest to nadzwyczajna bzdura, jednak takowe zjawisko istnieje i należy brać je pod uwagę w fazie projektowej.

Drugą drażniącą kwestią jest zbyt płytkie umieszczanie ramy 19" oraz brak organizatorów przebiegu kabli. Wszystko to generuje problemy z zamykaniem drzwi. W efekcie, jeżeli szafa posiada płaskie drzwi, niszczy się kable i gniazda w panelach krosowych.

Powstaje pytanie, czy lepiej stosować szafy, czy racki. Sam stelaż zajmuje mniej miejsca i w pewnych okolicznościach jest łatwiejszy w obsłudze. Jest także tańszy. Szafy gwarantują dodatkowe bezpieczeństwo oraz posiadają panele wentylacyjne.

Jeżeli zatem jesteśmy pewni niskiej awaryjności klimatyzacji w pomieszczeniach techniczno-serwerowych, a w dodatku są one stosunkowo małe, lepiej zastosować stelaże montażowe. Tak wynika z praktyki instalatorskiej. Sam wolę szafy, chociażby dlatego, że dają większe możliwości i zwiększają estetykę instalacji.

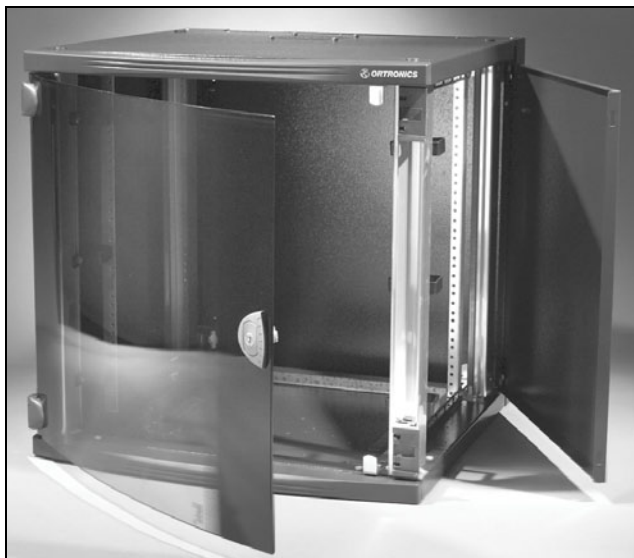
Każdy projektant na pewnym etapie prac musi zdecydować, czy wdrożyć pełne szafy teleinformatyczne, czy skorzystać z otwartych systemów montażu (ram). Odpowiedź nigdy nie będzie jednoznaczna i oczywista. Obydwa rozwiązania cechują się wadami, a także posiadają liczne zalety. System ram otwartych wspierany przez kątowe panele krosowe doskonale sprawdza się przy dużej ilości kabli poziomych. Szafy pełne charakteryzują się możliwością kontroli dostępu do sprzętu na niskim poziomie, jak również stwarzają możliwość precyzyjnego chłodzenia wybranych elementów infrastruktury. Ponadto nośność szaf jest dużo większa niż w przypadku zwykłego stelaża. Nie mniej ważną kwestią jest możliwość organizacji kabli w płaszczyźnie pionowej. W większości standardowych przypadków, przy uwzględnieniu ogólnych zasad, lepiej sprawdzają się szafy.

Nieco prostsza jest sytuacja w przypadku szafek wiszących. Takie elementy stosuje się zazwyczaj w niedużych pośrednich punktach dystrybucyjnych, gdzie nie ma potrzeby wstawiania stelaża lub szafy o rozmiarze 42U.

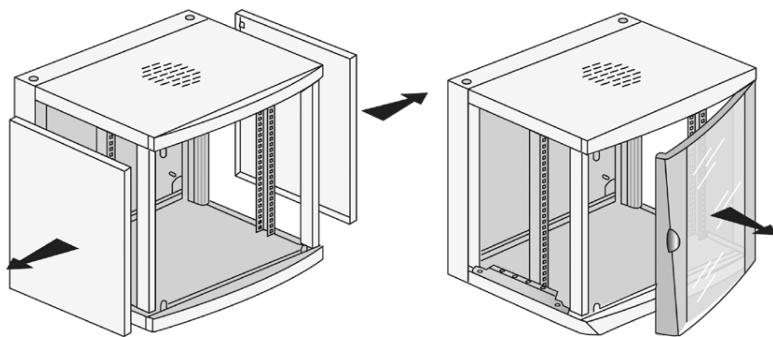
Szafki wiszące służą do organizacji takich niewielkich punktów dystrybucyjnych (rysunki od 3.38 do 3.41). Posiadają one przeszklone i zamykane drzwiczki. Jest to bardzo dobre rozwiązanie dla LPD.

Rysunek 3.38.

Szafka ścienna wisząca (Ortronics)



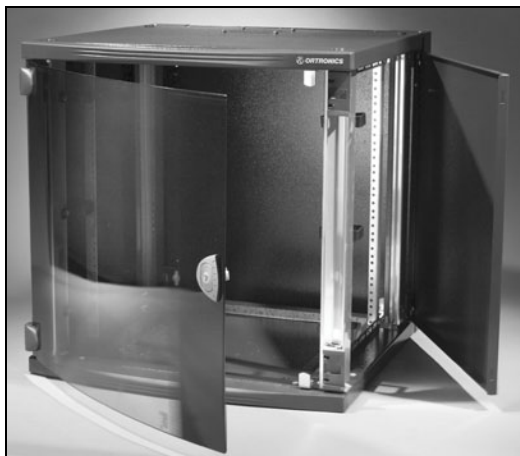
Rysunek 3.39.
Szafka naścienna
— możliwości
(Ortronics)



Rysunek 3.40.
Szafka naścienna 6U
(Ortronics)



Rysunek 3.41.
Szafka naścienna 12U
(Ortronics)



Ustawianie i konfiguracja „czystej” szafy

Prawidłowa instalacja szafy jest bardzo istotna dla bezpieczeństwa i komfortu pracy. Szafa powinna być ustawiona w odległości co najmniej 30 cm od ściany. Ścianki boczne nie powinny znajdować się bliżej ściany niż w odległości 100 cm. Drzwi frontowe muszą otwierać się w kierunku najbardziej oddalonej ściany w pomieszczeniu. Takie ustawienie zagwarantuje dostęp do szafy z każdej strony. Będziemy mogli w razie potrzeby swobodnie zdjąć wszystkie boki oraz dostać się do przewodów z tyłu. Jeżeli bez należytej staranności ustawimy szafę, później możemy mieć nie lada problem przy wykonywaniu prac administracyjnych. Dodatkowo ważnym argumentem przemawiającym za roztropnym ustawieniem szafy jest konieczność uwzględnienia ewentualnego dostawienia drugiego stelaża do już istniejącego!

Szafę możemy otrzymać w wersji zmontowanej lub do samodzielnego montażu. Jeżeli czujemy się na siłach, warto zabrać się do składania — jest to niezła zabawa. Poza tym pozwala to na poznanie każdego elementu szafy, a taka wiedza jest cenna.

Jak to zwykle bywa w przypadku większości produktów, można je udoskonalić i poddać modernizacji. Tak też jest z szafami. Producenci oferują szeroką gamę dodatków. Do tych najbardziej przydatnych możemy zaliczyć:

- ♦ Cokół, na którym ustawimy szafę (rysunek 3.42). Pozwoli to na wprowadzanie kabli od spodu szafy z dowolnej strony.
- ♦ Panel z włókniną i przepustem szczotkowym (rysunek 3.43). Element ten ochroni szafę przed zasysaniem kurzu do jej wnętrza.
- ♦ Sufitowy panel wentylacyjny, który zapewni wymianę powietrza w szafie. Możemy wybrać wersję z termostatem lub bez.
- ♦ Listwy i linki uziemienia.
- ♦ Półki oraz szuflady na dokumentację i drobne narzędzia (rysunki 3.44, 3.45 i 3.46).
- ♦ Uchwyty i prowadnice kabli.
- ♦ Panele zasilające (rysunek 3.47). Zapewnią one źródło zasilania dla sprzętu umieszczonego w szafie.
- ♦ Zaśleпки (aluminiowe i stalowe).
- ♦ Szuflady 1U na klawiatury (rysunek 3.48).
- ♦ Panele oświetleniowe (rysunek 3.49).
- ♦ Kieszenie z szybką na monitory (rysunek 3.50).
- ♦ Mierniki wilgotności powietrza.

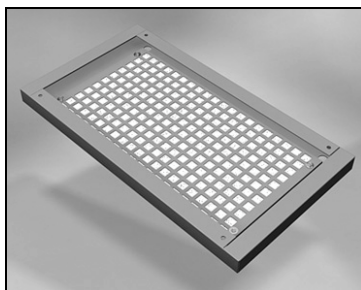
Cokół stanowi podstawę pod szafę (rysunek 3.42). Jego parametry należy starannie dobrać do wymiarów podstawy szafy. Przykładowe wymiary: 800×800 mm w podstawie oraz 120 mm wysokości.

Rysunek 3.42.
Cokół MODBOX III
(Molex)



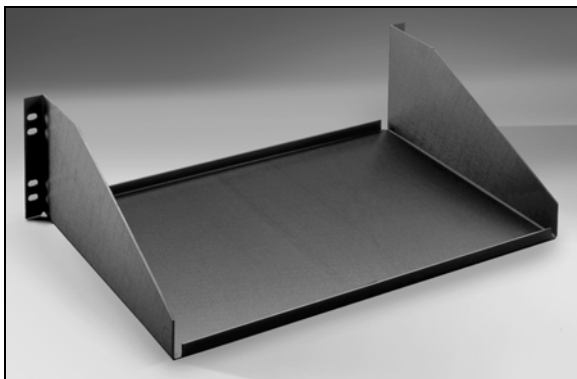
Zaślepkę filtrującą stosuje się w celu ochrony wnętrza szafy przed zasysanym kurzem (rysunek 3.43). Jest łatwa w montażu, nie wymaga żadnych specjalistycznych narzędzi.

Rysunek 3.43.
Filtr podłogowy
(Molex)



Lekka półka (rysunek 3.44) przeznaczona jest do montażu w szafach dystrybucyjnych 19" (wysokość 2U, głębokość 400 mm). Jej obciążenie nie powinno przekroczyć 25 kg.

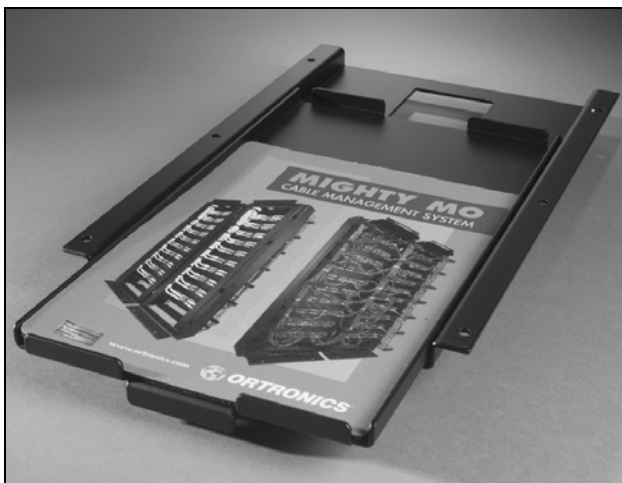
Rysunek 3.44.
Półka na dokumenty
(Ortronics)



Rysunek 3.45.
Półka w standardzie 19"
(Ortronics)



Rysunek 3.46.
Szuflada na dokumenty
Ortronics



Listwa zasilająca przeznaczona jest dla pięciu odbiorców i zawiera filtr zabezpieczający przed przepięciami. Wyposażona jest także w wyłącznik odcinający zasilanie wszystkich gniazd w panelu (rysunek 3.47).

Rysunek 3.47.
Panel zasilający
z sześcioma gniazdami
(Legrand)



Rysunek 3.48.
Szuflada na klawiaturę
1U (Ortronics)



Rysunek 3.49.
*Panel oświetleniowy
(ZPAS)*



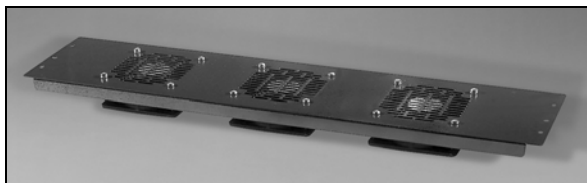
Rysunek 3.50.
*Kieszka na monitor
z szybą oraz rączkami
— rozwiązania
przemysłowe (ZPAS)*



Elementy chłodzące szafę

Elementem takim jest panel 19" o wysokości 1U (rysunek 3.51). Najczęściej służy on do zapewniania wymiany powietrza w szafkach wiszących. Można go zamontować w dowolnej ramie przystosowanej do standardu 19". Montaż polega na wsunięciu go w stelaż i dokręceniu śrub (analogicznie do zwykłego panelu). Trzeba pamiętać o zapewnieniu zasilania dla wentylatorów.

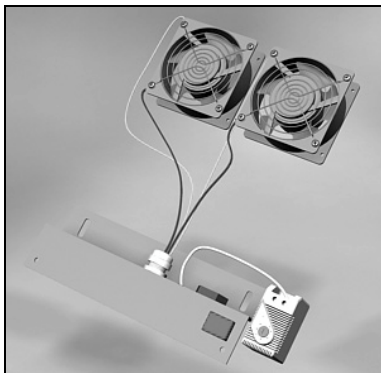
Rysunek 3.51.
*Panel wentylacyjny
(Ortronics)*



Wentylatory pokazane na poniższych rysunkach przeznaczone są do montażu w szafach stojących. Wyposażono je w termostat sterujący obiegiem powietrza (rysunek 3.52). Gdy stosujemy wentylatory sufitowe, powinniśmy wyposażyć szafę w filtr podłogowy chroniący ją przed zasysaniem kurzu.

Rysunek 3.52.

*Panel wentylacyjny
2W MODBOX III
(Molex)*



Na rysunku 3.53 przedstawiam zestaw czterech sprzężonych ze sobą wentylatorów przeznaczony do instalacji w suficie szafy dystrybucyjnej. Alternatywne rozwiązania zademonstrowano na rysunkach 3.54 i 3.55.

Rysunek 3.53.

*Panel wentylatorów
sufitowych (Molex)*

**Rysunek 3.54.**

*Panel wentylatorów
sufitowych
zainstalowany
w szafie (Legrand)*



Rysunek 3.55.

*Wentylatory sufitowe
oraz listwa
oświetleniowa
(Legrand)*

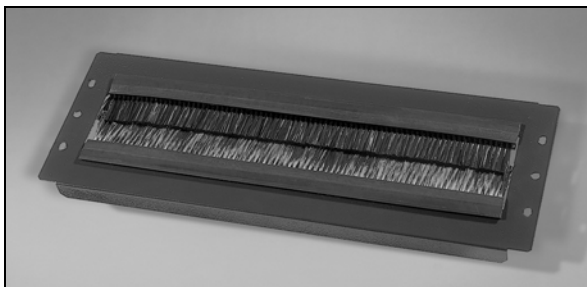


Elementy porządkujące przewody w szafie

Panel szczotkowy tworzy „śluzę” pozwalającą na bezpieczne przeciągnięcie przewodów z tyłu szafy do jej frontu. Kable przekładamy przez włókna (jak w szczotce) i organizujemy ich układ na bocznych wieszakach (rysunek 3.56).

Rysunek 3.56.

*Panel szczotkowy
(Ortronics)*



Wieszak służy do organizacji kabli w szafie (rysunki 3.57 i 3.58). Montuje się go poziomo; przykładowe rozmiary to 1U, 2U, 4U, 6U.

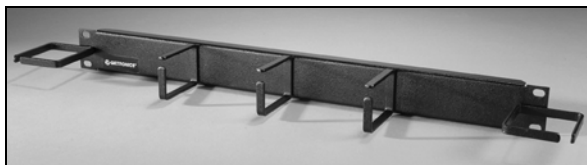
Rysunek 3.57.

*Wieszak na przewody
6U (Ortronics)*



Rysunek 3.58.

*Wieszak na przewody
1U (Ortronics)*



Kolejnym elementem porządkującym jest pokrywa zasłaniająca kable krosowe (rysunek 3.59). Element ten podnosi estetykę szafy dystrybucyjnej.

Rysunek 3.59.

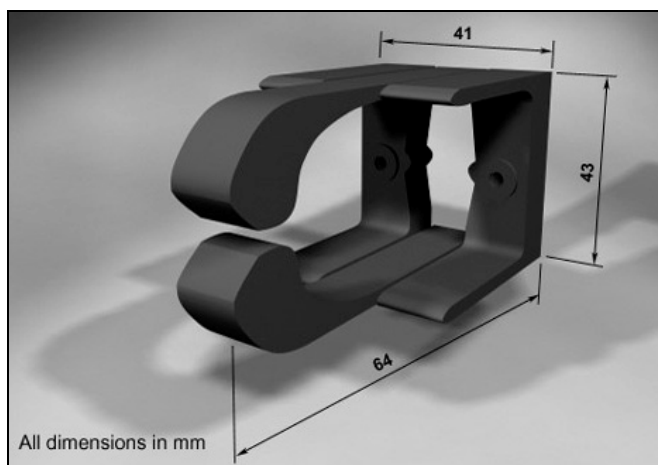
*Panel maskujący
(Ortronics)*



Wieszak pionowy służy do organizacji pionowych przebiegów kabli w szafie (rysunek 3.60).

Rysunek 3.60.

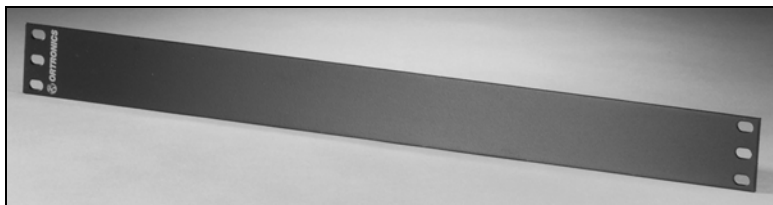
*Wieszak pionowy
(Molex)*



Zaślepki maskują puste miejsca (niewykorzystane jednostki U). Wpływają na estetykę i zabezpieczenie szafy (rysunek 3.61).

Rysunek 3.61.

*Zaślepka 1U
(Ortronics)*



Szafy charakteryzują się konstrukcją łatwą w montażu i demontażu. Można bardzo prosto zdjąć ścianę boczną w celu przeprowadzenia prac konserwatorskich (rysunek 3.62). Ponadto każdą szafę można wypoziomować (rysunek 3.63) oraz bezproblemowo ustawić w konkretnym miejscu, przesuwając ją na zamontowanych kółkach (rysunki 3.64 i 3.65).

Rysunek 3.62.

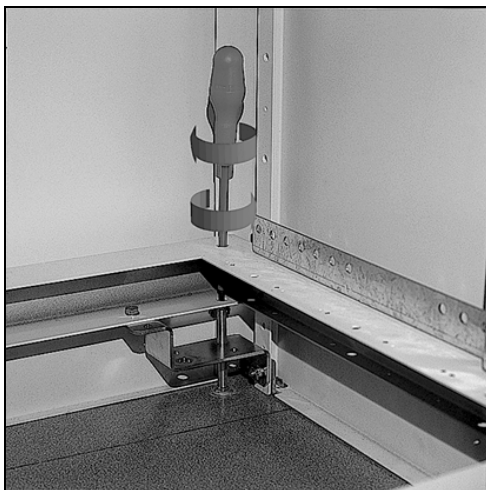
Szafa XL VDI

(Legrand)

— demontaż
ściany bocznej

**Rysunek 3.63.**

*Regulacja poziomu
szafy VDI (Legrand)
od środka*



Rysunek 3.64.

*Kółka do szafy VDI
(Legrand)
— mobilność*

**Rysunek 3.65.**

*Zestaw kółek
(Ortronics)*



Na rysunku 3.66 przedstawiam przykładowy układ sprzętu w szafie. Model stanowi szafa 42U umieszczona na cokole z filtrem przepustowym, wyposażona także w sufitowy panel wentylacyjny. W stelażu zamontowano znaczną liczbę zaślepek. Na pierwszy rzut oka może się wydawać, że postaviliśmy zbyt dużą szafę. Nic bardziej mylnego! Zapas wolnych jednostek U gwarantuje swobodną rozbudowę punktu dystrybucyjnego. Szafa została „wypełniona” zgodnie z zasadami hierarchii elementów, a zatem kolejno od góry widzimy: „światło”, sprzęt aktywny, akcesoria i elementy organizujące przebieg. Rysunek 3.67 to ilustracja rzeczywistego wyglądu szafy po osadzeniu w niej sprzętu.



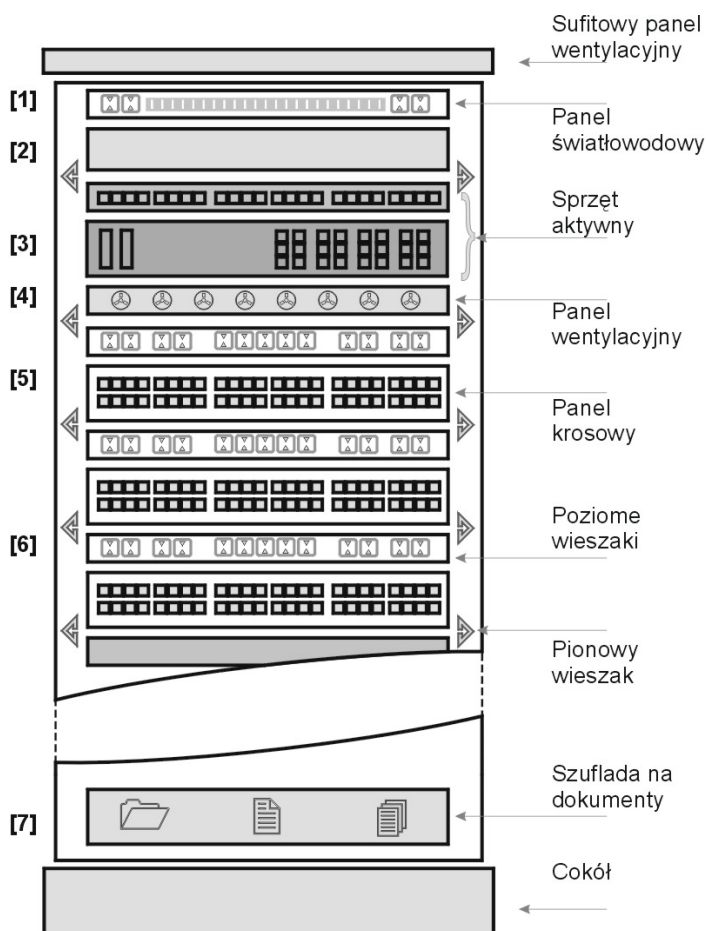
Uwaga

Każda szafa powinna zostać uziemiona. Do tego celu można wykorzystać listwę lub linkę uziemienia (rysunki 3.68 i 3.69).

Uziemienie szafy i okablowania wcale nie jest prostym i mało ważnym zadaniem. Oczywiście można by dyskutować, które okablowanie jest lepsze, UTP czy FTP? Odpowiedź nie jest jednoznaczna. Uziemienie dla dielektryka według normy powinno wynosić 20 – 100 Ω , dla teleinformatyki maksymalnie 5 Ω . Jeśli zostanie położone okablowanie ekranowane, które jest słabo uziemione, zacznie „strzelać” wewnątrz sieci. Dlatego też przed ułożeniem kabli STP warto sprawdzić jakość uziemienia budynku, aby mieć pewność, iż wszystkie ładunki z uziemienia systemu okablowania trafią do gruntu. Jeżeli warunek ten nie jest spełniony, lepiej zastosować zwykłe kable UTP.

System okablowania uziemiamy za pomocą linek i listew uziemienia. Błędem często powtarzanym przez instalatorów jest stosowanie zbyt małej średnicy linki i (lub) mocowanie jej tylko w jednym punkcie styku (jedna śruba) — ładunki spotykają się pod jedną śrubą, co może być przyczyną awarii. Bardzo ważną kwestią w okablowaniu STP jest dopilnowanie, aby panel krosowy w szafie posiadał przerwę w ekranie. Jest to konieczne w celu przerwania pętli elektrycznej.

Rysunek 3.66.
Typowa konfiguracja szafy stojącej 42U



Sprzęt pasywny

Terminem „sprzęt pasywny” określa się te wszystkie elementy wchodzące w skład wyposażenia szafy, które nie ingerują w sygnał. Zadaniem takiego sprzętu jest zapewnienie fizycznej łączności między urządzeniami aktywnymi a segmentami okablowania. Dodatkowo elementy te są odpowiedzialne za organizowanie i utrzymywanie porządku kabli w szafach.

Panele krosowe generalnie dzielimy na trzy grupy, klasyfikując je według rodzaju medium, jakie obsługują. I tak mamy panele:

- ◆ światłowodowe,
- ◆ U/UTP oraz F/UTP,
- ◆ telefoniczne.

Rysunek 3.67.

*Szafa XL VDI
wraz z wyposażeniem
(Legrand)*

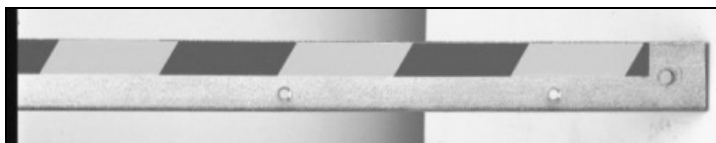
**Rysunek 3.68.**

*Linka uziemienia
(Ortronics)*



Rysunek 3.69.

*Listwa uziemienia
(ZPAS)*



Niezależnie od tego, dla jakiego medium są przeznaczone, spełniają one to samo zadanie. Ich rola polega na kończeniu odcinków okablowania, przez co możliwe jest fizyczne zestawienie potrzebnych połączeń. Innymi słowy panele krosowe umożliwiają przydzielenie sygnału do gniazda w punkcie abonenckim. Proces ten realizuje się za pomocą przewodów krosowych, których jeden koniec podłącza się do panelu, a drugi do urządzenia aktywnego lub panelu telefonicznego.

Dokonując wyboru patchpanelu, powinniśmy zwrócić uwagę na to, jakie standardy obsługuje. W przypadku skrętki skoncentrujemy się na sprawdzeniu sekwencji oraz kategorii kabla. Dla paneli światłowodowych istotną informacją jest to, w jakie złącza są one wyposażone (SC, ST, MTRJ) oraz jaki rodzaj światłowodu obsługują (SM, MM). Panel telefoniczny przeznaczony jest do zakańczania pionowego okablowania wieloparowego i raczej nie powinniśmy mieć trudności z doбором takiego urządzenia.

Wysokość panelu określa się przy użyciu parametru U.

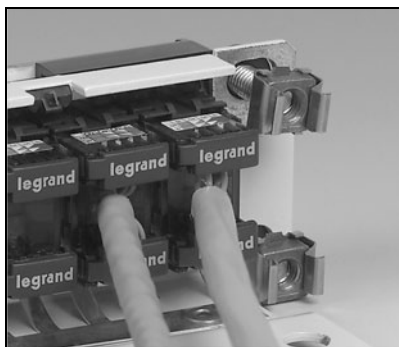
Zasadniczo panele krosowe występują w dwóch wersjach: pełnej i nieuzbrojonej. W przypadku tej drugiej musimy dokupić potrzebne moduły, a następnie osadzić je w korpusie. Liczba gniazd osadzonych w standardowych panelach jest następująca:

- ◆ panele światłowodowe (w zależności od złącza) — 6, 12, 24;
- ◆ panele U/UTP oraz F/UTP — 24, 48;
- ◆ panele telefoniczne — 50.

Panele krosowe przeznaczone do przewodów miedzianych (U/UTP, F/UTP) najczęściej mają budowę modułową (rysunek 3.70). Oznacza to, że możemy je zbudować z dowolnych modułów. Dokładniej rzecz ujmując, dzięki takiemu rozwiązaniu istnieje możliwość umieszczania różnych kombinacji modułów, np. U/UTP i medium światłowodowego, w jednym panelu.

Rysunek 3.70.

*Moduły RJ-45
(Legrand)*



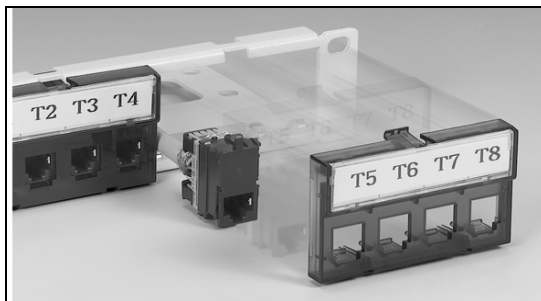
Na rysunku 3.71 przedstawiam panel wyposażony w sześć modułów zawierających po cztery gniazda RJ-45, co daje w sumie 24 gniazda. Oczywiście, nic nie stoi na przeszkodzie, aby zmienić tę kombinację np. na 4×4 RJ-45 i 2×4 FO (rysunek 3.72 przedstawia ideę modułowości paneli). Dobierając panel krosowy, należy także zwrócić uwagę na jego uziemienie. Firma Legrand oferuje panele samouziemiające się — w ich przypadku miejsce styku wspornika jest pozbawione farby, co zapewnia bezpośredni kontakt płaszczyzn metali.

Rysunek 3.71.

Panel krosowy 2U
(Ortronics)

**Rysunek 3.72.**

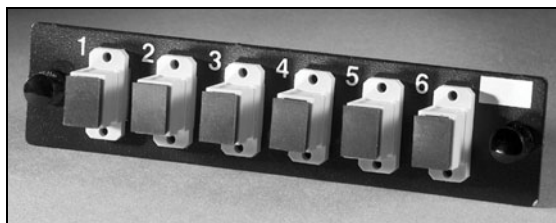
Panel 3D: listwa,
moduł, pokrywa
(Legrand)



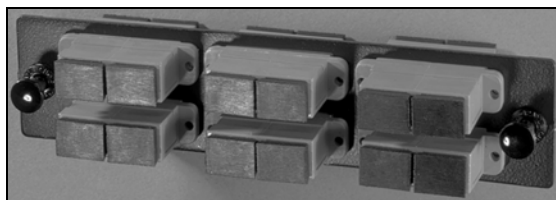
Na rysunku 3.73 demonstruję panel światłowodowy dla włókien wielomodowych. Wyposażony jest on w sześć gniazd Simplex-SC. Na rysunku 3.74 możemy zobaczyć panel adaptacyjny Duplex-SC, natomiast na rysunku 3.75 — panel typu SC-Duplex ST.

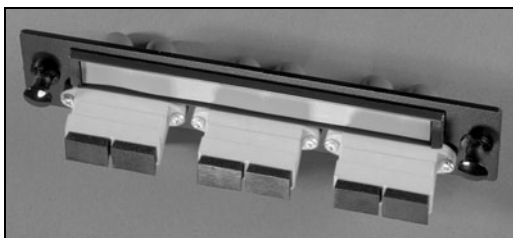
Rysunek 3.73.

Panel adaptacyjny
Simplex SC (Ortronics)

**Rysunek 3.74.**

Panel Duplex SC



Rysunek 3.75.*Panel typu SC-Duplex ST*

Firma Ortronics ma też w swojej ofercie uniwersalny panel, w którym możemy osadzić wszystkie rodzaje złączy (rysunek 3.76).

Rysunek 3.76.

*Uniwersalny panel
światłowodowy
do wszystkich
złączy Ortronics*



Poniżej (rysunek 3.77) przedstawiony został panel nieuzbrojony o wysokości 3U. Zawiera on osiem segmentów, w których możemy osadzić konkretne moduły. Na rysunku 3.78 można zobaczyć w pełni uzbrojony panel z 48 gniazdami RJ-45, natomiast na rysunku 3.79 — panel z 96 gniazdami, który dodatkowo wyposażony jest w wieszak na kable. Do uzbrajania czystych paneli służą specjalne moduły (rysunek 3.80) zawierające potrzebne gniazda. Puste miejsca w panelu zakrywamy, montując w nich zaślepki (rysunek 3.81).

Rysunek 3.77.

*Panel niewyposażony
(Ortronics)*

**Rysunek 3.78.**

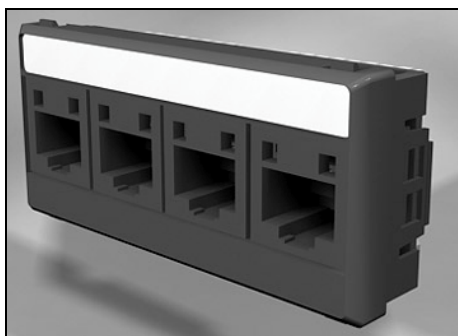
*Panel U/UTP,
48 gniazd RJ-45
(Ortronics)*



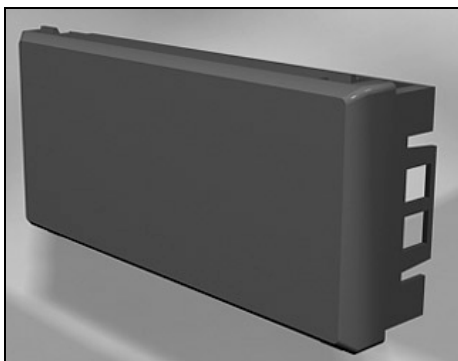
Rysunek 3.79.
*Panel Ortronics
zawierający 96 gniazd
RJ-45 oraz wieszaki
na kable*



Rysunek 3.80.
*Moduł 4xRJ-45
(Molex)*



Rysunek 3.81.
*Zaślepka do paneli
(Molex)*



Kable krosowe

Kable krosowe to krótkie odcinki przewodów (maksymalnie 3 m), za pomocą których będziemy przydzielać sygnał do gniazd lub łączyć ze sobą urządzenia. Tym typem

kabli posługujemy się w punktach dystrybucyjnych. Są one ściśle związane z panelami krosowymi. Wyróżniamy dwa zasadnicze typy kabli krosowych: światłowodowe i miedziane.

Kable krosowe to jedne z najważniejszych elementów całej sieci strukturalnej. Są one pierwszymi przewodami, które bezpośrednio przenoszą sygnał z urządzenia aktywnego do sieci pasywnej (krosownica). Sygnał jest regenerowany i wzmacniany w urządzeniach aktywnych (np. przełącznik). Jeżeli informacja zaraz po wyjściu z interfejsu sieciowego takiego sprzętu natrafi na przewód obciążony błędem (uszkodzony), na kolejnych etapach transmisji błąd sygnału będzie się pogłębiał. Analogicznie należy podejść do jakości gniazd terminowanych w panelu krosowym.

Profesjonalne instalacje sieci strukturalnych nie powinny być tworzone w oparciu o przewody krosowe wykonywane ręcznie, przy użyciu zaciskarki. Należy stosować kable, które są fabrycznie zakończone złączem.

Kable krosowe wykonywane ręcznie obciążone są wieloma wadami.

- ◆ Zaciskarka miażdży kabel, co wpływa na zwiększenie oporu (Ω).
- ◆ Rozplot par skręcanych oraz ich ułożenie obok siebie zwiększa szum.
- ◆ Proces zaciskania usuwa warstwę złota, która ma polepszyć kontakt z gniazdem, co powoduje zwiększenie szumu.
- ◆ Brak kalibracji zaciskarki sprawia, iż piny nie są ułożone w jednej linii.
- ◆ Brak powtarzalności procesu pociąga za sobą to, że kable różnią się parametrami.

Przewód krosowy jest takim elementem infrastruktury teleinformatycznej, który częściej niż inne jest narażony na defekty. Zazwyczaj jest on kilkakrotnie przepinany. Dodatkowo dochodzi ryzyko uszkodzeń mechanicznych chociażby o ostrą krawędź wiszaka (organizatora przebiegu) lub poprzez przytrzaśnięcie drzwiami szafy.

Osobną i bardzo znaczącą kwestią jest obciążenie wynikające z ciężaru napierających na niego kabli (sąsiadów). Wiązka składa się z dużej liczby przewodów. Te, które zostały ułożone na spodzie, są narażone na nacisk nawet rzędu 2 – 3 kg.



Uwaga

Firma Aten International posiada w swojej ofercie przełączniki KVM pozwalające na zarządzanie kilkoma serwerami za pomocą jednego urządzenia. Sprzęt ten posiada klawiaturę, wyświetlacz LCD oraz touchpad (rysunek 3.83). Dzięki jednej konsoli można swobodnie uzyskać dostęp do kilku maszyn. Urządzenie to montuje się w szafie 19". Ma ono wysokość 1 U (rysunek 3.82).

Nie jest to co prawda sprzęt pasywny, ale zdecydowałem się na wzmiankę o tym urządzeniu, gdyż wskazuje ono na nowy trend w planowaniu szaf dystrybucyjnych. Po pierwsze, zajmuje miejsce w szafie i powinno być montowane na dogodnej dla użytkownika wysokości. Po drugie, wymaga ono zasilania z sieci energetycznej, a także zbiegają się do niego kable z *kart grafiki serwerów* (rysunek 3.84), co wymaga odpowiedniego planowania.



Rysunek 3.82. *Przełącznik Aten KVM — front*

Rysunek 3.83.
*Przełącznik Aten KVM
— rozłożony*



Rysunek 3.84. *Przełącznik Aten KVM — tył*

Krosowe kable światłowodowe występują w kilku kombinacjach ściśle przeznaczonych do danego toru transmisyjnego. Najczęściej spotykane kombinacje (dla kabli wielomodowych 62,5/125 i 50/125 oraz jednomodowych) to:

- ♦ ST/ST (rysunek 3.85),

Rysunek 3.85.

*Światłowód krosowy
simpleks ST/ST
(Ortronics)*



◆ SC/SC (rysunek 3.86),

Rysunek 3.86.

*Światłowód krosowy
dupleks SC/SC
(Ortronics)*



◆ SC/ST (rysunek 3.87),

Rysunek 3.87.

*Światłowód krosowy
dupleks SC/ST
(Ortronics)*



◆ MTRJ/SC (rysunek 3.88),

Rysunek 3.88.

*Światłowód krosowy
dupleks MTRJ/SC,
(Ortronics)*



◆ MTRJ/ST,

◆ MTRJ/MTRJ (rysunek 3.89),

Rysunek 3.89.

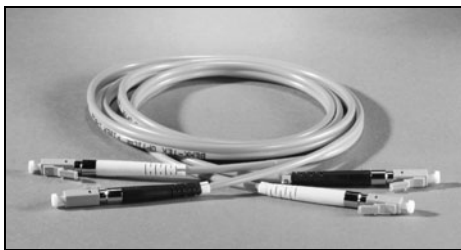
*Światłowód krosowy
MTRJ/MTRJ
(Ortronics)*



- ♦ LC/LC (rysunek 3.90),

Rysunek 3.90.

Światłowód krosowy
LC/LC (Ortronics)



- ♦ LC/ST (rysunek 3.91),

Rysunek 3.91.

Światłowód krosowy
LC/ST (Ortronics)



- ♦ LC/SC,
- ♦ LC/MTRJ.

Dla kabli U/UTP przewody krosowe klasyfikuje się według rodzaju sekwencji i kategorii kabla, np. U/UTP 2 m 568B kategorii 6., co oznacza dwumetrowy kabel U/UTP klasy 6. w sekwencji TIA/EIA 568B. Przewody krosowe występują w kilku wersjach kolorystycznych. To doskonałe udogodnienie, gdyż w ten sposób możemy bardzo łatwo zaznaczyć przebiegi telefoniczne lub połączenia informatyczne. Na rysunku 3.92 przedstawiam klasyczny przewód krosowy U/UTP.

Rysunek 3.92.

Kabel krosowy U/UTP
RJ-45 w sekwencji
568B (Ortronics)



Wyróżniamy trzy rodzaje połączeń wtyków (końcówek) przewodów U/UTP. Oto one:

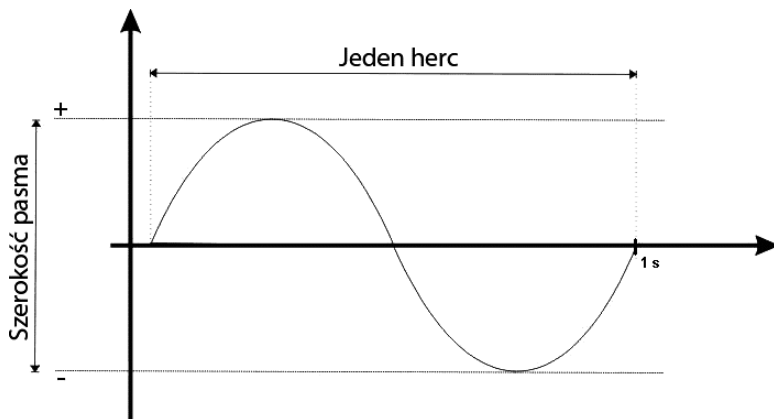
- ♦ Zgodne (proste) — końcówki po obu stronach kabla odwzorowane są 1:1, sekwencja 568B do 568B.
- ♦ Odwrotne — końcówka 1. do 8., końcówka 7. do 2. itd.
- ♦ Krzyżowe (ang. *cross-over*) — odwracane są tylko niektóre połączenia. Taki kabel wykorzystuje się przy łączeniu przełączników w stos lub łącząc dwa komputery ze sobą bez zastosowania urządzenia aktywnego. W praktyce takowy przewód posiada końcówki w sekwencjach 568B i 568A. Dlatego też należy konsekwentnie zachowywać jedną sekwencję w sieci strukturalnej.

Dobór przepustowości w segmencie

Zanim zaczniemy jakiegokolwiek rozważania na temat przepustowości w segmentach sieci, musimy przypomnieć pojęcie częstotliwości.

Częstotliwość jest wielkością fizyczną odwzorowującą szybkość zmian cykli. Innymi słowy częstotliwość określa liczbę okresów (od minimalnego do maksymalnego ekstremum), jakie osiąga sygnał w przypisanej jednostce czasu. Jednostką częstotliwości jest 1 Hz. Jeden herc (cykl) odpowiada zmianie wartości sygnału w ciągu jednej sekundy o 360° (rysunek 3.93).

Rysunek 3.93.
Różnica między
jednym hercem
a szerokością pasma



Szerokością pasma jest różnica między maksymalnym a minimalnym zakresem pasma. Jeżeli dysponujemy pasmem od 902 MHz do 928 MHz, to z różnicy tych dwóch wartości wynika, iż jest to pasmo o szerokości 26 MHz. To właśnie szerokość pasma decyduje o ilości danych, jakie mogą być kodowane i przesyłane.

Z punktu widzenia projektanta systemu okablowania strukturalnego ważniejszą wielkością jest liczba faktycznie przesłanych bitów na sekundę (b/s), dlatego też przez pojęcie „pasma przesyłania” należy rozumieć maksymalną ilość danych, jakie mogą zostać przesłane za pomocą danego nośnika.

Teoretycznie przyjmuje się, że w ciągu jednego cyklu może zostać przesłany jeden bit.

W celu przesłania strumienia danych 1000 Mb/s za pomocą kabla 5e musimy go podzielić na cztery części po 250 Mb/s i przesyłać czterema parami w jednym kierunku jednocześnie. Transmisja w przeciwną stronę odbywa się na takiej samej zasadzie.

Nieco inaczej wygląda sprawa w kablu kategorii 6., gdzie strumień dzielony jest tylko na dwie części. Oznacza to, iż dwie pary kabla przesyłają dane w jedną stronę, a pozostałe — w przeciwną.

Biuletyn „TIA/EIA-854 A Full Duplex Ethernet Specification for 1000 Mb/s (1000BASE-TX) Operating Over Category 6 Balanced Twisted-Pair Cabling” opisuje rozwiązanie dla standardu 1000Base-TX wykorzystujące kabel kategorii 6.

Dlaczego dobre zaplanowanie przepustowości w segmentach jest tak ważne?

Dobór przepustowości w segmencie sprowadza się do wybrania medium transmisyjnego. Liczba bitów na sekundę, jaką możemy przesłać przez wybrane medium, zależy ściśle od jego parametrów. W zależności od technologii, w jakiej chcemy wykonać sieć LAN, musimy zastosować odpowiednie przewody obsługujące wybrany standard (np. Ethernet 100Base-TX wymaga UTP kategorii 5.). Jest to warunek konieczny, aby nasze okablowanie spełniało swoją funkcję (jednak niejedyny).

Często spotyka się sieci, w których urządzenia aktywne działają w trybie automatycznej negocjacji. Oznacza to, iż negocjują (ustalają) szybkość transmisji między portami obsługującymi dany tor transmisyjny. Kiedy mamy urządzenia aktywne mogące pracować z prędkością przesyłu 100/1000 Mb/s, niedopuszczalne jest użycie przewodu obsługującego tylko standard 100Base-TX. Innymi słowy zawsze powinniśmy dobierać kable do szybszego standardu. Identyfikujemy postępujemy podczas planowania przyszłego rozwoju sieci pod względem szybkości transmisji.

W tabeli 3.7 zestawiono popularne standardy technologii Ethernet.



Uwaga

Oczywiście nie ograniczamy się tylko do doboru kabla stosownej kategorii. Musimy uwzględnić także parametry paneli krosowych, kabli stacyjnych i krosowych oraz gniazd i złączek. Nigdy nie wolno dopuścić do sytuacji, w której mamy ułożone segmenty UTP kategorii 5e, a gniazda są jedynie 5. kategorii! Taki stan rzeczy stanowi poważny błąd, który źle świadczy o osobie projektanta-instalatora.

Zapotrzebowanie na większą przepustowość jest bezpośrednio stymulowane przez rosnące wymagania aplikacji użytkowych. Systemy informatyczne realizują coraz trudniejsze procesy biznesowe. Jest to możliwe dzięki dużej dostępności sprzętu komputerowego, a także nieustannemu wzrostowi jego wydajności.

Proces ten znajduje swoje odzwierciedlenie w sprzęcie teleinformatycznym. Protokół 100Base-T (Fast Ethernet) praktycznie używany jest już tylko w sieciach biurowych (poziome odcinki okablowania). Na znacznie lepszej pozycji znajduje się gigabitowy Ethernet, jednakże projektując nowe instalacje, należy przygotować infrastrukturę do obsługi protokołu Ethernet 10 Gb.

Tabela 3.7. Wybrane standardy Ethernetu

Standard Ethernet	Szybkość	Medium	Maks. długość segmentu	
10Base-T	10 Mb/s	UTP kat. 3., dwie pary	100 m	
100Base-TX	100 Mb/s	UTP kat. 5., cztery pary	100 m	
1000Base-T	1000 Mb/s	UTP kat. 5e, cztery pary	100 m	
1000Base-CX	1000 Mb/s	Kabel miedziany do krótkich połączeń	25 m	
10Base-FL	10 Mb/s	Dwa włókna światłowodowe	2000 m	
100Base-FX	100 Mb/s	Dwa włókna światłowodowe	412 m (Half-Duplex)	
			2000 m (Full-Duplex)	
		Włókna:	Half-Duplex	Full-Duplex
		62,5 μm (MM)	316 m	550 m
		50 μm (MM)	316 m	550 m
1000Base-LX	1000 Mb/s	10 μm (SM)	316 m	5000 m
		Laser: 1300 nm		
		Włókna:	Half-Duplex	Full-Duplex
		62,5 μm (MM)	275 m	275 m
1000Base-SX	1000 Mb/s	50 μm (MM)	316 m	550 m
		Laser: 850 nm		

Przepustowość określa ilość danych (megabajty, gigabajty), jaką można przesłać przez odcinek kanału transmisyjnego w czasie jednej sekundy. Nie w każdym obszarze będzie potrzebna bardzo duża przepustowość.

Zazwyczaj stacje pracujące w biurowych grupach roboczych obsługiwane są przez przełączniki pracujące w technologii Ethernet 10/100 Mb. Standardowo takie rozwiązanie wystarcza. Wyjątkiem mogą okazać się agencje reklamowe albo pracownice CAD/CAM, gdzie do urządzeń drukujących (np. ploter) lub serwerów wykonujących impozycje przesyłane są znacznie większe pliki. Technologia 1 Gb wymagana jest przy połączeniach serwerów z urządzeniami aktywnymi, a także między przełącznikami. Implementację przepustowości rzędu 1 Gb w szkieletcie sieci i w centrum danych powinniśmy traktować jako standard.

Gdzie zastosować przepustowość 10 Gb/s?

Najszybciej taka potrzeba pojawi się w okablowaniu kampusowym. Niekiedy także trakty pionowe ze względu na specyfikę sieci będą potrzebować dużej przepustowości.

Na rysunkach 3.94 oraz 3.95 przedstawiam przykładowe rozwiązanie dla systemu okablowania pod względem przepustowości i doboru rodzaju medium transmisyjnego. W tabeli 3.8 zawarto porównanie popularnych standardów Ethernetu przy uwzględnieniu szybkości transmisji, rodzaju medium oraz długości toru.

Rysunek 3.94.
Proponowana przepustowość w poszczególnych odcinkach okablowania

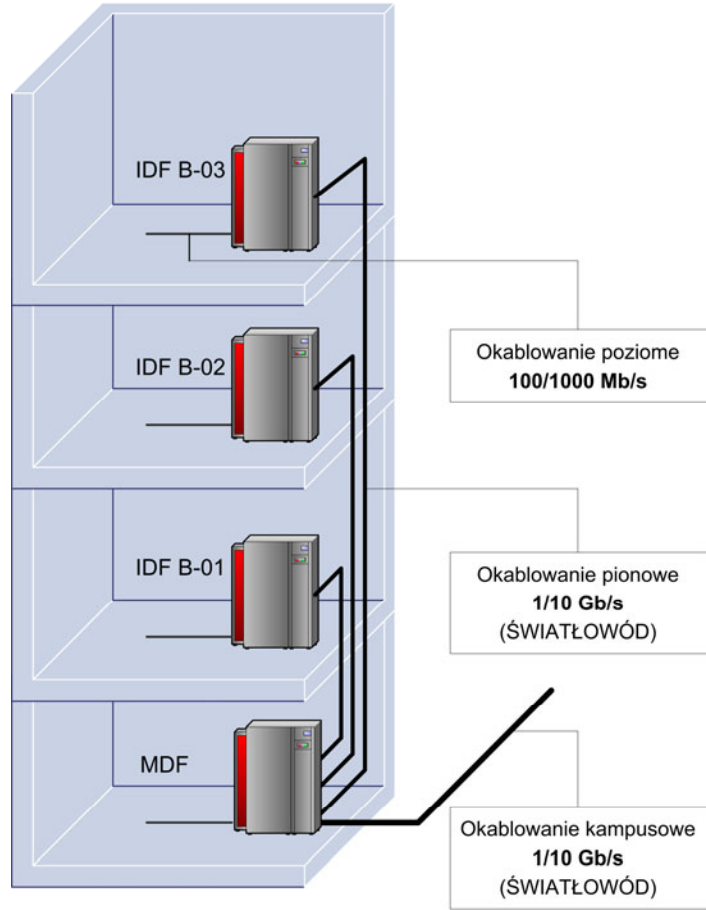


Tabela 3.8. *Porównanie popularnych standardów Ethernet*

Technologia	Szybkość	Medium	Maksymalny dystans	Uwagi
100Base-TX	100 Mb/s	Dwie pary skrętki kategorii 5.	Half-Duplex 100 m Full-Duplex 1000 m	Najczęściej wykorzystywana technologia oparta na przewodach skręconych
100Base-FX	100 Mb/s	Dwa włókna optyczne wielomodowe	Half-Duplex 412 m Full-Duplex 2000 m	
100Base-LX	100 Mb/s	Dwa włókna optyczne	MM (długość fali 1300 nm) 550 m SM 10/125 μ m (długość fali 1300 nm) 5000 m	
100Base-LX10	100 Mb/s	Dwa włókna optyczne	MM 550 m SM 10 000 m	

Tabela 3.8. Porównanie popularnych standardów Ethernet — ciąg dalszy

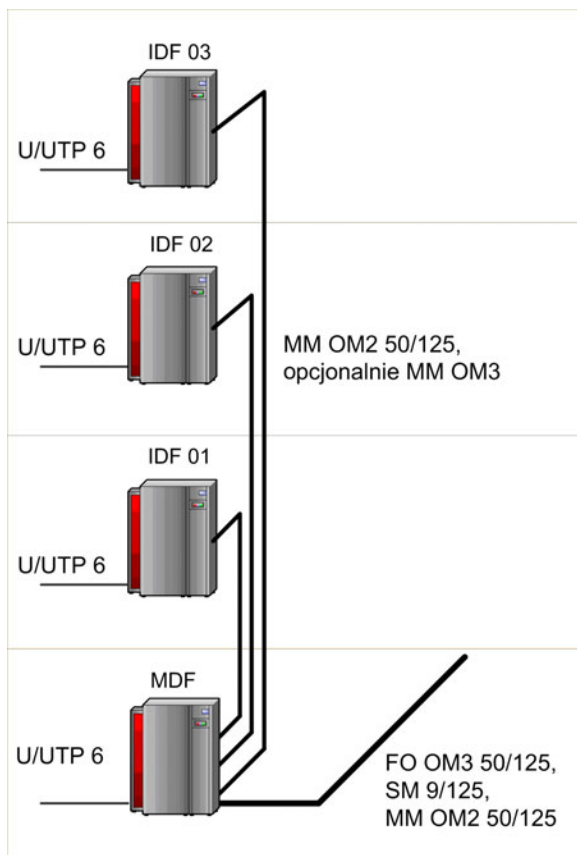
Technologia	Szybkość	Medium	Maksymalny dystans	Uwagi
100Base-SX	100 Mb/s	Dwa włókna optyczne wielomodowe	około 460 m	
100Base-T4	100 Mb/s	Cztery pary skrętki kategorii 3.	100 m	Technologia jest obecnie przestarzała
100Base-T2	100 Mb/s	Dwie pary skrętki kategorii 3.	100 m	Brak sprzętu, który wspierałby to rozwiązanie
100Base-CX	100 Mb/s	Dwie pary skrętki	25 m	
1000Base-T	1000 Mb/s	Cztery pary skrętki kategorii 5e	Half-Duplex 100 m Full-Duplex 1000 m	
1000Base-SX	1000 Mb/s	Dwa włókna optyczne wielomodowe	MM 50/125 μm (długość fali 850 nm) 500 m	
1000Base-LX	1000 Mb/s	Dwa włókna optyczne	MM (długość fali 1300 nm) 550 m SM 10/125 μm (długość fali 1300 nm) 5000 m	
10GBase-S	10 Gb/s	Dwa włókna optyczne	MM 50/125 μm (laser 850 nm) do 300 m	
10GBase-E	10 Gb/s	Dwa włókna optyczne	SM (długość fali 1550 nm) do 40 000 m	
10GBase-L	10 Gb/s	Dwa włókna optyczne	SM (długość fali 1310 nm) do 10 000 m	
10GBase-LX4	10 Gb/s	Dwa włókna optyczne	MM 50/125 μm (laser 1300 nm) do 300 m SM (długość fali 1310 nm) do 10 000 m	

Szybkość, jaką osiągniemy, stosując kabel światłowodowy, zależy od kilku parametrów. Na początek musimy zdecydować, czy zastosujemy włókno jednomodowe, czy wielomodowe. Jeżeli to drugie, to jakie: 50/125 μm czy 62,5/125 μm . Drugą kwestią, jaką należy rozważyć, jest źródło światła i długość fali (okno transmisyjne), np. laser 1300 nm (10GBase-LX4 dla MM 50/125 μm). Wszystkie powyższe czynniki mają wpływ na zasięg toru transmisyjnego.

Organizacja IEEE, a konkretnie grupa **HSSG** (ang. *Higher Speed Study Group*), podjęła pracę nad uzgodnieniem nowego standardu Ethernet. Standard ten oznaczono symbolem 802.3ba (IEEE 40 Gb/s and 100 Gb/s Ethernet Task Force). Technologia będzie obsługiwała dwie prędkości: 40 Gb/s oraz 100 Gb/s. Pierwsza z nich będzie miała zastosowanie w połączeniach do 100 m, zaś druga do 40 km. Z oczywistych względów rozwiązanie 40 Gb/s będzie wykorzystywane w sieciach pamięci masowych oraz połączeniach serwerowych, a 100 Gb/s z całą pewnością znajdzie uznanie w szkieletie sieci Internet.

Rysunek 3.95.

*Proponowany układ
typu okablowania*



Wiemy już, iż szybkość transmisji jest w dużej mierze uzależniona od zastosowanego medium (warstwy fizycznej), dlatego też należy dołożyć wszelkich starań, aby okablowanie wypełniło w 100% swoje zadanie, a także pozwalało w przyszłości na migrację do szybszych technologii.

Wśród profesjonalnych instalatorów (projektantów) funkcjonuje następujące powiedzenie: „Twoja sieć jest tak wydajna jak jej najsłabsza część”. Trudno się z nim nie zgodzić.

System okablowania strukturalnego powinien być wykonany zgodnie z jakąś kategorią, np. 6. Oznacza to, iż spełnia on minimalne wymagania normalizacyjne stawiane tej kategorii (o ile elementy mają certyfikaty, ale przecież o innych w ogóle nie dyskutujemy). Owa zgodność nie jest równoznaczna z tym, iż system ma podwyższony standard. Przez to pojęcie należy rozumieć podwyższoną jakość elementów, skalowalność sieci strukturalnej, bezpieczeństwo i wygodę pracy, ale na pewno nie wyróżnik minimum, a takie minimum stanowią właśnie normy. Dobierając przewody, warto zwrócić uwagę na kartę katalogową. Nie wystarczy, że producent napisze, iż produkt jest zgodny z konkretnymi normami. Warto wiedzieć, jak parametry sprzętu pasywnego mają się do zaleceń — o jaką wartość są wyższe.



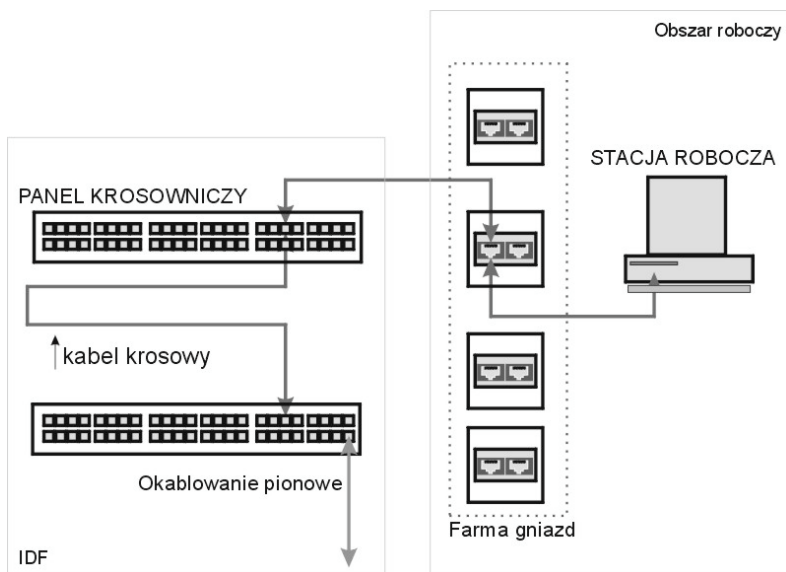
Podział okablowania na kategorie pozwala na zróżnicowanie go pod względem pasma przenoszenia bez odnoszenia się do wymagań aplikacji. Pojęcie klasy okablowania określa natomiast, jakie parametry musi spełniać kompletny system (kable, gniazda, wtyki, pozostały osprzęt pasywny) w celu zapewnienia pracy konkretnej aplikacji. Tak więc, przykładowo, dla kategorii 6. (klasa E) definiuje się parametry do 250 MHz (dla aplikacji wymagających 200 MHz).

Reasumując, możemy stwierdzić, że pojęcie klasy wiąże się z określeniem wymagań aplikacji, natomiast kategoria ogranicza się tylko do częstotliwości pracy sprzętu pasywnego.

MUTO

Dokument TSB 75 opisuje koncepcję MUTO (ang. *Multi User Telecommunications Outlet*) umożliwiającą dostęp do sieci wielu użytkownikom znajdującym się w określonym obszarze roboczym (rysunek 3.96). Jest to bardzo wygodne rozwiązanie pozwalające na zachowanie dużej elastyczności podczas aranżacji wnętrza.

Rysunek 3.96.
Rozwiązanie MUTO



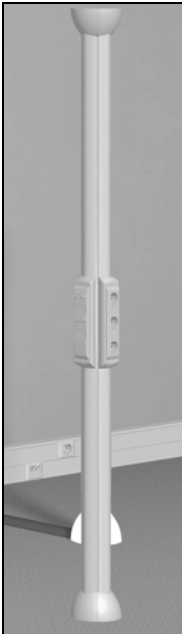
Skalowalność MUTO polega na wydłużeniu odcinków kabli w obszarze roboczym (przewodów stacyjnych). Odbywa się to kosztem długości segmentu okablowania poziomego (tabela 3.9). W praktyce punkty abonenckie można instalować w słupach, w których umieścimy kilkanaście gniazd RJ-45. Dzięki dużej średnicy obszaru roboczego zachowujemy sporą swobodę w rozmieszczaniu urządzeń. Punkt konsolidacyjny (ang. *Consolidation Point* — CP) standaryzuje norma ISO 11801 z 2002 roku. Rozwiązanie to bardzo często znajduje uznanie w powierzchniach typu *open space*. Na rysunku 3.97 przedstawiam kolumnę, w której możemy umieścić kilka gniazd RJ-45 i elektrycznych.

Tabela 3.9. *Maksymalne długości odcinków kabli dla MUTO*

Maksymalna długość segmentu poziomego	Maksymalna długość kabli krosowych i obszaru roboczego	Maksymalna długość kabli w obszarze roboczym
90 m	10 m	3 m
85 m	14 m	7 m
80 m	18 m	11 m
75 m	22 m	15 m
70 m	27 m	20 m

Wartości podane w tabeli odnoszą się do kabli miedzianych.

Rysunek 3.97.
*Kolumna DLP™
(Legrand)*



Uwaga

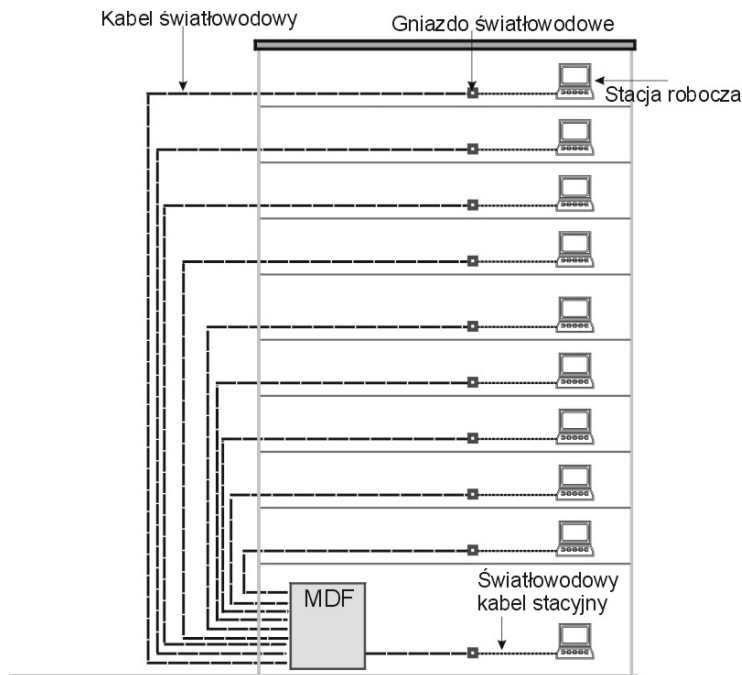
Każde urządzenie elektroniczne wymaga zasilania. Organizując MUTO, musimy rozwiązać i ten problem. Podczas ustalania tras przebiegu kabli należy zadbać o ich właściwe położenie. Zaleca się zachowanie stosownego dystansu od elementów mogących zakłócić przebieg takich jak:

- ♦ silniki i transformatory — min. 100 cm;
- ♦ świetlówki — nie mniej niż 30 cm;
- ♦ przewody elektryczne — min. 90 cm.

Światłowód prosto do biurka

Duże możliwości światłowodów pozwalają instalatorowi systemu okablowania znacznie wydłużyć odcinki segmentów. Wykorzystanie pasywnych torów optycznych w poziomych oraz pionowych odcinkach sieci eliminuje konieczność stosowania sprzętu aktywnego w pośrednich punktach dystrybucyjnych. Taki typ nazywamy FTTX (ang. *Fiber to the X*), gdzie *X* oznacza miejsce instalacji, np.: D to desk, H to home, C to crub itd. W naszym przypadku jest FTTD (rysunek 3.98).

Rysunek 3.98.
FTTD — połączenie bezpośrednie



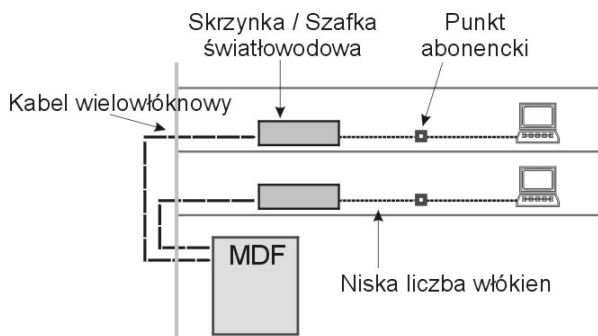
Ze względu na to, iż światłowody pozwalają na przesyłanie sygnału na odległości większe niż kable miedziane, kosztem jedynie niewielkiej degradacji przenoszonych sygnału możemy umieścić wszystkie urządzenia aktywne w jednym miejscu sieci (MDF).

Połączenie bezpośrednie jest kłopotliwe ze względu na bardzo dużą liczbę kabli, jakie trzeba ułożyć w szybie pionowym. Wprawdzie nie wymaga to żadnych dodatkowych połączeń, ale wiąże się z koniecznością szczególnej uwagi i troski ze strony instalatora.

Do każdego punktu abonenckiego prowadzony jest osobny kabel z punktu dystrybucyjnego (MDF).

W drugim typie konfiguracji (pośrednim) w pionie ułożony jest wielowłóknowy kabel światłowodowy (rysunek 3.99) poprowadzony bezpośrednio z szafy dystrybucyjnej na poszczególne piętra i następnie rozdzielany do punktów abonenckich. Przejście z wielowłóknowego kabla na przewód o niskiej liczbie włókien realizuje się na dwa sposoby. Oto one:

Rysunek 3.99.
FTTD



- ♦ pośredni panel — za pomocą panelu krosowego umieszczonego w naściennej szafce;
- ♦ pośrednia złączka — wykorzystujemy skrzynkę światłowodową, w której umieszczamy spawy lub złączki mechaniczne.



Zgodnie z wytycznymi TSB 72 maksymalna długość kabla światłowodowego wielomodowego (FO MM) ułożonego między gniazdem abonenckim a budynkowym punktem dystrybucyjnym nie może przekraczać 300 m.

Scentralizowany system okablowania strukturalnego ze światłowodami wymusza umieszczenie sprzętu aktywnego w jednym centralnym miejscu. W ten sposób powstaje farma przełączników oraz routerów, która jest zainstalowana w stelażach szaf znajdujących się najczęściej w jednym pomieszczeniu. Takie rozwiązanie jest z pewnością wygodne, ale jednocześnie wymaga szczególnych środków bezpieczeństwa. Decydując się na strukturę FTTD, miejmy na uwadze dobro sprzętu i chrońmy go przed czynnikami destabilizującymi pracę lub ją uniemożliwiającymi. Oczywiście w przypadku struktury mieszanej także nie należy zaniedbywać aspektów bezpieczeństwa. W razie awarii jednego z pośrednich punktów dystrybucyjnych możemy jednak stracić jedynie pojedynczy segment sieci, a w przypadku awarii FTTD — wszystkie rejonu okablowania.

Instalacje towarzyszące

Sieć elektryczna

Wyspecjalizowana sieć energetyczna przeznaczona jest do zasilania urządzeń podłączonych do gniazd elektrycznych umieszczonych w punktach abonenckich. Dodatkowo zapewnia ona zasilanie urządzeń w punktach dystrybucyjnych oraz w serwerowni. Zwykle gniazda w takiej sieci oznacza się symbolem „DATA”.

Celem tego typu sieci jest zapewnienie bezpiecznego i ciągłego zasilania elektrycznego wszystkim urządzeniom, których specyfika tego wymaga. Projektując system okablowania strukturalnego, nie wykonujemy planu instalacji elektrycznej — jest to zadanie

wyłącznie dla specjalistów z tej dziedziny. Jednakże fakt ten nie zwalnia nas z odpowiedzialności za funkcjonowanie całego systemu. Najczęściej firmy zajmujące się tego typu pracami występują w charakterze podwykonawców. Jeżeli jesteśmy odpowiedzialni za całość inwestycji, na nas spoczywa nadzorowanie prac wszystkich grup zewnętrznych. Powinniśmy więc znać podstawowe zagadnienia i terminologię wdrażanych instalacji towarzyszących. Należy umieć rozmawiać z inżynierami specjalizującymi się w dziedzinach pokrewnych. Jest to naszym obowiązkiem i leży w interesie zarówno inwestora, jak i wykonawcy.

W zależności od tego, z kim będziemy współpracowali przy projektowaniu instalacji elektrycznej, możemy zostać poproszeni o przygotowanie szacunkowego bilansu poboru mocy. Plan taki sporządza się dla punktów dystrybucyjnych, serwerowni oraz gniazd w punktach abonenckich. Zestawienie to przyda się także z całą pewnością przy doborze zasilania awaryjnego.

Wbrew pozorom to zadanie nie powinno sprawić większych trudności, gdyż każde urządzenie ma instrukcję obsługi i tabliczkę znamionową. Nasza praca w dużej mierze będzie polegała na arytmetycznym zliczeniu wartości poboru mocy wszystkich urządzeń podłączonych np. do gniazda w punkcie abonenckim. Jednak, jak to w rzeczywistości bywa, mogą wyniknąć nieprzewidziane sytuacje, dlatego też, gwoli przypomnienia, przyjrzyjmy się jeszcze raz poniższym wzorom (tabela 3.10).

Tabela 3.10. Podstawowe wzory elektrotechniczne

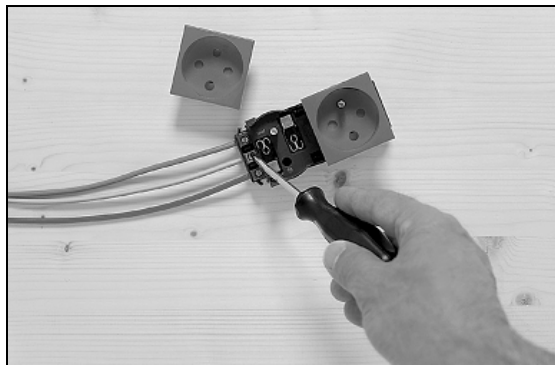
Prawo Ohma	$U = I * R$
Napięcie U mierzone na końcach przewodnika o rezystancji R , które było mierzone podczas przepływu prądu I , jest równe iloczynowi tego prądu i rezystancji R .	U — napięcie [V] R — rezystancja [Ω] I — prąd [A]
Moc chwilowa	$p = u * i$
Jest to iloczyn wartości chwilowych napięcia i prądu.	
Moc czynna	$P = U * I \cos \varphi$
Jest to średnia wartość mocy chwilowej.	$\cos \varphi$ — współczynnik mocy P — moc czynna [W]
Moc bierna	$Q = U * I \sin \varphi$
	$\sin \varphi$ — kąt przesunięcia fazowego Q — moc bierna [var]
Moc pozorna	$S = U * I$
	S — moc pozorna [VA]

Wzory na moc czynną, bierną, chwilową oraz pozorną są zasadne dla obwodów prądu sinusoidalnie zmiennego. W układach prądu zmiennego wartość energii pobieranej ze źródła jest różna w kolejnych przedziałach czasu. Dla prądu stałego źródło jest obciążane stałą wartością w poszczególnych przedziałach czasu.

Gniazda DLP™ produkowane przez firmę Legrand umożliwiają dwustronne połączenie przewodów (rysunek 3.100). System przelotowy pozwala uniknąć mostkowania przewodów, a co za tym idzie, zapewnia dokładność i pewność połączenia. Dodatkowo takie rozwiązanie znacznie ułatwia proces instalacji — oszczędzamy dzięki niemu drogocenny czas.

Rysunek 3.100.

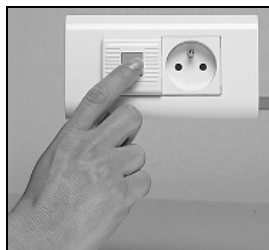
*Specjalne gniazdo
DLP™ (Legrand)*



Gniazda DLP™ dodatkowo mogą być wyposażone w wyłącznik nadprądowy MOSAIC™, który będzie chronić cały zespół gniazd (np. 3×2P + Z) przed przeciążeniami (rysunek 3.101). Oczywiście ochrona gniazda automatycznie przekłada się na chronienie podłączonego do niego sprzętu (odbiorników).

Rysunek 3.101.

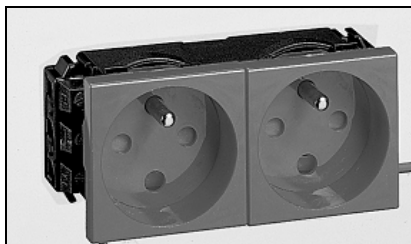
*Gniazdo DLP™
z towarzyszącym mu
wyłącznikiem MOSAIC
(Legrand)*



Gniazda DLP™ z blokadą przeznaczone są do specjalnych, wydzielonych sieci elektrycznych (rysunek 3.102). Klucz do gniazd montuje się bezpośrednio na wtyczce (rysunek 3.103). Dodatkowy bolec odbezpiecza trzeci otwór w gnieździe DLP™ podczas wsuwania wtyczki.

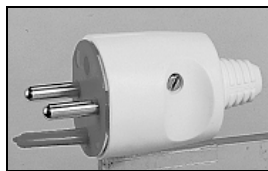
Rysunek 3.102.

*Podwójne gniazdo
DLP™ z blokadą
(Legrand)*



Rysunek 3.103.

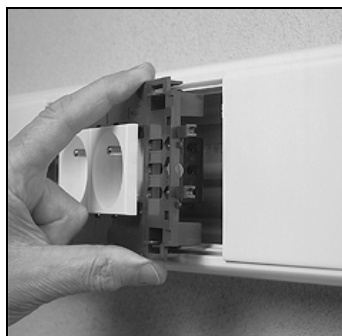
Wtyczka z kluczem
(Legrand)



W celu osadzenia gniazd DLPTTM w listwie należy dobrać odpowiednie uchwyty, ramkę i puszkę (rysunek 3.104).

Rysunek 3.104.

Montaż gniazd
w listwie (Legrand)



Uwaga

Na rynku jest dostępnych wiele rozwiązań dla sieci elektrycznych. Przedstawiłem podstawowe moduły, które stanowią niewielką część składowych tych sieci. Wspominałem już wcześniej, iż projektant systemu okablowania strukturalnego powinien mieć ogólny pogląd na wszystkie aspekty związane z wdrażaniem owej instalacji. Mimo że najczęściej wspieramy się wiedzą i doświadczeniem inżynierów elektryków, należy znać podstawowe zasady i elementy wydzielonej sieci elektrycznej, a przynajmniej wiedzieć, czym powinna się ona charakteryzować.

Zalecam odwołanie się do katalogów systemów DLPTTM i MOSAICTM firmy Legrand. To doskonałe źródło wiedzy na temat całego osprzętu, zabezpieczeń, a także akcesoriów.

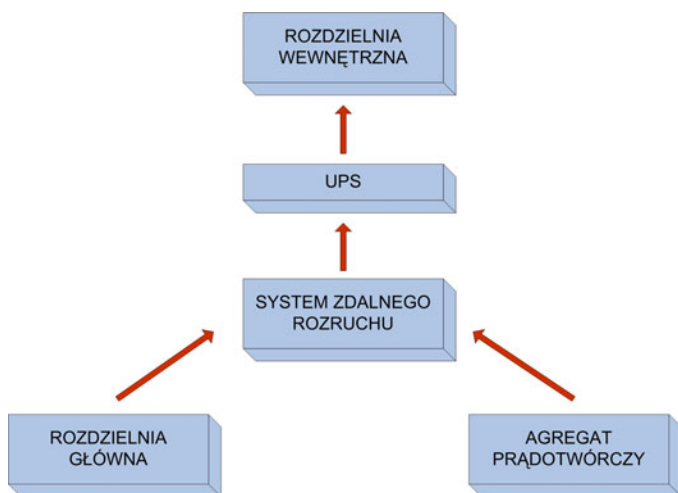
Zasilanie awaryjne

Z całą pewnością w projektowanej sieci LAN znajdują się urządzenia, które będą wymagać 24-godzinnego zasilania. Do tej grupy zalicza się serwery, urządzenia aktywne, systemy zabezpieczeń itp. Przed chwilowym zanikiem napięcia nasz sprzęt powinien chronić zasilacz UPS. Są to urządzenia stanowiące swoiste akumulatory, z których będzie czerpane napięcie, gdy braknie go w sieci. Instaluje się je lokalnie przy ważniejszych komputerach oraz w serwerowni i punktach dystrybucyjnych. Ich zadanie polega na podtrzymaniu napięcia przez kilka minut. Czas ten powinien pozwolić na bezpieczne zamknięcie aplikacji. Zastosowanie urządzeń UPS jest rozwiązaniem do-
różnym. W dużych sieciach dodatkowo stosuje się generatory prądotwórcze. W tym przypadku rola UPS-u ogranicza się do podtrzymania pracy do czasu ustabilizowania się napięcia podawanego z generatora (agregatu prądotwórczego).

Na rysunku 3.105 przedstawiam schemat zasilania awaryjnego ze scentralizowanymi urządzeniami UPS. Podczas normalnej pracy sieć elektryczna jest zasilana ze źródła miejskiego. System rozruchu zdalnego monitoruje poziom i jakość napięcia. W przypadku jego zaniku automatycznie uruchamia agregat prądotwórczy. Przez okres potrzebny do ustabilizowania się napięcia podawanego ze źródła awaryjnego ciągłość pracy podtrzymuje zestaw zasilaczy UPS.

Rysunek 3.105.

Przykładowy schemat zasilania awaryjnego



Agregat prądotwórczy powinien znajdować się w pomieszczeniu dźwiękoszczelnym z dobrym systemem wentylacji (wyzdzielane są spaliny). W celu zabezpieczenia go przed ewentualnym zalaniem można zastosować murowane podwyższenie. W sytuacjach kryzysowych agregat stanowi jedyne źródło prądu, zatem nie możemy sobie pozwolić na jego utratę.



Uwaga

Bardzo ważne jest zadbanie o redundancję (nadmiarowość) zasilania. Dotyczy to transformatorów, zasilaczy UPS, agregatów itp. Redundancję ocenia się poprzez wyróżnik $n+1$ lub jako pełną — 1:1.

Instalacja telefoniczna

W celu zapewnienia łączności telefonicznej we wszystkich budynkach najczęściej stosuje się pionowe okablowanie telefoniczne. Układa się je równoległe do pionowego okablowania informatycznego. Do tego celu wykorzystuje się wieloparowy kabel miedziany przeznaczony do przebiegów telefonicznych. W zależności od potrzeb stosuje się kable 25-, 50- lub 100-parowe.

Jeśli chcemy uruchomić wewnętrzną sieć telefoniczną, będziemy musieli zastosować telefoniczną centralę. Urządzenie to wyposażone jest w panel krosowy, za pomocą którego przydzielamy sygnał do okablowania telefonicznego pionowego. W ten sposób uaktywniamy potrzebne gniazda w panelach znajdujących się w szafach dystrybucyjnych. Pozostaje już tylko dokonanie połączenia krosowego ze stosownym gniazdem

w konkretnym punkcie abonenckim. Jak widać, wszystkie tory transmisji telefonicznej zbiegają się w centrali. Zarządza ona wszystkimi połączeniami wewnętrznymi, a także rozmowami wychodzącymi na zewnątrz i przychodzącymi z zewnątrz.

Podobnie jak w przypadku sieci elektrycznej, centrala będzie konfigurowana przez specjalistę w tej dziedzinie. Niemniej jednak projektanci i instalatorzy SOS muszą zadbać o infrastrukturę umożliwiającą uruchomienie takiej usługi.

Rozdział 4.

Środowisko pracy dla centrum danych (data center)

W tym rozdziale obalę mit krążący wśród młodzieży szkół średnich, a może także wśród braci studenckiej. Gdy byłem uczniem technikum elektronicznego, często zastanawiałem się, w jakim celu zmusza się nas do uczęszczania na lekcje chemii, fizyki, geografii, czemu służą zajęcia z materiałoznawstwa i tak skomplikowanej matematyki. Żyłem w przekonaniu, że z elektroniką to w ogóle nie ma nic wspólnego.

Sprzęt elektroniczny i elementy pasywne wchodzące w skład całej infrastruktury teleinformatycznej wymagają zagwarantowania stosownego środowiska pracy. Dotyczy to aspektów bezpieczeństwa fizycznego, zapewnienia stabilnego funkcjonowania czy też ochrony ciągłości działania strategicznych punktów sieci.

Dzisiaj zauważalna jest tendencja do projektowania „inteligentnych budynków”. Charakteryzują się one integracją wielu różnorodnych systemów w celu maksymalizacji komfortu, efektywności i bezpieczeństwa pracy. Wszystkie systemy informatyczne oraz systemy automatyki przemysłowej zintegrowane są ze sobą za pomocą wspólnego protokołu transmisji. Dzięki temu system okablowania strukturalnego może dodatkowo obsługiwać transmisje sterujące urządzeniami podłączonymi do osobnych instalacji. Integracja wszystkich systemów ma na celu redukcję kosztów samej inwestycji, a także późniejszej eksploatacji.

Wspominałem już, że bardzo ważne jest uwzględnienie nadmiarowości w okablowaniu strukturalnym. W ten sposób zapewniamy dużą elastyczność infrastruktury i w miarę potrzeb będziemy mogli swobodnie adaptować istniejący system do nowych potrzeb użytkowników oraz postępu technologicznego.

Zależności i powiązania między tymi wszystkimi systemami są już tak głębokie, że śmiało możemy powiedzieć, iż niektóre z nich same wymagają stosownego środowiska pracy. Mówiąc nieco prościej, strategiczne systemy są obecnie chronione przez inne, nie mniej skomplikowane rozwiązania.

Inteligentny budynek to integracja m.in. systemów:

- ◆ okablowania strukturalnego;
- ◆ informatycznego (sieci LAN);
- ◆ telekomunikacyjnych;
- ◆ elektrycznych i zasilania awaryjnego;
- ◆ oświetleniowych;
- ◆ monitoringu (audiowizualnych);
- ◆ sygnalizacji i gaszenia pożaru;
- ◆ klimatyzacji i wentylacji;
- ◆ ogrzewania;
- ◆ sygnalizacji napadu, włamań oraz kontroli dostępu;
- ◆ transportu wewnętrznego (systemy kanałów pneumatycznych).

Od kilku lat obserwujemy znaczną tendencję wzrostową w budowaniu centrów przetwarzania danych (ang. *data processing centre*). Zadaniem takich bytów jest zagwarantowanie środowiska do optymalnej pracy serwerów, sprzętu aktywnego oraz urządzeń magazynujących dane. W takich obiektach pojawia się problem gęstości upakowania kabli w przepustach, szafach a w konsekwencji w panelach. W dużych CPD zbiegają się setki odcinków okablowania poziomego. Dodatkowo należy uporać się z traktami pionowymi i wszystkimi połączeniami w samym sercu serwerowni. W takich okolicznościach projektanci zmuszeni są już na etapie deski kreślarskiej optymalnie zarządzać miejscem w szafach i samą przestrzenią pomieszczenia.

Producenci elementów pasywnych stawiają czoło owemu problemowi, produkując panele krosownicze o zagęszczonej ilości gniazd, np. 48XRJ45 o wysokości 1U. Niezmiennie ważne jest też samo ułożenie kabli w szafach, tak aby można było swobodnie i przejrzysto zarządzać sygnałem w gniazdach.

Definiowanie zagrożeń

Wiele się mówi o tworzeniu indywidualnej polityki ochrony danych i bezpieczeństwa sieci ściśle dopasowanej do jednostki, której się dotyczy. Każda firma powinna mieć opracowany dokument, w którym określone będą zagrożenia i metody obrony przed nimi. Takie procedury zazwyczaj są utajniane i same w sobie mogą stanowić zagrożenie, gdyby trafiły w ręce potencjalnego agresora.

Zagrożenia zasadniczo dzielimy na dwie grupy (tabela 4.1). Do pierwszej można zaliczyć wszystkie aspekty dotyczące gromadzenia i przetwarzania danych. Powinniśmy w tym miejscu dobrze przeanalizować „cyfrowe” zabezpieczenia sieci informatycznej. Szczególnie powinniśmy być wyczuleni na próby kradzieży i podsłuchu danych — informacja jest obecnie najwyższym dobrem i decyduje o wygranych bitwach na polu konkurencyjności. Nawet w najczarniejszych i najbardziej abstrakcyjnych wizjach nie możemy dopuścić do przejęcia kontroli nad inteligentnym budynkiem. Nie wolno ograniczać się tylko do scenariuszy przewidujących destrukcję sieci czy też innych elementów budynku. Jeżeli ktoś dokonuje przemyślanego i skoordynowanego ataku, robi to w jakimś celu, a motywy agresora nie zawsze są znane.

Tabela 4.1. Podstawowa klasyfikacja zagrożeń

Zagrożenia danych	Zagrożenia fizyczne
Błędy administracyjne: ♦ niewłaściwa polityka dotycząca haseł, ♦ brak aktualizacji oprogramowania. Ataki z zewnątrz: ♦ podsłuchiwanie (sniffing), ♦ podszywanie się (spoofing), ♦ odmowa usługi.	Działania siłowe osób trzecich (kradzieże, destrukcja): ♦ awarie sprzętu, ♦ kradzież sprzętu, ♦ zniszczenie sprzętu.

Do drugiej grupy zagrożeń zaklasyfikować można wszystkie aspekty związane z fizycznym bezpieczeństwem infrastruktury. W tym miejscu zajmiemy się systemami zabezpieczającymi środowisko pracy (np. klimatyzacją) oraz rozwiązaniami gwarantującymi ochronę przed niepowołanym dostępem.

Wprawdzie sprawcami sporej części zagrożeń dla sieci LAN są użytkownicy, jednak tematem tej książki jest przede wszystkim pierwsza warstwa modelu TCP/IP (oraz dwie najniższe warstwy modelu ISO/OSI) — zajmiemy się zatem aspektami fizycznego bezpieczeństwa infrastruktury teleinformatycznej.

Brak planu awaryjnego na wypadek zagrożeń fizycznych może doprowadzić do sytuacji, w których straty materialne będą trudne do oszacowania. W konsekwencji może to grozić utratą pozycji na rynku lub całkowitym zamknięciem przedsiębiorstwa.

Niektórzy klienci uważają, iż sprawa bezpieczeństwa infrastruktury została zamknięta w dniu podpisania umowy z firmą ubezpieczeniową. Na pierwszy rzut oka może się to wydawać rozsądne. Warto jednak uświadomić sobie, że ubezpieczony jest z reguły wyłącznie sprzęt, a prawdopodobnie nikt nie zwróci strat wynikających z przestoju w pracy i utraconych danych. Analitycy rynku IT szacują, że utrata 40% danych firmy w wyniku zdarzenia losowego znacznie zwiększa prawdopodobieństwo bankructwa.

Warto zadbać o fizyczne bezpieczeństwo całej infrastruktury teleinformatycznej, gdyż nie zawsze da się odtworzyć środowisko IT po awarii (tabela 4.2).

Tabela 4.2. Zagrożenia fizyczne i sposoby przeciwdziałania

Zagrożenie fizyczne	Metody przeciwdziałania
Pożar	Systemy detekcji i wczesnego ostrzegania, systemy odcięcia ognia, systemy automatycznego gaszenia, bierne zabezpieczenie (farby niepalne).
Awaria sprzętu	Redundancja n+1 (lub 1:1), kopie zapasowe danych.
Zaniki zasilania	Agregaty prądotwórcze, UPS.
Kradzież i dewastacja sprzętu	Elektroniczna kontrola dostępu, wydzielenie stref strategicznych, ogrodzenie i monitorowanie terenu.
Awaria łączy teletransmisyjnych (Internet, telefonia stacjonarna)	Redundancja łączy teleinformatycznych.
Awaria sprzętu z powodu przegrzania	Klimatyzacja, monitorowanie wilgotności i temperatury w pomieszczeniu.
Zagrożenia dla konstrukcji budynku (wybuchy gazu, ruchy tektoniczne itp.)	Analiza ryzyka i wzmocnienie budynku.

Tworząc politykę bezpieczeństwa, należy zdefiniować:

- ◆ obszary krytyczne wraz z ich wpływem na procesy biznesowe w przypadku awarii;
- ◆ procesy biznesowe, które nie mogą funkcjonować bez sieci LAN;
- ◆ plan szybkiego „przerzucenia” procesów na działającą infrastrukturę;
- ◆ terminy szkoleń i aktualizacji planu awaryjnego.

W serwerowni powinna być podłoga techniczna z PVC odporna na działania elektrostatyczne (gromadzenie ładunków). Warto także zadbać o wyposażenie jej w pochylnię i schody, aby ułatwić wstawianie sprzętu do pomieszczenia. Dodatkowo można uszczelnić i wyciszyć ściany centrum danych, montując ekrany ze szkła i stali oddzielające strefy techniczne. Projekt serwerowni musi być zgodny z zasadami bezpieczeństwa, przepisami BHP i przeciwpożarowymi.

Ochrona przeciwpożarowa

Zważywszy na położenie geograficzne Polski, do najbardziej prawdopodobnych zagrożeń ze strony żywiołów matki natury należy pożar. Wprawdzie trzęsienia ziemi i wielkie powodzie nie nękają naszego kraju, ale także takie zjawiska warto mieć na uwadze, gdyż nigdy nie wiadomo, gdzie i dla kogo będziemy projektowali sieć teleinformatyczną.

Ochronę przeciwpożarową można podzielić na trzy obszary:

- ♦ bierne zabezpieczenie przeciwpożarowe,
- ♦ systemy odcięcia ognia,
- ♦ systemy detekcji i gaszenia pożaru.

Bierne zabezpieczenia przeciwpożarowe to działania profilaktyczne — ich celem jest ograniczenie następstw pożaru. Najpopularniejsze z nich to:

- ♦ farby ognioodporne;
- ♦ szpachle ognioodporne — zabezpieczamy nimi kołnierze, które stanowią np. przejścia między piętrami;
- ♦ kołnierze ognioodporne;
- ♦ pianki i uszczelniacze niepalne.

Systemy odcięcia pożaru mają za zadanie odizolowanie źródła zagrożenia w celu za-blokowania jego rozprzestrzeniania. Wdrażając takie rozwiązania, szczególną uwagę musimy zwrócić na przeszkolenie personelu. Wprawdzie systemy te ułatwiają prze-prowadzenie ewakuacji i chronią przed rozprzestrzenianiem się dymu oraz ognia, ale mogą stanowić także poważne zagrożenie dla człowieka. Personel powinien wyćwi-czyć do perfekcji procedury ewakuacyjne. W innym przypadku może to grozić zamknięciem człowieka w odciętym sektorze. Do podstawowych elementów tej grupy zabezpieczeń zaliczamy:

- ♦ drzwi przeciwpożarowe z automatycznym zamknięciem, które stanowią swoistą barierę;
- ♦ centrale sterujące zamykaniem sektorów;
- ♦ przyciski zwalniające drzwi w razie zatrzaśnięcia i (lub) zamykające sektor;
- ♦ czujniki dymowe wraz z sygnalizacją rozpoczęcia procedury.

Systemy detekcji i gaszenia pożaru stanowią doraźne przeciwdziałanie powstałemu zagrożeniu. Zadaniem czujników jest możliwie wczesne wykrycie pożaru i jego loka-lizacja. Zyskany w ten sposób czas jest niezbędny do szybkiej i sprawnej ewakuacji osób i mienia. W trakcie wykonywania tej procedury powinna zostać automatycznie powiadomiona straż pożarna. System detekcji pożaru odpowiada także za odróżnienie sytuacji podobnej do pożaru, jako że każda ewakuacja jest kosztowna. Nigdy nie można jednak przedkładać bezpieczeństwa ludzi nad koszty procedury.

Samo gaszenie pożaru w centrum danych powinno odbyć się za pomocą wybuchu ga-zowego. Rozwiązania obsługujące taką technologię są drogie w instalacji i eksploata-cji — nierzadko jeden wybuch gazu może kosztować kilkadziesiąt tysięcy złotych. Jednak jeśli uwzględnimy straty, jakie możemy ponieść z racji zniszczenia serwerowni lub przestoju w jej pracy, koszty są relatywnie niskie.

Jeszcze kilka lat temu do gaszenia pożarów używano gazu Halon 1301. Wówczas uważano go za najlepszy środek gaśniczy, gdyż nie niszczył sprzętu i szybko tłumił pożary różnych klas. W 1993 roku większość krajów zaprzestała jednak stosowania

tego gazu z racji jego szkodliwości dla środowiska. Stwierdzono, że Halon 1301 wywiera niekorzystny wpływ na warstwę ozonową.

Na rynku pojawił się jego godny następca, gaz oznaczony jako HFC-227ea.

Gaz jest tylko środkiem gaśniczym, a za jego wyzwolenie odpowiada cały system gaszenia gazowego. Od podwykonawców musimy bezwzględnie uzyskać certyfikat świadczący o tym, że gaz zawarty w butlach posiada wszystkie niezbędne atesty i spełnia normy BHP. Pamiętajmy, że prawdopodobna jest sytuacja wybuchu gazu w pomieszczeniu, kiedy znajduje się w nim człowiek, tymczasem aby gaz był skuteczny, musi obniżyć poziom zawartości tlenu w powietrzu (reakcja spalania).

Gaz musi spełniać kilka warunków. Oto one:

- ◆ Bezpieczeństwo ludzi.
- ◆ Szybka i skuteczna reakcja.
- ◆ Bezpieczeństwo sprzętu — najlepiej, by był to czysty środek gaśniczy (bez proszku, piany i osadów). Nie wywoła wtedy zjawiska szoku w przypadku sprzętu elektronicznego pod napięciem.
- ◆ Powinien być nieszkodliwy dla środowiska.
- ◆ Musi być zgodny z normami polskimi i obowiązującymi w UE.

Aby system gaszenia gazowego był w pełni skuteczny, musi też zostać spełniony warunek pełnej szczelności pomieszczenia. Gaz jest czystym środkiem gaśniczym i musi się utrzymać w pomieszczeniu co najmniej przez 10 minut, aby można było uzyskać pełne stłumienie ognia. Zabezpieczenie odpowiedniego stężenia gazu pozwala nie dopuścić do ponownego wybuchu pożaru. Obowiązek zapewnienia szczelności pomieszczenia nakłada norma ISO 14520. Środek gaśniczy jest cięższy od powietrza i po wybuchu opada w niższe obszary. Z tego względu duży wpływ na szczelność pomieszczenia ma układ otworów (niskich i wysokich).

Dzięki uprzejmości firmy DAAL Systemy Przeciwpożarowe sp. z o.o. mogę podzielić się z Państwem zdjęciami, które ilustrują podstawowe elementy systemu gaszenia gazem. Niejednokrotnie nadmieniałem, że instalacje specjalistyczne, aczkolwiek z konieczności towarzyszące całej infrastrukturze teleinformatycznej, należy pozostawić specjalistom w wybranych dziedzinach. Tym niemniej nie zwalnia nas to z obowiązku posiadania i poszerzania elementarnej wiedzy chociażby dotyczącej ochrony przeciwpożarowej. Mniej dociekliwym poniższe zdjęcia pozwolą uniknąć wpadki i obojętnego przejścia obok systemu gaszenia gazem.

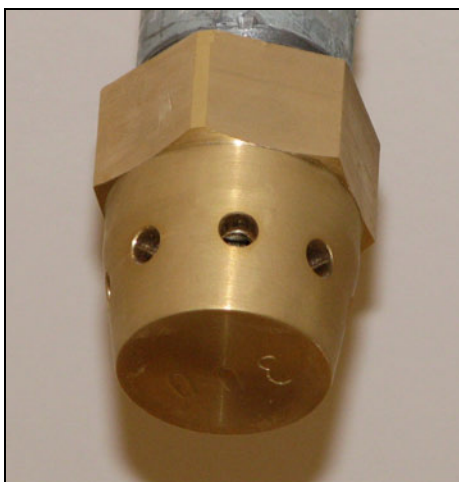
Rysunek 4.1 ilustruje prawidłowe oznakowanie przycisków startu i wstrzymania gaszenia wraz z informacją o rodzaju środka gaśniczego wewnątrz pomieszczenia. Czy informacja o rodzaju zastosowanego środka gaśniczego jest niezbędna? To oczywiście pytanie retoryczne!



Rysunek 4.1. Oznakowanie przycisków *START* i *STOP*

Rysunek 4.2 przedstawia dyszę gaśniczą 360°, przez którą uwalniany jest środek gaśniczy.

Rysunek 4.2.
Dysza gaśnicza

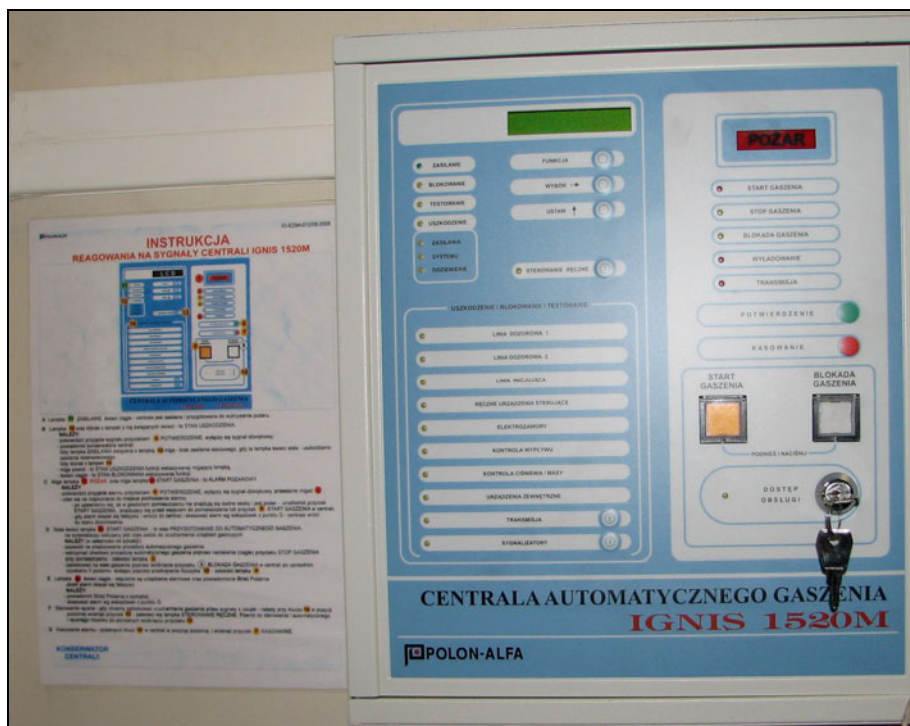


Rysunek 4.3 ujmuje butlę ze środkiem gaśniczym wraz z zaworem i manometrem.

Rysunek 4.4 obrazuje centralę sterowania gaszeniem IGNIS 1520 M wraz z instrukcją prawidłowego reagowania na sygnały alarmowe (to ważna informacja).

Ilustracja 4.5 przedstawia prawidłowe oznakowanie przycisków startu i wstrzymania gaszenia. Widoczny również zewnętrzny plafon informujący o wyzwoleniu środka gaśniczego (informacja na zewnątrz pomieszczenia).

Rysunek 4.3.
Butla ze środkiem
gaśniczym



Rysunek 4.4. Centrala sterowania gaszeniem

Rysunek 4.5.

*Oznakowanie
przycisków START
i STOP*



Zdjęcie 4.6 ujmuje plafon oraz sygnalizator optyczno-akustyczny (informacja wewnętrzna pomieszczenia) uruchamiany po alarmie i nakazujący opuszczenie pomieszczenia chronionego.

Rysunek 4.6.

*Plafon oraz sygnalizator
optyczno-akustyczny*



System klimatyzacyjny

Utrzymywanie w pomieszczeniu właściwej wilgotności i temperatury znacznie zmniejsza ryzyko awarii sprzętu oraz przedłuża jego żywotność. Temperaturę powinniśmy utrzymywać na poziomie 20°C z tolerancją $\pm 1^\circ\text{C}$, natomiast wilgotność powietrza w przedziale 45 – 50%.

Wybierając urządzenie klimatyzujące, należy zwrócić uwagę na jego wydajność, aby podołało ono naszym wymaganiom. Sprzęt elektroniczny zbudowany jest na bazie układów półprzewodnikowych, których parametry są znacznie uzależnione od temperatury.

Na wartość energii elektronów ma wpływ temperatura (w temperaturze zera bezwzględnego $T = 0\text{ K}$ najmniejszą energię mają elektrony walencyjne). Aby elektrony przeszły z pasma podstawowego do pasma przewodnictwa, ich energia musi być odpowiednia. Oczywiście pasmo przewodnictwa ma swoje ograniczenia — zbyt wysoka temperatura zachwieje stabilną pracą półprzewodników.

Układy półprzewodnikowe wykorzystywane są w aktywnych urządzeniach sieci, serwerach i innych układach elektronicznych. Zadaniem systemu klimatyzacyjnego jest utrzymanie optymalnej temperatury i wilgotności powietrza niezależnie od warunków panujących na zewnątrz pomieszczenia.

Obliczając moc urządzenia, musimy uwzględnić wszystkie źródła ciepła. Jak wcześniej wspomniałem, będę się starał obalić pewien mit. Jeżeli w naszej serwerowni są okna, to mamy twardy orzech do zgryzienia. Wbrew pozorom przenikanie ciepła przez szyby i jego utrata mają zasadniczy wpływ na temperaturę w pomieszczeniu. W zależności od powierzchni okien i ich położenia (ściana wschodnia, północna itp.) będziemy mieli inną temperaturę w różnych porach dnia. Najbezpieczniej jest przyjąć wartość amplitudy na podstawie maksymalnej i minimalnej temperatury przy uwzględnieniu pomiarów w dwóch skrajnych porach roku (zima i lato). W praktyce będziemy zmuszeni do oszacowania tych wartości za pomocą danych statystycznych oraz współczynnika przenikalności cieplnej pomieszczenia.

Jak widać, geografia ma zasadnicze znaczenie w projektowaniu instalacji klimatyzacyjnej. Umiejętność oszacowania wahań temperatury i wilgotności na podstawie danych statystycznych także jest niezbędna.

Chłodzenie i wentylacja szaf

Szafa dystrybucyjna jest brana pod uwagę jako element stanowiący źródło ciepła dla globalnie pojętego obszaru punktu dystrybucyjnego (serwerowni). Nie jest to jedyny aspekt termiczny związany z systemem okablowania strukturalnego — musimy też zapewnić efektywną cyrkulację powietrza w samej szafie. Jak wcześniej wspomniałem, zbyt wysoka temperatura może destabilizować pracę urządzeń półprzewodnikowych, dlatego też należy wystrzegać się zjawiska kumulacji ciepła w szafie.

W celu poprawnego doboru rodzaju urządzeń wentylacyjnych i chłodzących niezbędne jest obliczenie całkowitej mocy rozpraszania wszystkich urządzeń (sprzęt aktywny,

serwery). Jako punkt wyjścia należy obrać maksymalną moc rozpraszania urządzeń przy ich maksymalnym obciążeniu. W praktyce bierzemy pod uwagę wskaźnik rzeczywistego obciążenia (współczynnik U) oraz wskaźnik pracy jednocześnie (współczynnik S). Przeciętnie te dwa parametry kształtują się na następującym poziomie: $U = 0,8$; $S = 0,8$.

Przeciętną moc rozpraszania obliczamy ze wzoru:

$$P = U * S * P_{\max} = 0,8 * 0,8 * P_{\max},$$

gdzie $P_{\max}$ oznacza sumę maksymalnych mocy wszystkich urządzeń.

Oto zwykle spotykane wartości:

- < 1 kW — szafy ze sprzętem aktywnym;
- od 1 do 3 kW — szafy z procesorami (CPU), monitorami i dyskami;
- > 3 kW — szafy serwerowe.

Warunki cieplne w szafie można kontrolować za pomocą termostatu. Umieszcza się go mniej więcej w $\frac{3}{4}$ wysokości szafy. To on automatycznie włącza urządzenia chłodzące. Zalecana temperatura pracy to 25°C.

Poniżej przedstawiono przykłady efektywnych rozwiązań z wykorzystaniem szaf XL VDI produkcji firmy Legrand.

Tabele pomocnicze (tabele 4.3 i 4.4), a także modele rozwiązań (opcje wentylacji) podane zostały na podstawie *Przewodnika Legrand VDI*.

Tabela 4.3. Dobór wentylatorów w zależności od wymiarów szafy

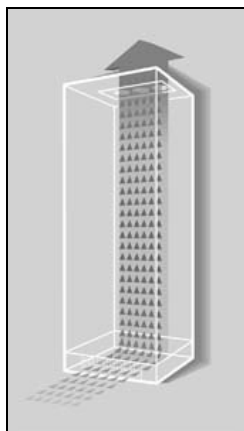
Ile wentylatorów dla jakich szaf?					
Szafa		Płyty z wentylatorami		Wydajność	Liczba
Nr ref.	Wymiary	Nr ref.	Liczba	m ³ /h	wentylatorów
0332 94	33 U 600 x 600	0348 19	1	180	2
			2	430	4
			3	640	6
0332 96	42 U 600 x 600	0348 19	1	180	2
			2	430	4
			3	640	6
0332 97	42 U 600 x 800	0348 19	1	180	2
			2	430	4
			3	640	6
			4	800	8
0332 98	42 U 800 x 600	0348 20	1	270	3
			2	620	6
			3	940	9
0332 99	42 U 800 x 800	0348 20	1	270	3
			2	620	6
			3	940	9
			4	1 200	12

Tabela 4.4. Moc, jaka może być rozpraszana w szafach

Moc, jaka może być rozpraszana w szafach*				
Wymiary szaf	Konwekcja naturalna	Chłodzenie przez kratki	Wypożenie wewnętrzne	Chłodzenie przez wyciąg
33 U 600 x 600	0,3 kW maks.	1-3 płyt z 2 kratkami 0,5 kW maks.	1-2 płyt z 2 wentylatorami 0,45 kW maks.	Płyty z 2 wentylatorami 1 płyta: 1 kW 2 płyty: 2,2 kW 3 płyty: 3,1 kW
42 U 600 x 600	0,4 kW maks.	1-3 płyt z 2 kratkami 0,65 kW maks.	1-2 płyt z 2 wentylatorami 0,6 kW maks.	Płyty z 2 wentylatorami 1 płyta: 1,2 kW 2 płyty: 2,4 kW 3 płyty: 3,3 kW
42 U 600 x 800	0,5 kW maks.	1-4 płyt z 2 kratkami 0,8 kW maks.	1-3 płyt z 2 wentylatorami 1,3 kW maks.	Płyty z 2 wentylatorami 1 płyta: 1,3 kW 2 płyty: 2,5 kW 3 płyty: 3,5 kW 4 płyty: 4,5 kW
42 U 800 x 600	0,5 kW maks.	1-3 płyt z 3 kratkami 0,8 kW maks.	1-2 płyt z 2 wentylatorami 1,3 kW maks.	Płyty z 3 wentylatorami 1 płyta: 1,8 kW 2 płyty: 3,2 kW 3 płyty: 4,5 kW
42 U 800 x 800	0,7 kW maks.	1-4 płyt z 3 kratkami 1 kW maks.	1-3 płyt z 2 wentylatorami 1,5 kW maks.	Płyty z 3 wentylatorami 1 płyta: 2 kW 2 płyty: 3,5 kW 3 płyty: 5 kW 4 płyty: 6 kW

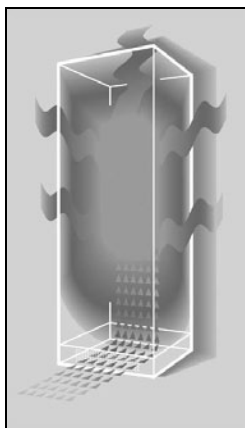
* W zależności od wymiarów, sprzętu i chłodzenia do zmiany temperatury do 15°C maks.

Poniższych siedem rysunków (od 4.7 do 4.13) przedstawia typowe scenariusze konwekcji powietrza w szafie dystrybucyjnej.

Rysunek 4.7.
(Legrand)

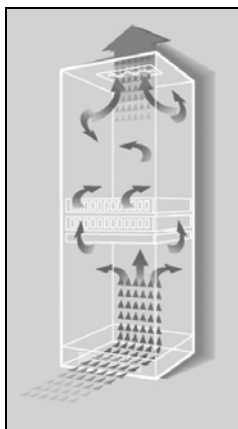
Szafa wyposażona w sufit z otworami umożliwia naturalną cyrkulację powietrza. Zgodnie z prawami fizyki ciepłe powietrze unosi się do góry i znajduje swoje ujęcie w szczelinach sufitu szafy.

Rysunek 4.8.
(Legrand)



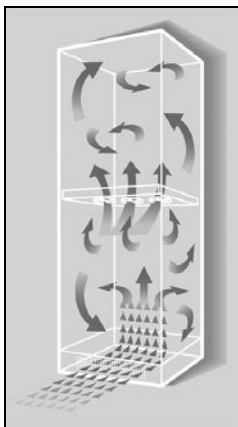
Konwekcja naturalna. Sufit szafy jest zamknięty. Ciepło kumuluje się wewnątrz niej w wyniku braku wentylacji.

Rysunek 4.9.
(Legrand)



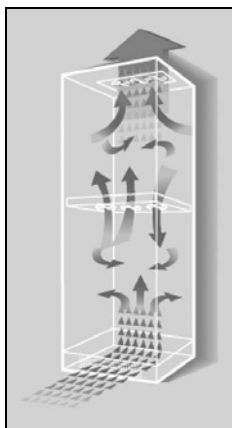
Zainstalowany sprzęt przesłania przekrój szafy. Cyrkulacja powietrza odbywa się drogami bocznymi.

Rysunek 4.10.
(Legrand)



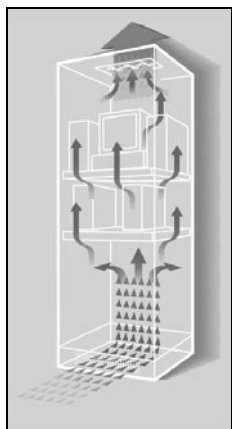
Chłodzenie zapewnione jest poprzez wewnętrzną cyrkulację powietrza. Szafa wyposażona jest w wewnętrzną półkę z wentylatorami, która odpowiada za wymianę powietrza wewnątrz.

Rysunek 4.11.
(Legrand)



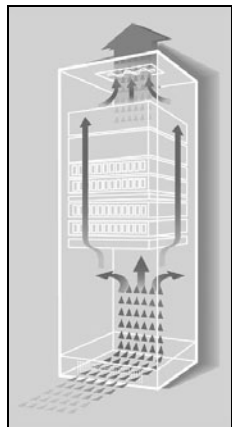
Szafa, oprócz wewnętrznej półki, wyposażona jest w wentylatory sufitowe. Takie rozwiązanie umożliwia utrzymanie w niej wyrównanej temperatury.

Rysunek 4.12.
(Legrand)



Szafa z luźno rozmieszczonym sprzętem, który nie stwarza większej bariery dla cyrkulacji ciepłego powietrza.

Rysunek 4.13.
(Legrand)



Gęste rozmieszczenie sprzętu pasywnego i aktywnego znacznie utrudnia cyrkulację powietrza — szczególną uwagę należy zwrócić na zapewnienie bocznego ciągu powietrza.

Elektroniczna kontrola dostępu

Zadaniem systemów elektronicznej kontroli dostępu jest ograniczenie i uporządkowanie ruchu w strefach strategicznych (centrum danych, MDF, IDF). Cel ten realizuje się poprzez zastosowanie technik identyfikacji bezpośredniej (karty magnetyczne, techniki biometryczne). Innymi słowy dostęp do ściśle określonych obszarów następuje po pełnej autoryzacji i uwierzytelnieniu danej osoby.

Warto także wzbogacać systemy zabezpieczeń o telewizję przemysłową oraz elementy sygnalizacji napadu czy też włamania. Wszystkie powyższe zabezpieczenia mają na celu ochronę personelu i sprzętu przed niepowołanym dostępem osób trzecich. Warto mieć na uwadze to, iż nie trzeba niszczyć systemu, by przestał on działać poprawnie. Czasami wystarczy pozbawić go operatorów strategicznych modułów i przejąć kontrolę.

Jeżeli posługujemy się kamerami, powinniśmy umiejscowić je w bezpiecznych punktach przy jednoczesnym zagwarantowaniu odpowiedniego kąta podglądu i ruchu. Materiał nagrywany należy trzymać w tajnym miejscu.

Sygnalizacja dźwiękowa i świetlna powinna jednoznacznie identyfikować zagrożenie oraz automatycznie alarmować współpracowników i stosowne służby.

Rozdział 5.

Dokumentacja projektowa

Chodząc ulicami własnych miast, z całą pewnością kiedyś spostrzeżliście jakiś element architektoniczny, który szczególnie zwrócił Waszą uwagę. Prawdopodobnie analogiczne sytuacje miały miejsce w przypadku innych aspektów życia. Czasami chwilowe zaniepokojenie, lekki podziw przeradzają się w pełną namietność fascynację. W takich chwilach zastanawiamy się, w jaki sposób powstał obiekt, który tak nas zachwycał. Mitologia zaczyna się od słów „na początku był Chaos”, a w inżynierii stosowniej jest rzec, że „wszystko zaczęło się od papieru”.

Cele i zadania

Projektem jest dowolne przedsięwzięcie zorientowane na cel. Dodatkowo ma ono ściśle określony czas trwania (początek i koniec), charakteryzuje się skoordynowanym podejmowaniem powiązanych ze sobą działań oraz jest w pewnym stopniu nowatorskie (wyjątkowe). Projekt służy zatem do przeprowadzenia z góry określonego przedsięwzięcia. Zanim przejdę do tematyki dokumentacji projektu informatycznego, poruczymy trochę ma modelowi ogólnym.

Nastawienie na cel oznacza, że po przeprowadzeniu wszystkich działań powinniśmy osiągnąć określony rezultat. Ważne jest, aby postawiony cel był realny i możliwy do zrealizowania (osiągnięcia). Specjaliści od zarządzania projektami starają się tak formułować (definiować) cel, aby otrzymać jego identyczną interpretację z ust kilku niezależnych osób — należy zatem precyzować go zrozumiale.

Projekt składa się z elementów zwanych działaniami. Niektóre z nich są ze sobą ściśle powiązane, a inne możemy prowadzić równolegle, niemniej jednak tylko poprawna koordynacja wszystkich etapów zagwarantuje zakończenie projektu. Dokonuje się tego przy użyciu narzędzia zwanego analizą systemową.

Aspekt innowacyjny projektu określa jego wyjątkowość i niepowtarzalność. W projektach informatycznych rzadko zdarza się, aby jedno rozwiązanie mogło być zastosowane dwa razy. Wiąże się z tym pewne niebezpieczeństwo, gdyż im bardziej projekt jest wyjątkowy, w tym większym stopniu musimy ufać swoim umiejętnościom i wiedzy.

Charakterystyczną cechą projektu jest jego określona żywotność (tymczasowość). Z zasady jest on wkomponowany w dość ściśle określone ramy czasowe (ma wyznaczony początek i koniec). Fachowcy zajmujący się tematyką zarządzania projektami bardzo mocno akcentują fakt, iż — pomimo zakończenia projektu — efekt (produkt) ma być trwały sam w sobie.

W projektach informatycznych wyróżniamy sześć faz realizacji:

- ◆ audyt (rozpoznanie potrzeb),
- ◆ definicję wymagań,
- ◆ proces projektowania systemu,
- ◆ wdrożenie,
- ◆ testowanie,
- ◆ obsługę.

Bez względu na treść teorii zarządzania ujętą w różnych publikacjach czy też różnorodność opowieści wygłaszanych przez menadżerów projektów wszyscy najprawdopodobniej jednym głosem powiedzą: „Problemy pojawiają się na pewno”. Skutecznego zarządzania projektem nie da się nauczyć tylko na podstawie teoretycznych lekcji. Oczywiście każde zdobyte doświadczenie wspierane przez nasze zaangażowanie pozwoli na znaczne zminimalizowanie negatywnych konsekwencji nieprzewidzianych sytuacji. Oprócz wiedzy ściśle inżynierskiej niezbędna jest także wiedza z zakresu zarządzania projektem informatycznym — w tym rozdziale zajmiemy się tą właśnie tematyką.

Rozważmy najpierw źródła niepowodzeń projektów informatycznych. Oto one:

- ◆ Elementarne błędy organizacyjne — kłopoty z przekazywaniem informacji, wewnętrzne walki o wpływy, błędne przydzielenie zadań poszczególnym jednostkom.
- ◆ Pomyłki w procesie planowania — zbyt ogólnikowość, niekorzystanie z narzędzi wspomagających planowanie.
- ◆ Niezrozumienie intencji inwestora — produkt gotowy nie spełnia oczekiwań klienta.
- ◆ Błędy w monitorowaniu realizacji inwestycji.
- ◆ Projekt jest przedsięwzięciem zorientowanym na cel. Oznacza to, iż po jego realizacji osiągniemy konkretny efekt (rezultat). Ów cel powinien być jasno zdefiniowany i możliwy do osiągnięcia.

Cel powinien być sformułowany tak, aby po przedstawieniu go kilku różnym osobom jego sens został jednakowo zinterpretowany. Realizacja projektu składa się z kilku faz, m.in. z etapu projektowania systemu, którego efektem jest jakiś dokument. Dokument ten zwany jest projektem technicznym lub dokumentacją projektową (techniczną).

Termin „projekt” przewija się w różnych kontekstach, dlatego też łatwo wpaść w swoistą pułapkę nomenklaturową. Dokument, który stanowi bazę dla realizacji przedsięwzięcia, jest projektem sieci (infrastruktury) — zwykle jest to całkiem spory stos różnych papierów trwale ze sobą związanych. Natomiast poprzez projekt informatyczny należy rozumieć realizację określonego przedsięwzięcia w oparciu o projekt techniczny (dokumentację). W tym miejscu zwracam uwagę, aby zachować szczególną ostrożność, posługując się terminem projektu.

Jeżeli zostaniemy powiadomieni, że będziemy uczestniczyć w projekcie, koniecznie należy dowiedzieć się, o co konkretnie chodzi. Czy będziemy tworzyć dokumentację techniczną i harmonogram, czy też będziemy realizować inwestycję? A może jedno i drugie?

Proces tworzenia dokumentacji technicznej (projektowej) także jest przedsięwzięciem informatycznym, czyli projektem. Celem — efektem — w takim przypadku będzie fizyczna dokumentacja sieci.

Spektrum teorii traktującej o zarządzaniu projektem informatycznym jest bardzo szerokie. Projekt (zarówno dokument, jak i inwestycja) posiada swoje charakterystyczne cechy, elementy oraz parametry. Mówiąc wprost, ma wszystko to, co sprawia, że jest zgodny z określonym szablonem. Na ten temat powstało wiele publikacji. Zachęcam do ich przeczytania.

Jednak jest jeden element, o którym muszę wspomnieć. Będzie on potrzebny w każdej fazie i na każdym etapie realizacji projektu — nawet w trakcie pracy koncepcyjnej. Jest to autorytet kierownika projektu, szefa grupy, inżyniera nadzorującego techników itd. Bez niego nawet najlepszy specjalista, który zna wszystkie normy oraz potrafi w ciemnym pomieszczeniu skrócić szafę, nie przeprowadzi inwestycji. Gdy brakuje uznania (szacunku), żadne inne elementy i techniki zarządzania nie będą się liczyć. W takiej sytuacji całe przedsięwzięcie już od samego początku płynie pod prąd. Prawdopodobnie nie uda się stworzyć dobrej dokumentacji, a bez tego raczej trudno będzie wdrożyć system okablowania strukturalnego, a docelowo całą sieć teleinformatyczną.

Menadżer projektu posiada mniejszy lub większy autorytet. Jak go oszacować i nazwać?

Miarą autorytetu kierownika projektu jest jego zdolność do przekonywania współpracowników, by słuchali jego poleceń i traktowali poważnie zlecone im zadania.

Wyróżnia się pięć podstawowych typów autorytetu:

- ♦ formalny,
- ♦ finansowy,
- ♦ administracyjny,
- ♦ techniczny,
- ♦ charyzmatyczny.

Autorytet formalny wynika bezpośrednio z faktu powierzenia osobie realizacji projektu. Kierownictwo firmy powinno publicznie wskazać konkretnego menadżera i oświadczyć, że to on będzie trzymał pieczę nad przedsięwzięciem. Jeżeli takowa osoba będzie aktywnie wspierana przez dyrekcję, u pozostałych uczestników projektu nie powinny pojawić się żadne wątpliwości dotyczące słuszności tej decyzji — przełoży się to na rzeczywistą władzę operacyjną (organizacyjną).

Autorytet finansowy wiąże się z przyznaniem menadżerowi uprawnień do podejmowania decyzji finansowych (dotyczących budżetu). Oczywiście nie sprowadza się to tylko do środków finansowych (gotówki), gdyż zespół będzie wykorzystywał inne środki niefinansowe, których użyczenie także „kosztuje”. Kierownik projektu może zarządzać również czasem członków zespołu, sprzętem (urządzeniami), przydziałem pomieszczeń itp. Jest to dobry sposób na motywowanie, nagradzanie i zwracanie uwagi na objawy niewywiązywania się z powierzonych obowiązków (zasada kija i marchewki).

Autorytet administracyjny jest związany z tym, że projekt jest realizowany w określonym środowisku czy strukturze organizacyjnej. Menadżer cieszący się takim autorytetem dobrze asymiluje się ze środowiskiem organizacyjnym projektu. Potrafi sprawnie poruszać się w dokumentacji, procedurach oraz zwyczajach. Posiada także umiejętność dotrzymywania terminów przekazywania raportów oraz skutecznego zaopatrywania zespołu w niezbędne zasoby. Zdolność do tworzenia poprawnej dokumentacji także jest charakterystyczną cechą takiego menadżera.

Autorytet techniczny bezpośrednio związany jest z umiejętnościami i wiedzą, jakie posiada kierownik projektu. Pozostali członkowie przedsięwzięcia słuchają poleceń i wskazówek menadżera ze względu na szacunek dla jego kwalifikacji i doświadczenia. Jest on chętnie proszony o wyrażenie swojej opinii. Menadżer, który nie posiada stosownej wiedzy technicznej, staje się mało wiarygodny dla członków zespołu. Tym samym wydawane przez niego decyzje i polecenia są bardzo często podważane i kwestionowane.

Autorytet charyzmatyczny znajduje odbicie w bardzo silnej osobowości kierownika projektu. Podstawowe cechy takiego menadżera to: wycucie czasu i kierunku działania, pewność siebie, energia i zapał do pracy, wrażliwość na potrzeby zespołu, zdolności motywacyjne i przywódce.

System okablowania jest tylko jedną ze składowych projektu sieci teleinformatycznej. Sztuka zarządzania projektem IT jest obecnie traktowana jako osobna dyscyplina i została już opisana w wielu znakomitych publikacjach. Warto wzbogacić swoją wiedzę z tego zakresu niezależnie od roli, jaką będziemy odgrywać w zespole. Moim celem jest zasygnalizowanie, iż osobom pracującym w charakterze inżynierów zajmujących się siecią strukturalną prawdopodobnie nie uda się uniknąć tematyki zarządzania projektem. Chociażby z tego powodu, że będą członkami grupy i twórcami części dokumentacji, a może nawet wdrożenia.

Teoria zarządzania obejmuje wiele ważnych kwestii, które przekładają się na efektywność pracy.

Spośród licznych zagadnień przytoczę tylko najważniejsze:

- ♦ zarządzanie zasobami (ludzie, sprzęt, materiały, środki transportu itp.);
- ♦ zarządzanie w sytuacjach kryzysowych;
- ♦ zarządzanie harmonogramem;
- ♦ modele i opisy sytuacji;
- ♦ budowanie autorytetu;
- ♦ rozwiązywanie problemów;
- ♦ otoczenie projektu (środowisko, które wywiera wpływ na projekt).

Publikacje tematycznie ukierunkowane na zarządzanie IT zazwyczaj zawierają wiele rzeczywistych przykładów, które stanowią doskonałe uzupełnienie przedstawianej teorii, warto więc sięgnąć po tę dodatkową wiedzę. Może opisane okoliczności będą zbieżne z naszymi problemami i przełożą się na bardziej efektywne zarządzanie.

Projekt systemu okablowania strukturalnego (sieci LAN)

Prawidłowo sporządzona dokumentacja niezbędna jest do prawidłowego wdrożenia systemu okablowania strukturalnego (sieci). Będziemy z niej korzystać podczas różnych etapów prac, a także po zakończeniu inwestycji — wtedy stanie się dokumentacją sieci.

Na początek przedstawię kilka aspektów organizacyjnych i porządkowych dotyczących dokumentacji. Ponieważ projekt stanowi także swoistą umowę między wykonawcą i klientem, należy:

- ♦ na stronie tytułowej podać nazwę pracowni projektowej;
- ♦ określić tytuł projektu, np. „Projekt sieci LAN dla ośrodka akademickiego”;
- ♦ nadać sygnaturę dokumentowi;
- ♦ wpisać datę i czas wykonania;
- ♦ ponumerować i spisać wszystkie rysunki oraz tabele;
- ♦ dokonać spisu akronimów wraz z podaniem ich rozwinięcia, np. MM FO — *Multi Mode Fiber Optic*;
- ♦ sporządzić — co oczywiste — szczegółowy spis treści.
- ♦ Koniecznymi składnikami są także:
 - ♦ Wstęp, np. „Niniejszy dokument jest projektem sieci LAN ośrodka akademickiego Jastrząb mieszczącego się w Łodzi przy ulicy Niepodległości 18” (należy tu zdefiniować przedmiot projektu).
 - ♦ Podstawa prawna opracowania projektu — kopia umowy itp.

- ◆ Cel opracowania projektu, np. „Celem projektu sieci jest przedstawienie kompletnych rozwiązań zarówno technologicznych, jak i technicznych, które zostaną wdrożone podczas realizacji projektu sieci teleinformatycznej. W oparciu o powstały projekt zostaną zaimplementowane rozwiązania zaspokajające potrzeby ośrodka akademickiego Jastrzęb, które wynikają z założeń projektowych”.
- ◆ Zakres dokumentacji, np. „Niniejszy dokument przedstawia wymagania funkcjonalne, techniczne i technologiczne dotyczące tych wszystkich elementów systemu, które niezbędne są do prawidłowego działania...”.
- ◆ Założenia projektowe — na podstawie audytu powinniśmy zaproponować ogólną koncepcję realizacji danego przedsięwzięcia wraz z podaniem proponowanych technologii.
- ◆ Pełny zestaw dokumentacji technicznej obejmuje:
 - ◆ Plany budynków z zaznaczonymi na nich punktami abonenckimi, rejonami okablowania (trasami jego przebiegu) oraz punktami rozdzielczymi.
 - ◆ Wszystkie karty katalogowe publikowane przez producenta do każdego elementu użytego w systemie okablowania.
 - ◆ Schemat logiczny (relacje logiczne sprzętu aktywnego) i ideowy (połączenia krosowe między poszczególnymi portami i gniazdami).
 - ◆ Aspekty zarządzania projektem.
 - ◆ Projekt koncepcyjny sieci komputerowej.
 - ◆ Dokumentację PCS i punktów rozdzielczych.
 - ◆ Dokumentację rejonów okablowania.
 - ◆ Projekt koncepcyjny instalacji wyspecjalizowanych.
 - ◆ Numerację wszystkich gniazd w patchpanelach i punktach abonenckich.
 - ◆ Opis procedur odbioru okablowania.
 - ◆ Wyniki testów i pomiarów.
 - ◆ Spis komponentów oraz ich rozmieszczenie.
 - ◆ Protokół powykonawczy.
 - ◆ Kosztorys.

Ważne jest opracowanie spójnego i czytelnego systemu numerowania gniazd, kabli oraz sprzętu zainstalowanego w sieci.

Jak widać, przy tworzeniu projektu sieci nie ma pełnej dowolności. Jego funkcja nie ogranicza się także jedynie do wspierania procesu implementacji systemu. Doskonale sporządzona dokumentacja w przyszłości będzie stanowić źródło wiedzy o sieci dla administratora. Powinna być uzupełniana na bieżąco przy każdej zmianie w infrastrukturze informatycznej.

Dokumentację będziemy także przedkładać do zaopiniowania producentowi systemu okablowania strukturalnego w celu uzyskania gwarancji certyfikacyjnej. Dopiero w tym momencie następuje pełna weryfikacja zgodności projektu z ogólnymi normami i zasadami. Producenci okablowania przyznają gwarancję dopiero po wykonaniu pomiarów całego systemu. Następuje to po formalnej akceptacji przedłożonej dokumentacji. Proces udzielania gwarancji jest ściśle powiązany z projektem i dzieli się na kilka etapów.

W relacjach biznesowych każdy dba o własne interesy i broni swoich racji. Dokumentacja projektowa wiąże ze sobą inwestora, producenta i certyfikowanego instalatora poprzez wspólną inwestycję. W przypadku ewentualnych sporów proceduralnych czy też pojawiających się roszczeń finansowych dokumentacja ta będzie stanowić podstawę linii obrony.

ANEGDOTA

Jednym z zasadniczych elementów moich studiów inżynierskich była praca w 16-osobowym zespole nad projektem sieci LAN. Było to dość dziwne doświadczenie, ale gdy spoglądam na nie z dzisiejszej perspektywy, wydaje się bardzo potrzebne.

Wszyscy ucieszyliśmy się niezmiernie, kiedy okazało się, że za wykonanie jednego projektu można uzyskać wpis do indeksu z dwóch przedmiotów. Co prawda szybko zorientowaliśmy się, że jest jeszcze druga strona medalu, ale optymizmu nam nie brakowało. Na zajęciach laboratoryjnych wybraliśmy menadżera projektu. Został nim kolega w średnim wieku. Uznaliśmy, że posmakował w swym życiu trochę pracy i będzie odpowiedzialny za grupę. Tego samego dnia przeprowadziliśmy fikcyjny audyt. Klienta udawał prowadzący zajęcia laboratoryjne. Zebraliśmy informacje i podzieliiliśmy się zadaniami. Równolegle chodziliśmy na wykłady z projektowania oraz osobne zajęcia z zarządzania projektem informatycznym — tam prowadzący zażądał harmonogramu realizacji.

Jak to studenci, szybko stworzyliśmy jakiś szkic i wystaliśmy go. Minęło kilka tygodni. Postępów raczej nie było, a prowadzący zajęcia nie dopominali się o przedstawienie wyników.

Pierwszy kryzys nadszedł, kiedy wreszcie zaczęto nas rozliczać z pracy. Nagle okazało się, że z harmonogramem nic się nie zgadza i nie uda nam się wykonać zadania w terminie. Próby połączenia wszystkiego w całość nie przynosiły żadnego efektu, gdyż koledzy z grupy nie wykazywali zainteresowania żadnymi działaniami. Zwróciliśmy się o pomoc do menadżera projektu, który okazał się osobą całkiem bezradną i wręcz nieodpowiednią do pełnienia tej funkcji.

Jakoś udało nam się połączyć cały powstały materiał w jeden dokument. Zawierał on ponad 350 stron A4 i nie był jeszcze kompletny. Nadszedł czas obrony projektu. Dumnie stawiliśmy się całą grupą przed komisją (przyszły nawet osoby, które wcześniej w ogóle nie widziały projektu). Egzamin trwał dwie minuty. Wszyscy zostaliśmy bezdyskusyjnie odesłani, gdyż nasz projekt był tylko stertą bezużytecznego papieru. Mieliśmy stawić się we wrześniu z nowym projektem. Miny nam rzędy. Postanowiliśmy „wzmocnić” menadżera projektu jeszcze dwiema osobami wspomagającymi jego pracę. Wprawdzie za drugim podejściem części grupy udało się zaliczyć projekt, ale była to droga przez mękę. Przedłożyliśmy dokumentację o objętości około 40% poprzedniej, za to znacznie bardziej kompletną i zawierającą mniej braków.

Analizując dziś tę sytuację, wiem już, że źle przydzieliliśmy zadania poszczególnym osobom. Był to podstawowy błąd, gdyż niektórzy nie byli w ogóle zorientowani w swoich obowiązkach i, co gorsza, nie wykazywali woli dokształcania się. Taki stan rzeczy był główną przyczyną nadmiernej liczby stron pierwszego projektu. Menadżer okazał się zwykłym leniem i nie był w stanie zmobilizować ani zdyscyplinować zespołu. Niewątpliwie liczył na to, że prowadzący zajęcia go częściowo zastąpi — nic takiego jednak nie nastąpiło.

Sama praca nad projektem jest ciężka i trudna. Wymaga znacznego zaangażowania i chęci współpracy. Bez dobrego menadżera i kompetentnego zespołu nie ma szans na pomyślne przeprowadzenie jakiegokolwiek projektu.

Sztuki zarządzania projektem informatycznym można się uczyć z publikacji dostępnych na rynku. Można też czerpać wiedzę z własnych doświadczeń. Aby jednak budować konstruktywne relacje z innymi, trzeba mieć ku temu ogólne predyspozycje. Menadżerem projektu nie może zostać przypadkowa osoba.

Jednak to nie są jedyne powody, dla których warto mieć dobry projekt. Jesteśmy w Unii Europejskiej, która za jeden z celów obrała sobie działanie na rzecz rozwoju społeczeństwa informacyjnego, w związku z czym przy planowaniu swojego budżetu przeznacza pewną część na dotacje „informatyczne”. A odnośnie do wymuszania przez Parlament Europejski biurokracji nie powinno być żadnych wątpliwości. Starając się o dotacje ze środków unijnych, także będziemy zobligowani do przedłożenia dokumentacji projektu — co ważne, przed rozpoczęciem inwestycji!

Warto w tym miejscu uświadomić sobie wagę jakości dokumentacji. Komisja trzymająca ją w ręku jedną pieczęcią decyduje o dofinansowaniu projektu lub też o jego odrzuceniu. Jeżeli nie przekonamy urzędników, nie dostaniemy refundacji i będziemy zmuszeni czekać na otwarcie następnej sesji. Możemy mieć także pecha, jeżeli startowaliśmy w ostatnim terminie składania wniosków. W takim przypadku smak złego przygotowania dokumentacji będzie wyjątkowo gorzki.

Cele i zadania stawiane przed dokumentacją projektową dotyczą różnych płaszczyzn, ale jedno jest pewne. Niezależnie od tego, gdzie i w jakim celu będziemy się posługiwali projektem, musi on być doskonały. Nawet jeśli staramy się o kredyt w banku na dobrze rokującą inwestycję informatyczną, poproszą nas o złożenie razem z wnioskiem właśnie dokumentacji.

Oczywiście we wszystkich powyższych sytuacjach zostaniemy zapytani, czy dysponujemy wystarczającymi zasobami ludzkimi do przeprowadzenia inwestycji. Wbrew pozorom nie jest to wcale oczywiste, gdyż mogliśmy błędnie oszacować zaplecze inżynierskie, co automatycznie negatywnie wpływa na powodzenie projektu.

Z założenia powinniśmy być dobrze przygotowani, więc z powyższym aspektem nie powinno być problemu. Na dalszym etapie weryfikacji spotkamy się z pytaniem, czy w naszych szeregach jest jednostka na tyle silna, aby mogła objąć stanowisko menadżera projektu. W pierwszej chwili zapewne z dumą odrzekniemy: „Ależ oczywiście” — oby jednak nie było to zgubne w skutkach. Trzeba realnie ocenić, czy faktycznie mamy w zespole człowieka o odpowiedniej motywacji, zaangażowaniu i charyzmie, który udźwignie na swych barkach cały ciężar wdrażania inwestycji.

A teraz pytanie. Kiedy i w jakim przypadku ma sens tworzenie dokumentacji po wdrożeniu systemu okablowania strukturalnego?

Oto odpowiedź: nigdy, nigdzie i w żadnym wypadku nie wolno tego robić!

Pojęcie klienta wewnętrznego i zewnętrznego powinno być na porządku dziennym w trakcie prac projektowych. Dokumentację zazwyczaj tworzy zespół osób, które przekazują sobie elementy (moduły) projektu. Wtedy mówimy, iż są one klientami wewnętrznymi względem siebie.

W tym momencie wprowadzę pojęcie jakości. Zanim projekt będzie tworzył spójną całość, jest rozdrobniony na półprodukty, które są opracowywane przez różne osoby. Dodatkową trudnością jest fakt, iż pewne prace nie mogą zostać podjęte, dopóki nie zostanie zamknięty blokujący je etap. Jedną kwestią jest wywiązanie się z terminu, a drugą — jakość przekazywanego półproduktu.

Wyobraźmy sobie, że członek zespołu otrzymuje od kolegi dokumentację, z której nic nie rozumie albo na podstawie której wyciąga zupełnie odmienne wnioski. Jeżeli opierając się na błędnie zinterpretowanej koncepcji, wykona swoją część projektu i przekazuje pracę dalej, powstanie błąd. Kiedy klient wewnętrzny będzie miał zastrzeżenia (wątpliwości), z całą pewnością będzie chciał wyjaśnić rozbieżności. Ma to zasadniczy wpływ na koszty przedsięwzięcia. Powstaje w ten sposób zagrożenie dla harmonogramu prac oraz budżetu projektu.

Klientem zewnętrznym może być firma zlecająca pracę albo podmiot, który będzie uczestniczył w pracach wykonawczych. Podwykonawca rozpocznie pracę w oparciu o otrzymany projekt. Efekt końcowy będzie zależny od tego, jaką wizję celu przyjmie (jak ją zinterpretuje). To, czy będzie ona zbieżna z wyobrażeniami zespołu projektowego i klienta ostatecznego, zależy tylko od jakości projektu.

Zagrajmy rolę inżyniera realizującego projekt. Otrzymaliśmy dokumentację, w której jest założenie, iż listwy mają biec na wysokości 10,00 względem podłogi. Prosimy pana Henryka, aby założył korytka. Wszystko byłoby dobrze, gdyby w projekcie nie przyjęto jako jednostki cali. Projektanci nie byli uprzejmi podawać jednostki miary przy każdej wartości, bo np. uznali to za naturalną kwestię. My założyliśmy, iż są to wartości w centymetrach. Tak na skutek niskiej jakości dokumentacji powstaje błąd wykonawczy. Oczywiście jest to przykład nieco abstrakcyjny, jednakże doskonale zarysowuje, jak daleko idące konsekwencje wynikają z różnic w interpretacji projektu.

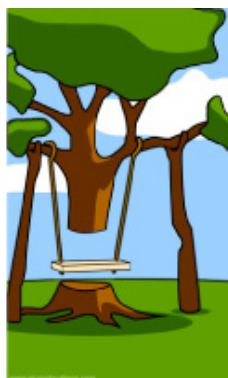
Reasumując, stwierdzam, że realizacja projektu informatycznego przysparza niezliczonej ilości mniejszych lub większych problemów. Borykać się z nimi będą wszyscy uczestnicy przedsięwzięcia niezależnie od tego, czy będzie to lider grupy, inżynier, pracownik sekcji marketingu i działu wsparcia, czy też technik wykonujący ostateczny montaż. Dylematy, błędy i niedociągnięcia mogą się pojawić i na pewno wystąpią. Zazwyczaj w najmniej oczekiwanym momencie. Siła grupy oraz sukces projektu zależą w dużej mierze od gotowości do stawiania czoła niespodziewanym sytuacjom.

W trakcie realizacji przedsięwzięcia jednym z kluczowych problemów dotyczących jakości są błędy i spory wynikające z rozbieżnej interpretacji projektu. Innymi słowy każdy ma ten sam projekt, ale inaczej wyobraża sobie efekt końcowy. Poniższe diagramy (rysunki od 5.1 do 5.4) doskonale obrazują ten problem. Może w nieco humorystyczny sposób, ale za to bardzo celnie.

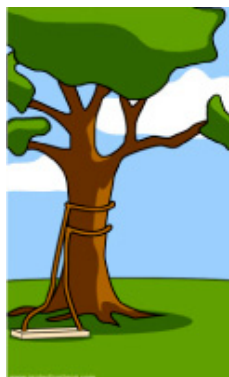
Wersję oryginalną diagramów można znaleźć na stronie <http://www.ProjectCartoon.com> [*How IT Projects Really Work (version 1.5) — Polish*]. Na stronie projektu można utworzyć własną konfigurację komórek, aby uzyskać pożądaný efekt.

Rysunek 5.1.

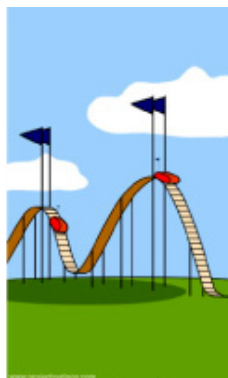
Jak wygląda realizacja projektu — diagram 1.

**Jak opisał to klient****Jak zrozumiał to kierownik projektu****Jak zaprojektował to analityk****Rysunek 5.2.**

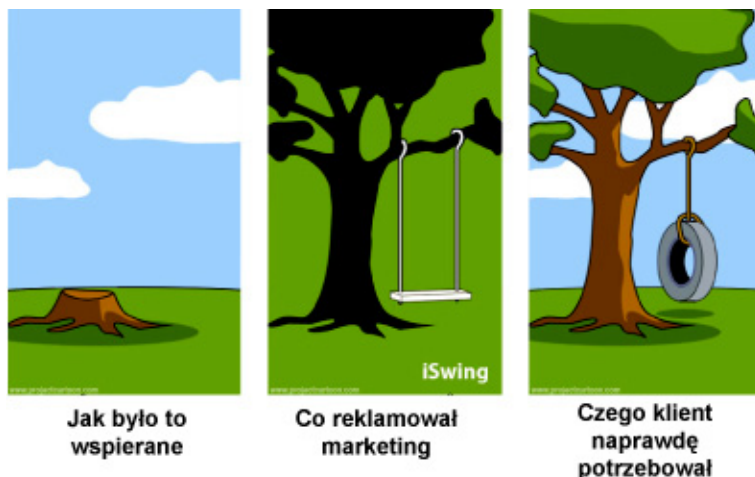
Jak wygląda realizacja projektu — diagram 2.

**Jak napisał to programista****Co otrzymali betatesterzy****Jak opisał to doradca biznesowy****Rysunek 5.3.**

Jak wygląda realizacja projektu — diagram 3.

**Jak udokumentowano projekt****Co zainstalowali wykonawcy****Za co zapłacił klient**

Rysunek 5.4.
Jak wygląda realizacja projektu — diagram 4.



Anegdota

Wcześniej przytoczyłem anegdotę opisującą pracę nad projektem sieci LAN oraz związaną z tym drogę do uzyskania wpisu do indeksu. Zdradziłem także, że projekt w pierwszej wersji posiadał objętość około 350 stron A4, a nie spełniał kryteriów. Jak do tego doszło?

Nikt z nas nie miał żadnego doświadczenia w tworzeniu tak dużej dokumentacji technicznej. Wydawało nam się, że im projekt będzie grubszy, tym będzie lepszy. Sądziliśmy, iż czym więcej kartek, tym więcej wiedzy, a co za tym idzie, projekt będzie bardziej dokładny. Jakże boleśnie się rozczarowaliśmy. Tak nie jest.

Drugą, a zarazem główną przyczyną przerostu formy naszego projektu nad treścią było całkowite pominięcie aspektów jakości. Przekazywaliśmy sobie pracę w stanie tragicznym pod względem merytorycznym i technicznym (estetycznym). Odbывało się to na zasadzie zepchnięcia odpowiedzialności i stwierdzenia: „Ja już nie mam projektu, przekazałem dalej! O co chodzi? To już nie moja sprawa. Swoje zrobiłem. Pytajcie innych”. Tak więc o zachowaniu spójności projektu mogliśmy tylko pomarzyć. Błędy interpretacyjne sypały się lawinowo, ale większość grupy nie wykazywała woli popracowania nad jakością. Siłą rzeczy pod presją terminu łączyliśmy ze sobą kolejne moduły w takim stanie, w jakim były. Efekt końcowy był katastrofalny.

Udało nam się stworzyć 350-stronicowego potwora. Dzisiaj wstyd się przyznać, ale szczyciliśmy się, że dokumentację mamy grubszą niżeli inne grupy. Projekt nie był spójny, był trudny w interpretacji oraz marny pod względem estetycznym. Zawierał braki, ale najgorsze było to, iż pewne problemy były opisywane w dwóch różnych sekcjach (!).

Padło pytanie: „Gdzie jest ujęte, dla jakiej kategorii kabla dedykowane są gniazda klienckie RJ-45?”.

Rodzaj i kategorię kabla podaliśmy, ale o gniazdach już zapomnieliśmy. Nikt tego nie sprawdził przed oddaniem pracy. Brak jednego zdania mieszczącego się na skrawku kartki przechylił szalę na niekorzyść naszego okazałego projektu.

Jakość to klucz do sukcesu!

Kosztorys

Rozmowy o finansach nigdy nie należały do najprzyjemniejszych, jednak bez źródła finansowania nie da się przeprowadzić żadnej inwestycji. Jak wcześniej wspominałem, dla inwestorów liczą się przede wszystkim zyski i straty związane z danym przedsięwzięciem. Niestety, zanim przystąpimy do projektowania i instalacji, musimy z klientem ustalić całościowe koszty. Podpiszemy zresztą stosowną umowę, która będzie opiewać na wynegocjowaną wcześniej kwotę. W tym krótkim rozdziale omówię kilka drobnych aspektów, które pomogą przygotować się do wykonania owego kosztorysu.

Oto pozycje kosztorysu:

- ◆ koszt projektu;
- ◆ koszt sprzętu, osprzętu i urządzeń;
- ◆ koszt ewentualnych zezwoleń, pomiarów i testów;
- ◆ koszt robocizny na poszczególnych etapach — prac budowlanych, inżynierskich, instalacyjnych itp. — skalkulowany odpowiednio do miejsca wykonywania zlecenia (pamiętajmy o kosztach utrzymania pracowników).

Warto pamiętać, że inwestora nie interesują koszty, jakie ponosimy z tytułu utrzymania pracowników, dojazdów i zakwaterowania. Kosztorys powinien zawierać tylko te elementy, które są bezpośrednio związane z inwestycją. De facto faktura VAT musi się zgadzać z liczbą urządzeń i wkładem pracy wniesionym do inwestycji.

Pojawi się zapewne pytanie: „A gdzie zysk?”. W relacjach czysto biznesowych klienta nie interesuje nasz zysk — musimy go wkalkulować w koszty całej inwestycji. Inwestor musi być zadowolony z oferty cenowej i poziomu usług. To wystarcza i nie trzeba być zbyt wylewnym w kwestiach finansowych. Warto podzielić całą inwestycję na kilka etapów finansowania i ustalić z klientem, że np. po zakończeniu jakiejś części pracy — która sama w sobie stanowi wartość — nastąpi płatność za wykonane zadanie. Pozwoli to ocenić wiarygodność kontrahenta, a także zredukować zaangażowanie w projekt własnych środków.

Sam kosztorys przedstawia się w formie tabel adekwatnych do etapu pracy. W tabelach ujmuje się składowe elementy „modułu”. Ich suma oznacza koszt całościowy jednego etapu prac, zaś suma wszystkich modułów daje całkowity koszt inwestycji.

Przy tworzeniu kosztorysu warto posługiwać się cennikiem netto, oczywiście z boku podając wartość brutto. O ile jest to możliwe, starajmy się operować walutą, w jakiej kupujemy składniki systemu. W innym przypadku obowiązkowo należy podać przelicznik waluty według aktualnego kursu Narodowego Banku Polskiego.

Rozdział 6.

Odbiór systemu okablowania

System okablowania strukturalnego jest instalacją stosunkowo kłopotliwą z uwagi na to, że większość przewodów jest poukrywana w korytkach kablowych i szybach teletechnicznych. Wiemy już, że fizyczna infrastruktura informatyczna powinna obejmować wszystkie pomieszczenia i budynki. Z przyczyn praktycznych i ekonomicznych wykonuje się ją np. przy okazji gruntownych modernizacji budynków lub przy rozpoczynaniu inwestycji. System okablowania strukturalnego, oprócz swojej funkcjonalności, ma być także estetyczny i nierzucający się w oczy. Instalatorzy starają się więc ukrywać przewody w kanałach podłogowych, gniazda umieszczać pod tynkiem itd. Końcowym efektem ma być skutecznie i sprawnie działające okablowanie rozłokowane niejako w tle architektonicznego piękna budynku. Stosując szereg zabiegów estetycznych wspieranych przez działania techniczno-budowlane, inwestor oczekuje, że nie będzie miał żadnych kłopotów z okablowaniem w przyszłości. Oczywiście zdajemy sobie sprawę, że o ile sprzęt aktywny może być zmieniany (np. w celu migracji do innej technologii), o tyle system okablowania jest w zasadzie nienaruszalny. Dlatego właśnie tak ważne jest poprawne zaprojektowanie i sprawdzenie całej infrastruktury teleinformatycznej przed oddaniem jej do użytku. Miejmy świadomość, iż przeprowadzając prace nad okablowaniem strukturalnym, uniemożliwiamy pracę innym ekipom wykończeniowym. Niedopuszczalny jest stan rzeczy, w którym po zdaniu protokołu odbiorczego będziemy chcieli wносить jakieś poprawki.

Podczas prac instalacyjnych mogą powstać drobne pomyłki. Może też nie udać się wykryć jakiejś wady fabrycznej użytego elementu okablowania. W celu wyeliminowania wszelkiego rodzaju błędów i niedociągnięć konieczne jest dokonanie protokolarnego odbioru systemu okablowania strukturalnego poprzedzonego pomiarami całej instalacji. Celem takiego zabiegu jest osiągnięcie spójności całej infrastruktury. Korzyścią ekonomiczną będzie możliwość uzyskania 20 – 25-letniego okresu gwarancyjnego na wdrożony system (gwarancje takie przyznają producenci SOS). Dodam jeszcze, że cała instalacja powinna zostać wykonana przez certyfikowanego instalatora przeszkolonego w firmie, z której pochodzą komponenty okablowania.

Każda firma ma własne schematy certyfikacji oraz warunki gwarancji, jest jednak wiele badań i pomiarów, jakie należy wykonać (bez względu na to, pod czyimi „skrzydłami” wykonujemy inwestycję), aby system okablowania spełniał wymogi instalacyjne.

Sprawdzanie systemu pod względem zgodności z normami

Procedura testowania systemu okablowania ma na celu sprawdzenie całej infrastruktury teleinformatycznej pod względem statycznym i dynamicznym. Efektem postępowania powinno być uzyskanie pewności, że system jest w pełni przygotowany do pracy. W przypadku wystąpienia usterek lub niezgodności należy drogą eliminacji usunąć problemy i wykonać pomiary od nowa.

Pomiary wykonuje się w określonej kolejności. Najpierw mierzymy okablowanie pionowe (w tym międzybudynekowe), następnie odcinki poziome i na końcu całość systemu (łącznie z kablami krosowymi i stacyjnymi).

Osobiście preferuję dzielenie całej procedury na dwa etapy.

ETAP 1. polega na zbadaniu mapy połączeń. W tym celu należy podłączyć przyrządy pomiarowe z obu stron kanału transmisyjnego (rysunek 6.1).

Rysunek 6.1.
Miernik dla instalacji miedzianych — składa się z dwóch części (Legrand)



Podczas testu wykrywamy następujące błędy:

- ♦ nieciągłości łącza,
- ♦ zwarcia,
- ♦ pary odwrócone,
- ♦ pary skrzyżowane,
- ♦ pary podzielone.

ETAP 2. — mierzymy następujące parametry:

- ♦ długość torów transmisyjnych,
- ♦ opóźnienie propagacji,
- ♦ tłumienie,
- ♦ stałoprądową oporność pętli,
- ♦ impedancję charakterystyczną,
- ♦ straty odbiciowe,
- ♦ NEXT,
- ♦ PS NEXT,
- ♦ ELFEXT,
- ♦ PS ELFEXT.

Długość toru transmisyjnego nie jest jednoznaczna z długością odcinka kabla. W przewodach UTP pary są skręcane wokół siebie (jest to tzw. skok skrętu), a dodatkowo wszystkie pary są skręcone wokół wspólnej osi kabla. W wyniku takiej konstrukcji przewodów UTP długość toru transmisyjnego jest większa od faktycznej długości odcinka kabla. Jej pomiaru dokonuje się poprzez zmierzenie prędkości propagacji impulsu elektrycznego w medium; musimy znać nominalną wartość propagacji w kablu — NVP. Parametr NVP podaje się w procentach. Określa on stosunek prędkości impulsu do prędkości światła. Firma Molex podaje, że dla kabla UTP PowerCat współczynnik ten wynosi 69% — proszę spojrzeć na rysunki 6.2 i 6.3.

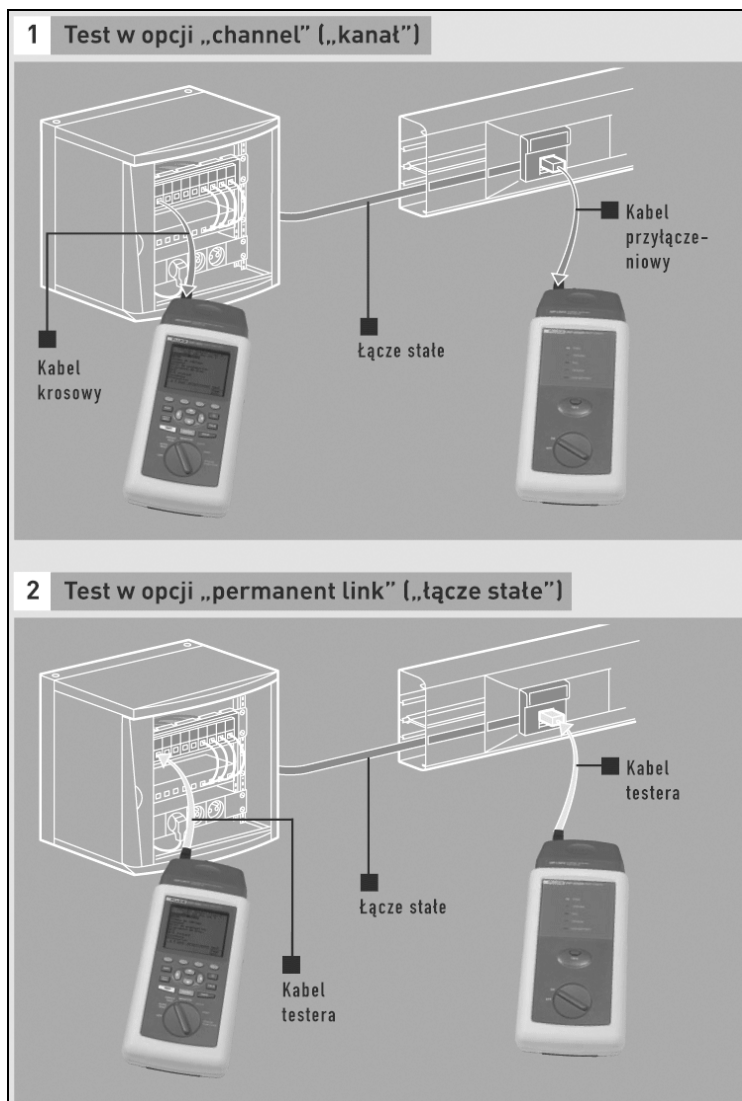
Wartość tłumienia podajemy w decybelach (dB). Określa ona straty sygnału w torze transmisyjnym.

Opóźnienie (ang. *delay*) to czas propagacji, w którym sygnał przebędzie drogę z jednego końca toru do drugiego. Dla sieci LAN jest to parametr istotny z uwagi na ściśle określone wartości szczelin czasowych (ang. *slot time*).

Stałoprądowa odporność pętli wynosi 40 W. Mierzy się ją na jednym końcu toru przy jednoczesnym zwarcie drugiego (powstaje wówczas pętla).

Straty odbiciowe (ang. *return loss*) określają, jaka część sygnału wraca do źródła. Efekt ten jest wynikiem niedopasowania impedancyjnego toru oraz jego niejednorodności. Parametr $RL = 0$ dB oznacza, iż mamy do czynienia z torem zwartym lub rozwartym. Im większa wartość RL, tym lepszy jest tor transmisyjny (w praktyce nie przekracza ona 50 dB).

Rysunek 6.3.
Dwie opcje testów
wykonywanych
przez firmę Legrand



PS NEXT (ang. *Power Sum Near-End Crosstalk*) — sumowanie przesłuchów. Jest to zjawisko pochodne względem NEXT występujące w systemach zawierających więcej niż dwie pary przewodów.

PS ELFEXT (ang. *Power Sum Equal Level Far-End Crosstalk*) — parametr wykorzystywany przy sprawdzaniu wieloparowego kanału dla transmisji typu Full-Duplex.

EL FEXT (ang. *Equal Level Far-End Crosstalk*) — określa przydatność kanału dla technik transmisji w obu kierunkach przy wykorzystaniu tych samych par.

Procedura sprawdzania światłowodu przed instalacją

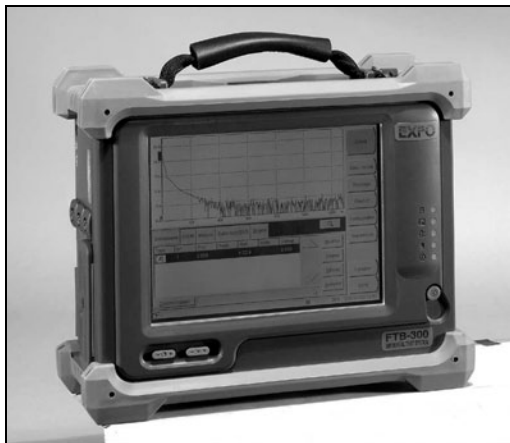
Przed instalacją kabla światłowodowego powinniśmy wykonać prosty test na ciągłość łącza (test przejścia światła), a następnie skrupulatnie sprawdzić oznaczenia na przewodzie w celu dokładnego zapoznania się z jego długością.

Oczywiście musimy także przetestować kable krosowe: czystość końcówek (powinny być nałożone zaślepki), zgodność z normami oraz tłumienność.

Dokonując zakupu kabla, należy zażądać od producenta danych testowych dotyczących tłumienności zakupionego towaru oraz wykazu zaleceń instalacyjnych.

Przy testowaniu ułożonych już odcinków okablowania światłowodowego wystarczy wykonać pomiary strat optycznych (ang. *Fibre Loss Tester*) lub przeprowadzić test bazujący na reflektometrii optycznej (ang. *Optical Time Domain Reflectometry* — OTDR) — urządzenie pomiarowe przedstawiam na rysunku 6.4.

Rysunek 6.4.
Reflektometr
— urządzenie
pomiarowe dla torów
światłowodowych
(Legrand)



Uwaga

Oczywiście pomiarów nie wykonuje się tylko po to, by zebrać je w tabelach. Sposoby ich przeprowadzania opisane są w stosownych biuletynach TSB (TIA/EIA/TSB-95). Zebrane w ten sposób informacje mają posłużyć do weryfikacji zgodności okablowania z normami (także publikowanymi w TSB). Obecnie jest to znacznie ułatwione, gdyż w miernikach są zapisane odpowiednie wartości i obliczenia są wykonywane automatycznie. Efektem działania mierników są wydruki, które powinniśmy dołączyć do dokumentacji. W tej publikacji staram się omawiać sukcesywnie coraz bardziej skomplikowane aspekty dotyczące systemu okablowania strukturalnego. Do tej pory napisałem, jakie były początki SOS, co się składa na jego budowę i jakimi mediami możemy operować. W tym rozdziale zajmę się tematyką pomiaru okablowania, aby umożliwić czytelnikowi swobodną orientację w normach ustalonych przez instytucje standaryzujące. Powoli zbliżam się do końca teorii systemu okablowania strukturalnego — pamiętajmy, że my jako instalatorzy (projektanci) nie tworzymy norm, lecz jedynie działamy na podstawie ich wytycznych.

Rozwiązania gwarancyjne

W zasadzie producenci okablowania strukturalnego mogą udzielić trzech rodzajów gwarancji (oczywiście warunkiem koniecznym jest wykonanie instalacji przez certyfikowanego instalatora). Oto one:

- ♦ Gwarancja aplikacyjna — posiadanie takiego dokumentu gwarantuje użytkownikowi końcowemu poprawne funkcjonowanie protokołu transmisyjnego, do obsługi którego system jest przeznaczony. Nawet w przypadku zmiany sprzętu aktywnego na inny (obsługujący standard wymieniony w certyfikacie) gwarancja pozostaje ważna.
- ♦ Gwarancja systemowa — jest to najczęściej przydzielany certyfikat. Posiadanie go gwarantuje, że cały system okablowania został wdrożony poprawnie, zgodnie z obowiązującymi normami. Zapewnia to wydajność zgodną z klasą, do której system został zaklasyfikowany.
- ♦ Gwarancja elementowa — obejmuje jedynie gwarancję na elementy zastosowane w systemie (gniazda, kable, wtyki).

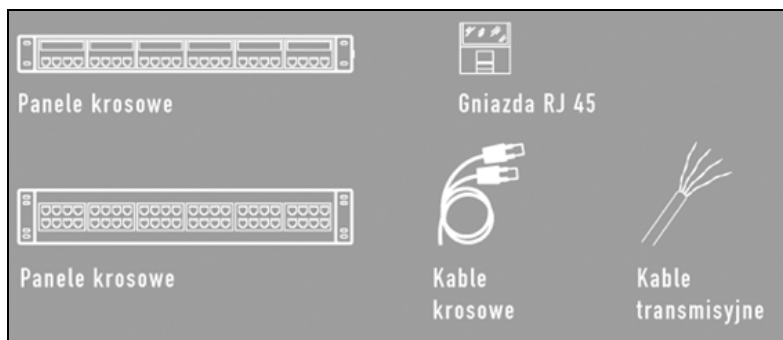
Firma Molex Premise Networks® udziela zasadniczo dwóch rodzajów gwarancji: elementowej i na system. Pierwszy typ gwarancji jest udzielany każdemu partnerowi firmy Molex, jednakże jest on uzależniony od poziomu współpracy. Gwarancja na system certyfikowany jest udzielana jedynie przez certyfikowanego instalatora Molex Premise Networks®, który przeszedł stosowne szkolenia. Firma Molex udziela gwarancji systemowej na okres 20 – 25 lat. Szczególny nacisk kładziony jest na kompletną i poprawną dokumentację projektową (rozdział 5. „Dokumentacja projektowa”).

Firma Legrand oferuje gwarancje na komponenty (rysunek 6.5) oraz na system (rysunek 6.6). Taką gwarancję możemy uzyskać na okres 20 lat.

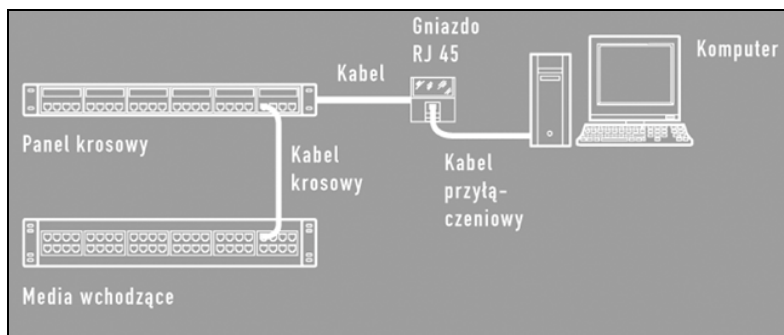
Podsumujmy: instalacja musi posiadać gwarancję co najmniej systemową, gdyż żaden szanujący się inwestor nie pokryje kosztów wdrożenia systemu okablowania strukturalnego bez pewności, że jest on zgodny z ogólnie przyjętymi standardami.

Rysunek 6.5.

*Piktogramy
komponentów objętych
gwarancją przez
Legrand*



Rysunek 6.6.
*System objęty
gwarancją
przez Legrand*



Rozdział 7.

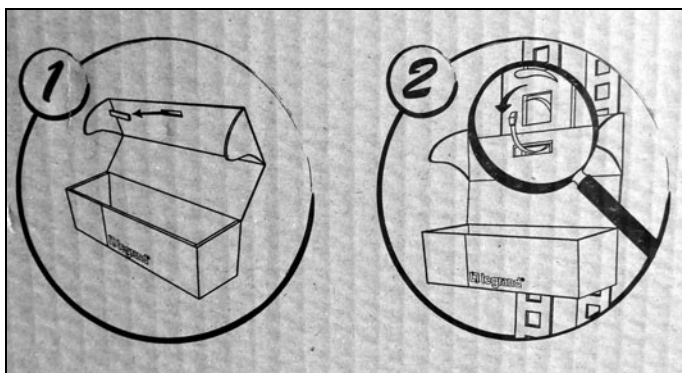
Porady techniczno-instalacyjne

Dotychczas przedstawiłem aspekty teoretyczne dotyczące bezpośrednio samego systemu okablowania strukturalnego, a także elementy wspierające środowisko pracy infrastruktury teleinformatycznej. Aby w pełni wykorzystać wiedzę teoretyczną i skutecznie przełożyć ją na działania praktyczne, trzeba dodatkowo przyswoić sobie kilka zasad i zaleceń instalacyjnych. Ten rozdział stanowi wprowadzenie do bezpośredniej pracy praktycznej przy wykorzystaniu zasobu wiedzy zawartego we wcześniejszych rozdziałach.

Wysoka kultura pracy, dbałość o środowisko naturalne, a także estetyka procesu montażu nie powinny być obce żadnemu instalatorowi okablowania. Dobra organizacja pracy nie tylko przyspieszy fazę wdrożenia systemu, ale wzmocni pozycję firmy jako sumiennego i godnego zaufania partnera. Jeden z producentów patchpaneli na wewnętrznej stronie pudełka zamieścił piktogramy (rysunki 7.1 i 7.2), które ilustrują, w jaki sposób można i należy wykorzystać opakowanie. Owo pudełko można zawiesić w szafie montażowej za pomocą pasków lub klipsów, by mogło posłużyć nam do zebrania wszystkich odpadów powstających w trakcie prac technicznych (izolacje, folie zabezpieczające, fragmenty kabli itp.).

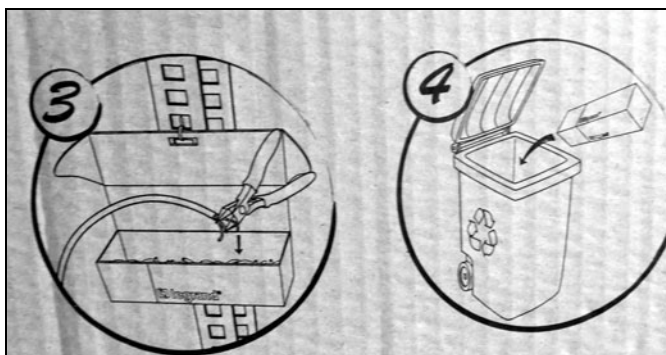
Rysunek 7.1.

*Piktogramy ilustrujące
możliwość ponownego
wykorzystania pudełka*



Rysunek 7.2.

*Piktogramy ilustrujące
możliwość ponownego
wykorzystania pudełka*



Ogólne zalecenia instalacyjne oraz ochrona kabli przed czynnikami zewnętrznymi

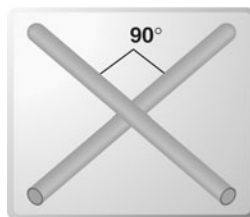
Ogólne zalecenia instalacyjne

Aby system okablowania strukturalnego spełniał wszystkie wymogi, należy pamiętać o kilku podstawowych zaleceniach instalacyjnych, które stanowią punkt wyjścia do dalszych działań. Oto one:

- ◆ Należy używać sprawdzonego sprzętu, do którego producent oferuje pełną obsługę techniczną (dokumentację, pomiary, doradztwo instalacyjne, gwarancję).
- ◆ System okablowania musi być spójny i zgodny z normami.
- ◆ Jeżeli będziemy zmuszeni do przecięcia trasy linii teleinformatycznej z przewodami elektrycznymi, wolno to zrobić tylko pod kątem 90° (rysunek 7.3).

Rysunek 7.3.

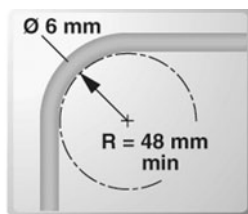
*Kąt przecięcia
przewodów
niskonapięciowych
z elektrycznymi
(Legrand)*



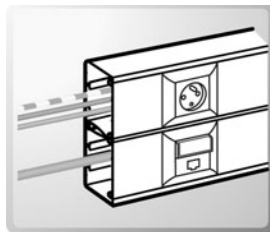
- ◆ Nie wolno przekroczyć minimalnej wartości promienia zgięcia kabla (rysunek 7.4).
- ◆ Sieć elektryczna i informatyczna muszą być prowadzone w oddzielnych kanałach dystrybucji. Jeżeli nie są one odpowiednio izolowane, odległość między nimi powinna wynosić minimum 30 cm. W przypadku stosowania podwójnych kanałów sieć elektryczna powinna być prowadzona w górnym przedziale (rysunki 7.5 i 7.6).

Rysunek 7.4.

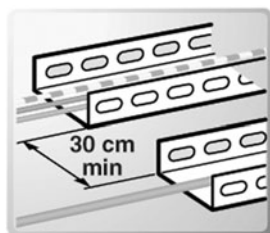
Określanie
minimalnego
promienia zgięcia
w stosunku do średnicy
(Legrand)

**Rysunek 7.5.**

Przewody elektryczne
powinny być ułożone
w górnym korycie
(Legrand)

**Rysunek 7.6.**

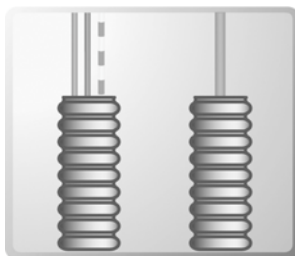
Prawidłowa
odległość między
instalacjami nisko-
i wysokonapięciowymi
(Legrand)



- ♦ Gdy prowadzimy kable teleinformatyczne i elektryczne w rurkach, muszą być ułożone w osobnych rurkach podtynkowych lub natynkowych (rysunek 7.7).

Rysunek 7.7.

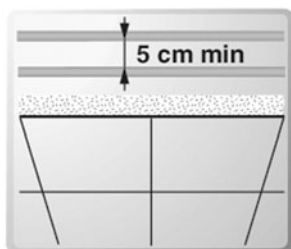
Kable
teleinformatyczne
i elektryczne
układamy
w oddzielnych
rurkach (Legrand)



- ♦ Jeżeli kable elektryczne i informatyczne są podwieszane, musi być między nimi zachowana minimalna odległość 5 cm (rysunek 7.8).

Rysunek 7.8.

Minimalna odległość
między kablami
elektrycznymi
a niskonapięciowymi
(Legrand)



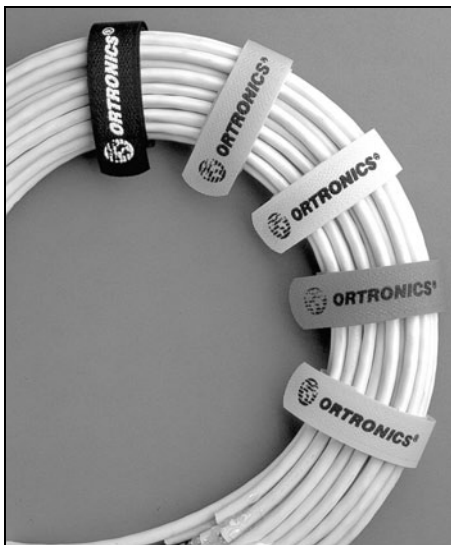
- ◆ Należy unikać styku kabla z ostrymi krawędziami.
- ◆ Podczas mocowania kabla trzeba zagwarantować możliwość jego poruszania się.
- ◆ Do rozwijania szpuli z kablem należy zastosować podstawę do szpul.
- ◆ Nie wolno przekraczać dopuszczalnej wartości naciągu kabla. Wymaga to stosowania dynamometru, co wywołuje opór firm instalatorskich, gdyż znacznie wydłuża czas instalacji. Prawdopodobnie nie uda się wyegzekwować takich pomiarów w trakcie układania przewodów. Przekroczenie dopuszczalnego naciągu kabla może spowodować zmianę położenia względem siebie jego żył, efektem czego będzie zwiększenie się przesłuchów międzysparowych. Tak więc instalatorzy powinni mieć świadomość tego, czym grozi nadmierny naciąg przewodu. W przypadku podejrzenia, iż ta wartość może zostać przekroczona, należy wykonać pomiar dynamometrem. Maksymalny dopuszczalny naciąg kabla określają normy międzynarodowe (np. TIA/EIA-568-B.1). Do „przeciążenia” przewodów najczęściej może dojść w przepustach w ścianach i stropach. Możemy się przed tym zabezpieczyć, stosując nadmiarowe (większe) przepusty, które zagwarantują odpowiedni luz i elastyczność potrzebne podczas przyszłej rozbudowy infrastruktury.
- ◆ Kable miedziane UTP mogą być naciągane maksymalnie z siłą 110 N. Do przekroczenia tej wartości najczęściej dochodzi w przepustach instalowanych w ścianach i stropach. W celu ograniczenia ryzyka przekroczenia maksymalnego naciągu powinno się stosować nieco większe, a co za tym idzie luźniejsze „śluzę”. Instalując kabel, warto monitorować wizualnie jego jakość. Zdarza się, iż szpula podaje już splątany odcinek przewodu. Taki defekt eliminuje ten fragment kabla. Pamiętajmy także, że niedopuszczalne są jakiegokolwiek uszkodzenia izolacji przewodów układanych w trakcie instalacji, a także już na etapie eksploatacji infrastruktury. Odcinki poziome dobrze jest układać etapami i spinać trakty ze sobą za pomocą opasek na rzepy. Unikniemy w ten sposób nadmiernego naciągu przewodów.
- ◆ Zgniatanie kabla jest częstym zjawiskiem w trakcie nieostrożnego zaciskania wiązek opaskami plastikowymi. Warto zastanowić się nad użyciem opasek rzepowych, które miękko spinają wiązkę (rysunki 7.9 i 7.10). Dodatkową korzyścią płynącą z takowego rozwiązania jest łatwe dokładanie przewodów do wiązki poprzez jej szybkie rozpięcie, które jednocześnie nie niszczy zacisku.

Rysunek 7.9.

*Zestaw opasek
rzepowych Ortronics*



Rysunek 7.10.
Zastosowanie opasek Ortronics



- ♦ Szczególnie istotne jest dbanie o jak najmniejszy rozplot par kabla. Normy ISO oraz TIA określają tę wartość na maksymalnie 13 mm, jednak dla kategorii 6. przewodów miedzianych producenci zalecają rozplot par nie większy niż 7 mm. Należy także pamiętać, aby podczas montażu kabla nie pozbawiać go powłoki (osłonki) na zbyt dużej długości. Pozwoli to na utrzymanie fabrycznego splotu żył, bo zapobiega niekontrolowanemu rozkręcaniu się par.
- ♦ Podczas rozwijania przewodu ze szpuli może się zdarzyć, iż nastąpi splątanie — powstanie „oczko” lub kabel się skręci. Taki stan rzeczy raczej nie jest wynikiem złego konfekcjonowania kabla, lecz procesu rozwijania, kiedy szpula nie jest wyposażona w hamulec. Taki odcinek przewodu należy uznać za zniszczony.

Ochrona kabli przed czynnikami zewnętrznymi

Aby przewody teletransmisyjne mogły spełniać swe zadania, należy zagwarantować im odpowiednie środowisko pracy. Bez względu na to, czy instalujemy kabel światłowodowy, czy też miedziany, należy zwrócić uwagę na czynniki mogące zakłócić działanie systemu okablowania.

Ogólnie zagrożenia można podzielić na dwie podstawowe grupy: środowiskowe i mechaniczne.

Oto zagrożenia zaliczane do grupy środowiskowych:

- ♦ Gryzonie — są szczególnie niebezpieczne dla instalacji przebiegających w piwnicach i w kanalizacji pierwotnej. Szczury z wielkim zapalem przegryzają nawet kable światłowodowe. Warto zadbać o przewody odporne na działanie gryzoni (zbrojone, zabezpieczone preparatami przeciw gryzoniom).

- ◆ Temperatura — powszechnie znane jest zjawisko mocno zwisających drutów trakcji kolejowej w okresie letnim. Jest to wynikiem wydłużenia się kabli pod wpływem ciepła. Warto pamiętać, iż temperatura jest energią, która działa bezpośrednio na przewód.
- ◆ Chemia — o zgubnym działaniu kwasów nie trzeba nikogo przekonywać. Jeżeli nie zabezpieczymy okablowania przed ewentualnym działaniem substancji żrących, grozi to awarią systemu.
- ◆ Wilgotność — producenci okablowania podają dla swojego produktu szczegółową specyfikację, określając m.in. poziom wilgotności powietrza, przy którym element systemu zachowa swoje parametry transmisyjne.
- ◆ A oto zagrożenia zaliczane do grupy drugiej:
- ◆ Zgięcia — w przypadku nadmiernego (częstego) zginania w tym samym miejscu może wystąpić zjawisko zmęczenia materiału i przewód pęknie. Będzie to równoznaczne z utratą połączenia na tym odcinku linii teletransmisyjnej.
- ◆ Naprężenia — dotyczy to szczególnie zbytniego rozciągania kabla. Przewód musi być ułożony swobodnie, tak aby jego konstrukcja nie była naruszona.
- ◆ Uderzenia — dotyczy to szczególnie kabli stacyjnych, które często leżą niezabezpieczone na podłodze między gniazdem a jednostką. Z wielkim prawdopodobieństwem można założyć, iż zgrabne nogi pani Eli (oczywiście przez przypadek) za pomocą długich szpilek zgniotą kabel (splot), przez co znacznie pogorszą się jego parametry transmisyjne.
- ◆ Skręcanie — kable UTP same w sobie są już wystarczająco skręcone. Unikajmy oplatania nimi krzesełek, nóg biurka itp.



Uwaga

W rozdziale poświęconym pytaniom i odpowiedziom dotyczącym systemu okablowania strukturalnego podaję więcej informacji na temat praktycznych aspektów wdrażania owej infrastruktury.

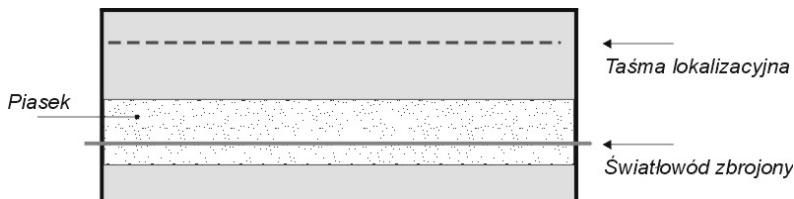
Zasady układania kabli w gruncie

Sieci LAN z reguły obejmują swoim zasięgiem jedynie obszar jednego przedsiębiorstwa lub ośrodka akademickiego. Mimo niewielkiego promienia takiej infrastruktury może zająć konieczność połączenia kilku budynków w jeden kompletny system. Innymi słowy musimy nie raz wykonać między nimi łącze teleinformatyczne. Możemy to zrobić na trzy sposoby:

- ◆ za pomocą kabla fizycznego — przewodów miedzianych i światłowodowych;
- ◆ niefizycznie — korzystając z sieci WLAN;
- ◆ przy użyciu linii dzierżawionych.
- ◆ Zasadniczo rozróżniamy dwie metody prowadzenia kabli: napowietrzną i w ziemi.

- ♦ Przewody w ziemi można układać na dwa sposoby:
- ♦ bezpośrednio w gruncie (rysunek 7.11);
- ♦ w systemie kanalizacji pierwotnej i wtórnej (metoda preferowana).

Rysunek 7.11.
Metoda układania
przewodu
bezpośrednio
w gruncie

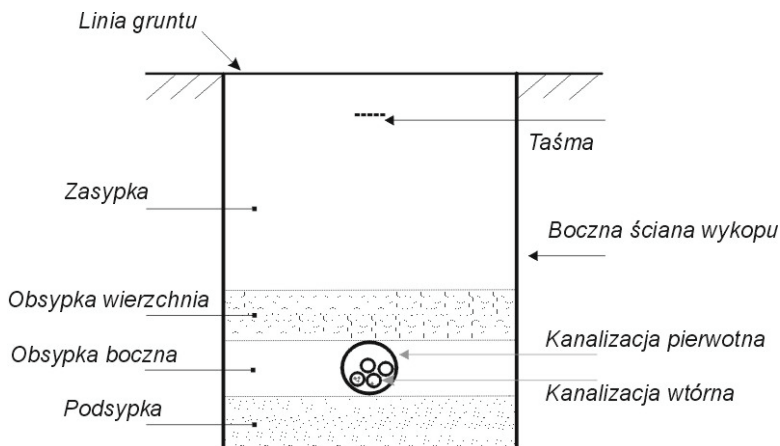


Do układania przewodu bezpośrednio w gruncie powinniśmy wykorzystać kabel zbrojony. Należy go ułożyć na głębokości nie mniejszej niż 60 cm (poniżej linii zamarzania gruntu). W wykopanym kanale trzeba wykonać podsypkę z piasku o grubości około 10 cm, następnie ułożyć przewód i zasypać go 30-centymetrową warstwą piasku. W końcowej fazie zasypywania kanału ziemnego warto ułożyć taśmę lokalizacyjno-ostrzegawczą. Jeżeli trasa kabla będzie przebiegała np. pod uczęszczaną drogą, głębokość wykopu należy zwiększyć. Zbyt płytkie zakopanie przewodu światłowodowego może skutkować jego uszkodzeniem w wyniku drgań powstałych w gruncie. Stosując powyższą technikę, należy użyć kabla zbrojonego, a jego metalowe wzmocnienia uziemić.

Korzystniejszą metodą jest układanie kabla w kanalizacji wtórnej (rysunek 7.12). Cały kanał kablowy składa się wówczas z dwóch elementów:

- ♦ kanalizacji pierwotnej, która stanowi osłonę dla wszystkich rur kanalizacji wtórnej;
- ♦ kanalizacji wtórnej, która z kolei bezpośrednio osłania ułożone przewody.

Rysunek 7.12.
Metoda
układania przewodu
w kanalizacji wtórnej



Rury kanalizacji powinny być zakopane na minimalnej głębokości 60 cm, jednak zalecane jest, aby były ułożone poniżej 100 cm od linii gruntu. Kanalizacja wtórna konieczne musi być zabezpieczona (uszczelniona) opaskami termokurczliwymi. Pamiętając o redundancji, należy stosować się do następującej zasady: średnica wewnętrzna kanalizacji

wtórnej powinna być co najmniej dwa razy większa od średnicy zewnętrznej kabla ułożonego w tej kanalizacji. W kanalizacji wtórnej stosuje się przewody dielektryczne (napowietrzne).

W przypadku długich odcinków lub przecinania trasy przewodu przez drogę należy zastosować studzienki techniczne. Rozwiązanie takie ułatwi przeciągnięcie kabla. W studzienkach będzie można także pozostawić stosowne zapasy przewodu.

Niezależnie od tego, czy układamy kabel bezpośrednio w gruncie, czy też przy wykorzystaniu kanalizacji wtórnej, musimy zadbać o jego prawidłowe doprowadzenie do budynku. Nie należy instalować przewodu dalej niż 15 m w głąb pomieszczeń. Przewody wprowadzamy do budynku w gładkiej od środka rurze po jej starannym uszczelnieniu na styku ze ścianą. Trzeba także pamiętać o maksymalnym promieniu zgięcia przewodu, aby go nie uszkodzić.

Sposoby przeciągania kabla przez kanalizację

Zasadniczo możemy wyróżnić trzy metody przeciągania kabla:

- ◆ mechaniczną,
- ◆ pneumatyczną,
- ◆ wodną.

Stosując przeciąganie mechaniczne, należy pamiętać, iż jest ono ograniczone do 500 m. Jest to maksymalna odległość między poszczególnymi etapami (studzienkami). Średnica kabla przeciąganego nie może być większa niż 80% średnicy kanalizacji wtórnej. Zaleca się, aby ta proporcja wynosiła minimum 2:1.

Sam proces przeciągania może odbywać się na dwa sposoby:

- ◆ Poprzez centralne wyciąganie przewodu w obu kierunkach (ang. *center pulling*).
- ◆ Poprzez stopniowe przeciąganie kabla (ang. *backfeeding*) po kolei do każdej studzienki. Metoda ta pozwala na zredukowanie napięcia kabla podczas instalacji.

Dla metody pneumatycznej średnica kabla nie może przekroczyć 50% średnicy rury. Odległość między odcinkami „zaciągowymi” może wynosić do 1000 m.

Wykorzystując technikę przeciągania wodnego, możemy wydłużyć odcinek między studzienkami do 2000 m.

Niezależnie od tego, z jakiej metody będziemy korzystać, musimy zwrócić uwagę na następujące aspekty:

- ◆ Monitorowanie maksymalnego naciągu kabla (maksymalny naciąg instalacyjny — MNI). Wartość ta nigdy nie powinna zostać przekroczona. Wartości MNI uzyskamy bezpośrednio u producentów okablowania. Typowe wartości MNI: luźna tuba — około 1500 N, ścisła tuba — około 500 N.
- ◆ Liczbę zmian kierunku biegu kabla (pod kątem $\alpha = 90^\circ$); producenci sugerują, by ograniczyć się do dwóch takich zgięć.

Systemy listew i rur do instalacji teleinformatycznych

Do tej pory omówiłem aspekty logiczne systemu okablowania strukturalnego, a także składniki fizyczne, za których pomocą budujemy całą infrastrukturę. Systemy listew i rur przeznaczonych do instalacji teleinformatycznych stanowią niejako uzupełnienie systemu okablowania. Głównym celem stosowania takich rozwiązań jest umożliwienie łatwego oraz bezpiecznego rozprowadzenia instalacji teleinformatycznych i elektrycznych.

Systemy rur i korytek powinno się stosować, gdy:

- ♦ Niezbędna jest fizyczna ochrona kabli:
 - ♦ przed pyłem i ciałami stałymi,
 - ♦ przed uderzeniami i zgniataniem,
 - ♦ przed przenikaniem wody.
- ♦ Zachodzi konieczność izolacji elektrycznej systemu.
- ♦ Chcemy zachować walory estetyczne pomieszczeń i budynków przez wykorzystanie:
 - ♦ listew napodłogowych,
 - ♦ przepustów i puszek podłogowych,
 - ♦ kolumn i minikolumn (np. rozwiązań MUTO),
 - ♦ kanałów instalowanych pod sufitem albo przy podłodze.
- ♦ Należy zastosować się do obowiązujących norm i przepisów.

Wyżej wymieniałem typowe zastosowania dla systemów korytek kablowych. Na rynku jest dostępnych wiele różnorodnych rozwiązań: systemy z PVC, rurki metalowe, korytka giętkie, taśmy podłogowe itp. Preferencje instalatorów są przeróżne, jednak niezależnie od tego, jakiego producenta elementy wybierzemy, musimy trzymać się ściśle określonych reguł doboru.

Dobierając rury elektroinstalacyjne z PVC, należy kierować się ich wskaźnikami odporności na działanie czynników atmosferycznych oraz chemicznych, a także wytrzymałością na nacisk. Zadaniem rur jest zapewnienie fizycznej ochrony kabli. Wybór rozwiązania jest zależny bezpośrednio od specyfiki środowiska pracy systemu okablowania i potrzeb z tego wynikających.

Rozróżnia się dwa podstawowe rodzaje rur: giętkie (karbowane) oraz sztywne.

Sztywne rury elektroinstalacyjne zazwyczaj wykorzystuje się w instalacjach natynkowych (zewnętrznych i wewnętrznych).

Bez względu na to, na jaki rodzaj się zdecydujemy, powinniśmy sprawdzić kilka podstawowych parametrów takowego systemu.

- ◆ Odporność na nacisk — ważne jest, aby wiedzieć, jak ten parametr uzależniony jest od zmian temperatury (szczególnie od temperatury niskiej).
- ◆ Zakres temperatury pracy, np. od -25°C do $+60^{\circ}\text{C}$.
- ◆ Rodzaj zastosowanego materiału: ognioodporny, samogasnący.
- ◆ Stopień szczelności — ciągi rur zazwyczaj przechodzą przez różne pomieszczenia, gdzie mogą być narażone na działanie pyłków, opiłków oraz wilgoci.
- ◆ Odporność na promieniowanie UV (opcjonalnie dla instalacji zewnętrznych).
- ◆ Niezmienianie barwy pod wpływem światła — kiedy system ma komponować się z elewacją i musi być maksymalnie dyskretny, ten parametr odgrywa znaczącą rolę dla estetyki instalacji.
- ◆ Odporność na korozję — rury chronią przewody, ale same także powinny być trwałe i bezproblemowe w użytkowaniu.
- ◆ Łatwość montażu (przyjazna technika składania).
- ◆ Bogaty wybór akcesoriów takich jak: zatyczki, przepusty z membraną, klipsy montażowe, złączki, kolanka o odpowiednim promieniu zgięcia, rozgałęźniki, studzienki teletechniczne itd. Jeżeli system będzie miał wąskie spektrum elementów, przełoży się to bezpośrednio na ograniczenia instalacyjne takich rur. W konsekwencji może się zdarzyć, iż nie obsłużymy jakiegoś skomplikowanego przypadku montażowego. Improwizacja nie jest wskazana, gdyż nigdy nie mamy pewności, jak trwałe i skuteczne będzie takie rozwiązanie.
- ◆ Łatwość przeciągania kabli — wydłużenie odcinków zaciągowych umożliwia znaczną oszczędność czasu, a co za tym idzie, redukcję kosztów instalacji.
- ◆ Przyjazne oznakowanie produktu — w trakcie realizacji inwestycji jest to bardzo przydatna cecha. Warto szybko orientować się, co jest czym w magazynie albo bezpośrednio podczas montażu.

Systemy osłonowe mogą pracować zarówno w środowisku przyjaznym (neutralnym), jak i w bardziej agresywnym, a nawet przemysłowym. Dlatego też należy zebrać maksymalnie dużo informacji o otoczeniu, w jakim będą instalowane rury. Na tej podstawie dokonamy wyboru producenta (elementów). Zalecam, o ile jest to możliwe, audyt wstępny miejsca inwestycji.

Przede wszystkim należy ostrożnie używać kanałów giętkich, gdyż ich przemieszczanie się może powodować ścieranie powłoki (zewnętrznej izolacji kabla). Ponadto niskiej jakości rurki mogą charakteryzować się szybkim zmęczeniem materiału, a w efekcie mogą powstawać pęknięcia struktury, co z kolei grozi odsłonięciem kabla (który może być palny). Oczywiście nie należy się wystrzegać takich rozwiązań, lecz warto zastosować zasadę ograniczonego zaufania i czasami sprawdzić stan kanału.

Drugim niezmiernie ważnym aspektem jest dobór (określenie) minimalnego promienia zgięcia kanału. Jest on ściśle powiązany z promieniem zgięcia przewodu (rysunek 7.13) znajdującego się w środku. Ogólna zasada głosi, iż powinniśmy się wystrzegać zbyt dużej liczby zgięć (zalecane są maksymalnie dwa) oraz nie przekraczać minimalnego kąta zgięcia $\alpha = 90^\circ$. Generalnie warto przyswoić sobie ogólne wartości promieni zgięcia dla poszczególnych rodzajów kabli, jednak z uwagi na nieustanny rozwój technologii stosowniej będzie posługiwać się danymi publikowanymi przez producentów okablowania (tabela 7.1). Należy ściśle stosować się do zaleceń instalacyjnych, gdyż duże załamania kabla mogą spowodować jego uszkodzenie lub znaczny wzrost tłumienia (obniżenie parametrów transmisyjnych).

Rysunek 7.13.

Określanie
minimalnego
promienia zgięcia
kabla

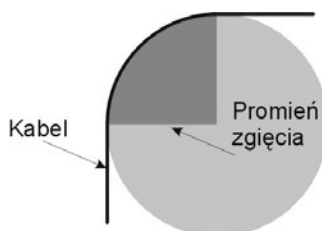


Tabela 7.1. Typowe promienie zgięcia kabli

Rodzaj medium	Minimalny promień zgięcia
Kabel światłowodowy (ściśła tuba)	$5 \times \text{średnica}^*$
Kabel światłowodowy (luźna tuba)	$10 \times \text{średnica}^*$
Kabel UTP — kanał o średnicy wewnętrznej $< 2''$ (5,1 cm)	$4 \times \text{średnica}^*$
Kabel STP — kanał o średnicy wewnętrznej $< 2''$	$6 \times \text{średnica}^*$
Kabel UTP i STP — kanał o średnicy wewnętrznej $> 2''$	$1 \times \text{średnica}^*$

* Minimalny promień zgięcia jest iloczynem współczynnika i średnicy kabla.

Wielkość kanałów kablowych dobiera się w zależności od liczby i rodzaju układanych kabli (elektryczne lub teleinformatyczne). Analogicznie dopasowuje się rodzaj osprzętu montowanego w kanale: gniazda podtynkowe lub moduły, aparaturę zabezpieczającą itp. Posiadając powyższe dane, należy przystąpić do wykonania kilku podstawowych obliczeń.

Najpierw kalkulujemy powierzchnię potrzebną do ułożenia przewodu, mnożąc przekrój danego kabla (mm^2) przez liczbę przewodów.

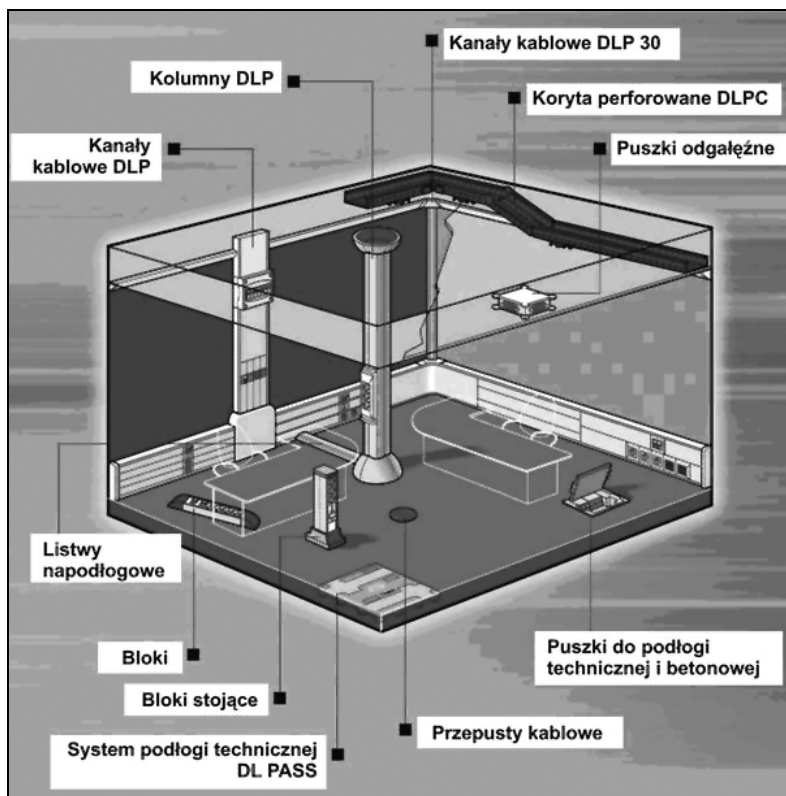
Następnie szacujemy zapas powierzchni (redundancja) z myślą o przyszłej rozbudowie instalacji (dołożeniu gniazd i osprzętu). W zależności od rodzaju infrastruktury współczynniki wahają się od 1,2 do 2,0 (czyli od 120 do 200% rzeczywistego zapotrzebowania).

Powyższe obliczenia pozwolą wybrać przekrój kanału z katalogów dostarczanych przez producentów. Warto także mieć na uwadze miejsca, w których kanały się rozgałęziają, łączą z innymi trasami oraz gdzie osadzone są moduły. Zbyt pochopne przystąpienie do montażu może być przyczyną niemiłej niespodzianki podczas układania przewodów w tych punktach.

Systemy dystrybucji okablowania

Podstawowym zadaniem takich systemów jest rozproszanie instalacji teleinformatycznych i elektrycznych od punktów dystrybucyjnych bezpośrednio do punktów abonenckich (domyślnie stanowisk pracy). Na rynku dostępnych jest wiele rodzajów systemów wspomagających dystrybucję okablowania. Postanowiłem przedstawić kilka rozwiązań opartych na produktach firmy Legrand. Dokonałem tego wyboru, mając na uwadze bogate doświadczenie i różnorodny asortyment tego producenta — w ten sposób zaprezentuję pełen przekrój produktów dostępnych na rynku (rysunek 7.14).

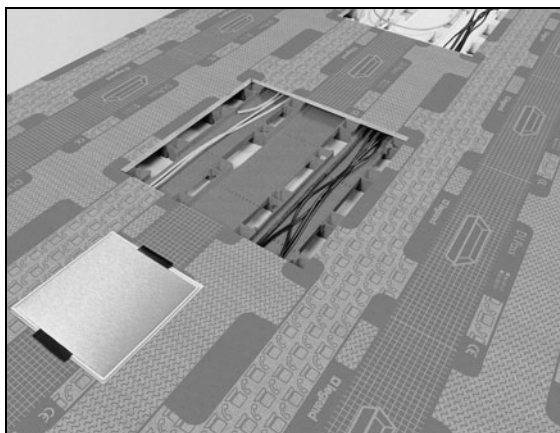
Rysunek 7.14.
*Przekrój rozwiązań
dystrybucyjnych
oferowanych
przez firmę Legrand*



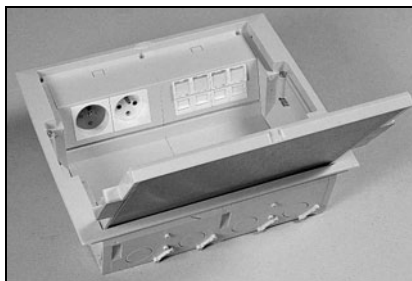
Podłogi techniczne instaluje się szczególnie w serwerowniach, gdyż ich konstrukcja umożliwia ułożenie znacznej liczby przewodów pod powierzchnią (rysunek 7.15). Z założenia w punktach dystrybucyjnych zbiega się solidna wiązka kabli z obsługiwanego rejonu. W celu zachowania estetyki i bezpieczeństwa najczęściej układa się je w podłodze technicznej. Jest to podłoga podniesiona o kilka, kilkanaście centymetrów w górę na specjalnej konstrukcji. Uzupełnieniem takiego rozwiązania są puszk (rysunki 7.16 i 7.17), które po zamknięciu układają się równo z linią podłogi, a zawierają w sobie wszystkie niezbędne gniazda (logiczne i elektryczne).

Rysunek 7.15.

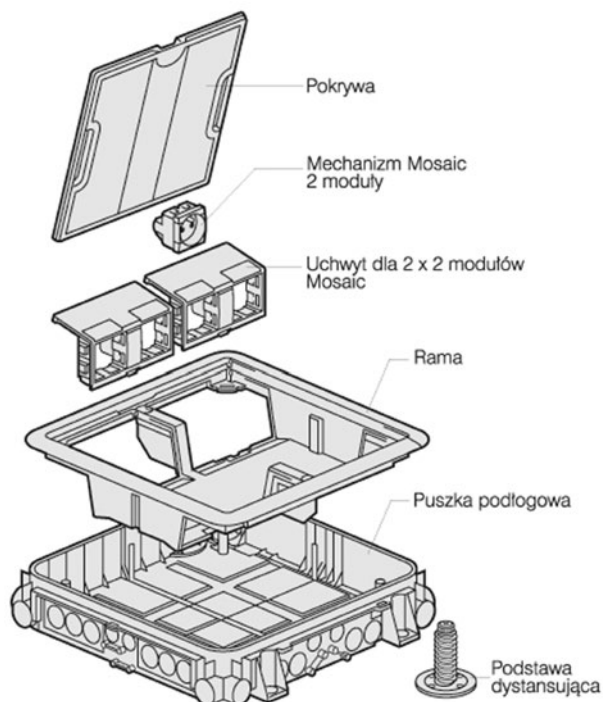
*Fragment
podłogi technicznej
(Legrand)*

**Rysunek 7.16.**

*Puszka podłogowa
z otwartą pokrywą
(Legrand)*

**Rysunek 7.17.**

*Konstrukcja (elementy
składowe) puszki
podłogowej Batik
(Legrand)*



Przepusty kablowe umożliwiają bezpieczne wyprowadzenie przewodów z podłogi lub innych przeszkód (rysunek 7.18).

Rysunek 7.18.

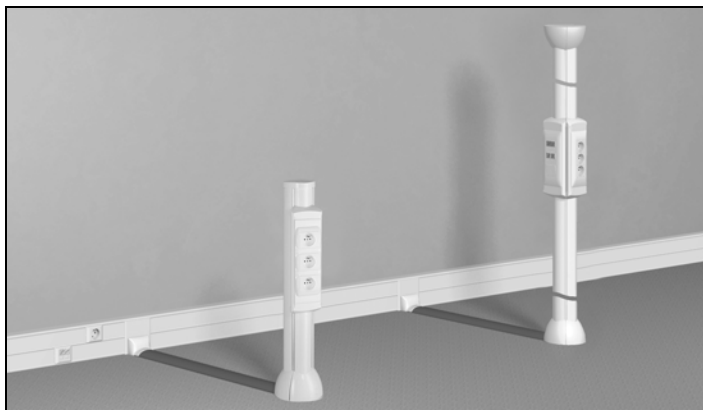
*Wyjście podłogowe
do podłóg
technicznych
(Legrand)*



Bloki leżące, stojące oraz kolumny DLP (rysunki 7.14 i 7.19) mają zapewnić mobilność stanowisk pracy. Rozwiązania te można także traktować jako elementy gwarantujące wielodostępność systemów w architekturze biura otwartego (ang. *open office*). Oczywiście cały czas pozostaje problem podłączenia takiego elementu do całego systemu. Odbywa się to na dwa sposoby. Możemy zasilić dany blok poprzez podłączenie go do listew naściennych, automatycznie zabezpieczając przewody listwami napodłogowymi, albo podłączyć kolumny od spodu, kiedy mamy podłogi podniesione.

Rysunek 7.19.

*Kolumny DLP
(Legrand)*



Kanały kablowe są najbardziej widocznym elementem systemu dystrybucji. W zależności od producenta mamy do dyspozycji mniejszą lub większą gamę listew oraz korytek różniących się zarówno pod względem funkcjonalnym, jak i estetycznym. Poniżej przedstawiam kilka przykładowych konfiguracji systemu produkcji firmy Legrand (rysunki od 7.19 do 7.25).

Ważne jest, abyśmy podczas dobierania takiego systemu mieli do dyspozycji pełną ofertę różnego rodzaju detali pozwalających na:

- ◆ swobodne i estetyczne przechodzenie przez rogi ścian;
- ◆ instalację różnego rodzaju gniazd, nie tylko niskonapięciowych, ale i elektrycznych (w tym bezpieczników) oraz światłowodowych;
- ◆ łatwy, szybki i estetyczny montaż (zastanówmy się, czy zbyt tani zestaw nie będzie stwarzał problemów w montażu, np. poprzez trudności w dopasowaniu elementów pochodzących od jednego producenta);

- ♦ prowadzenie kanałów w narożnikach ścian i sklepienia;
- ♦ zachowanie mobilności stanowisk pracy.

Rysunek 7.20.

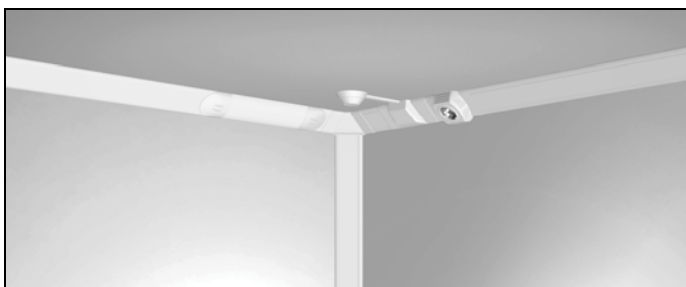
Przykładowa konfiguracja kanałów ściennych i przypodłogowych (Legrand)

**Rysunek 7.21.**

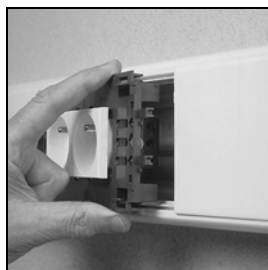
Przykładowa konfiguracja kanałów (Legrand)

**Rysunek 7.22.**

Przykładowa konfiguracja kanałów montowanych w narożnikach (Legrand)

**Rysunek 7.23.**

Montaż gniazd w listwie (Legrand)



Rysunek 7.24.
*Zakładanie listwy
na koryto na rogu
(Legrand)*



Rysunek 7.25.
*Przykładowa
konfiguracja kanałów
na rogu ściany
(Legrand)*



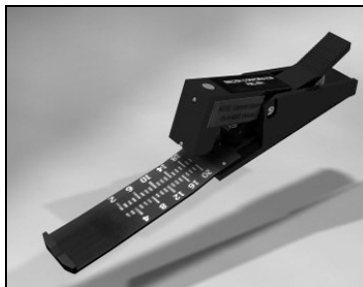
Decydując się na konkretny system dystrybucji, należy zapoznać się z pełną dokumentacją techniczną elementów oraz nierzadko dostępnymi przewodnikami. Najlepsi producenci bardzo dokładnie opisują możliwości swojego systemu. Jest to dobre źródło wiedzy i pomocy technicznej.

Sprzęt instalatora

Instalator systemu okablowania strukturalnego posługuje się wieloma urządzeniami na różnych etapach pracy. Generalnie wszystkie „zabawki” możemy podzielić na dwie grupy. Oto one:

- ◆ urządzenia diagnostyczno-pomiarowe (rysunki 7.30 i 7.31);
- ◆ narzędzia pracy (rysunki od 7.26 do 7.29 oraz od 7.32 do 7.39).

Rysunek 7.26.
*Uniwersalny nóż
(cleaver) do włókien
światłowodowych
(Molex)*



Uniwersalny zestaw narzędzi służy do przygotowania włókna światłowodowego do instalacji — zdejmujemy nim akrylan, przytniemy włókno i oczyścimy jego powierzchnię.

Rysunek 7.27.

Uniwersalny
zestaw narzędziowy
do włókien
światłowodowych
(Molex)



Rysunek 7.28.

**Zestaw narzędziowy
do złączy Xpress ST
(Molex)**



Rysunek 7.29.

Zestaw narzędziowy
Legrand

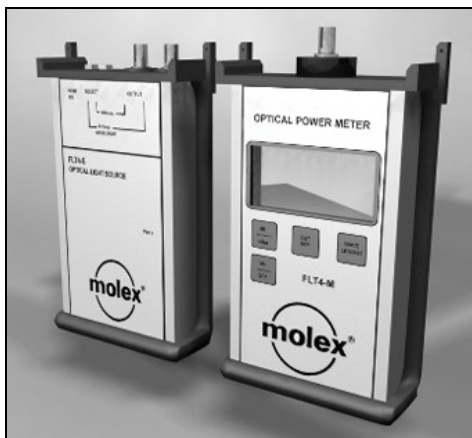


Tester SLT3 przeznaczony jest do testowania poprawności połączeń kanałów teleinformatycznych. Wyposażono go w gniazda modularne polaryzacji WE8W w sekwencji USOC, 568A oraz 568B.

Za pomocą narzędzia uderzeniowego osadzimy żyły kabla w modułarnym gnieździe, jednocześnie przycinając niepotrzebny odcinek.

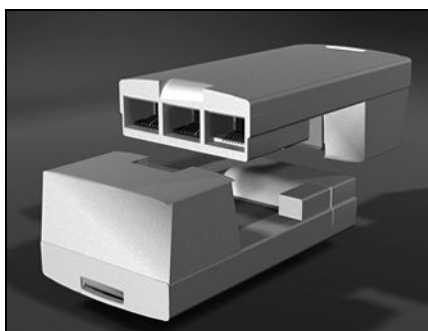
Rysunek 7.30.

*Miernik tłumienia
optycznego FLT4
(Molex)*



Rysunek 7.31.

*Ekranowany tester
SLT3 z pokrowcem
(Molex)*



Rysunek 7.32.

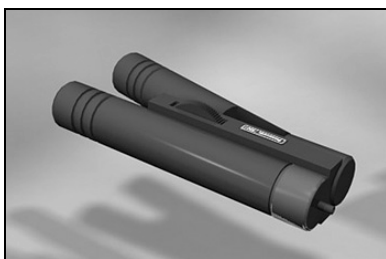
*Narzędzie uderzeniowe
KATT/110/KRONE
z niewymiennym
nożem (Molex)*



Mikroskop służy do wstępnego sprawdzania poprawności wykonania złączki światłowodowej.

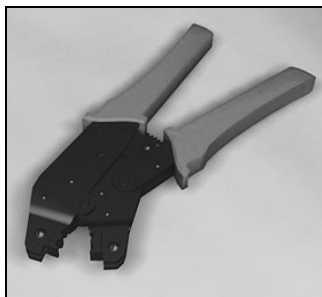
Rysunek 7.33.

*Mikroskop 100×2,5
mm conn (Molex)*



Rysunek 7.34.

Narzędzie zaciskowe
do złączy Xpress SC
(Molex)

**Rysunek 7.35.**

Uniwersalny
nóż światłowodowy
do złączy (Molex)

**Rysunek 7.36.**

Narzędzie zaciskowe
do wtyczek RJ-45
(Molex)

**Rysunek 7.37.**

Narzędzie zaciskowe
(Legrand)



Zazwyczaj producenci okablowania strukturalnego mają także w swojej ofercie szeroką gamę narzędzi przeznaczonych do produkowanych przez siebie podzespołów.

Oczywiście zachowują one częściową uniwersalność, ale w pewnych przypadkach użycie ich przy „obcych” instalacjach może być kłopotliwe.

Rysunek 7.38.

*Narzędzie
do zdejmowania izolacji
z kabli UTP (zapobiega
uszkodzeniu przewodu)*

**Rysunek 7.39.**

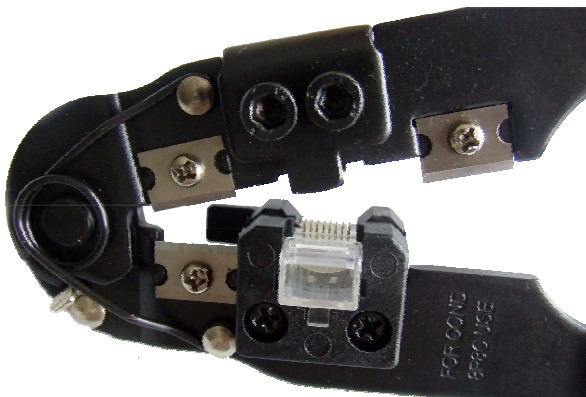
*Obcinaczki boczne
(umożliwiają odcięcie
zbędnych żył kabla UTP)*



Zaciskarka to podstawowy sprzęt administratora sieci teleinformatycznej. Rysunki 7.40 i 7.41 przedstawiają urządzenie z osadzonym wtykiem RJ45 bez umieszczonych w nim żył kabla miedzianego. Na ilustracjach doskonale widać noże, którymi można przyciąć żyły oraz naciąć izolację. Bezpośrednio nad wtykiem RJ45 znajduje się element, który w trakcie zaciskania rączek urządzenia „dobije” piny i osadzi je w poszczególnych żyłach. Fotografie 7.42 i 7.43 obrazują zaciskarkę bezpośrednio po „zarobieniu” złącza.

Rysunek 7.40.

*Zaciskarka
ze wsuniętym
wtykiem RJ45*

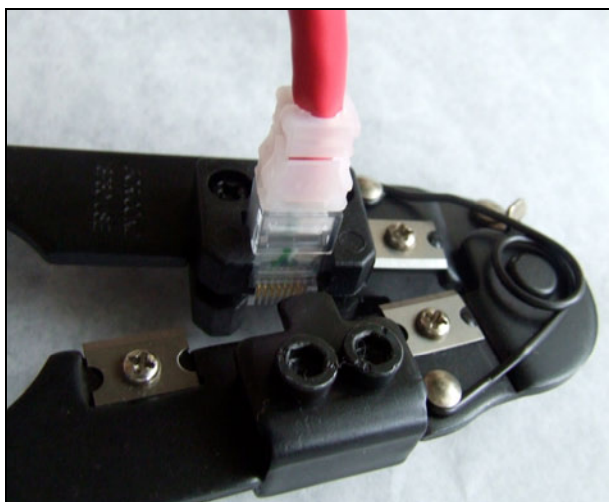


Rysunek 7.41.

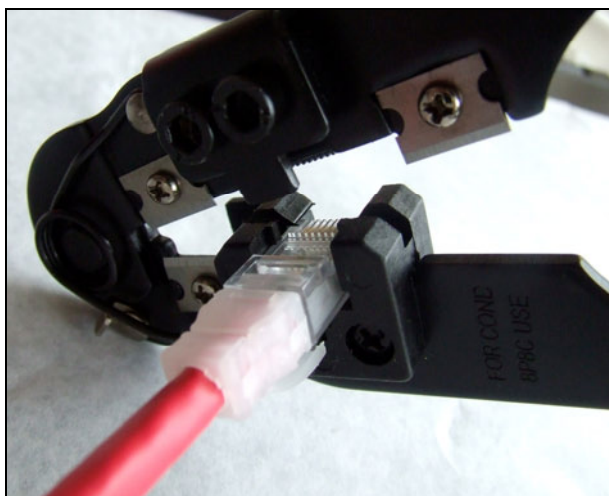
*Zaciskarka
ze wsuniętym
wtykiem RJ45*

**Rysunek 7.42.**

*Zaciskarka
z zarobionym kablem
miedzianym złączem
RJ45*

**Rysunek 7.43.**

*Zaciskarka
z zarobionym kablem
miedzianym złączem
RJ45*



Rysunki 7.44 i 7.45 przedstawiają podstawowy tester kabli, którego możliwości nie pozwalają na ocenę jakości sygnału, ale który znakomicie sprawdza się przy testach typu zwarcie, pary skrzyżowane, pary odwrócone, nieciągłość kabla (przerwanie). Urządzenie wyposażone jest w porty RJ45 oraz RJ11. Testy dla każdej żyły odbywają się niezależnie (osobno). Tester dedykowany jest dla kabli zwykłych i ekranowanych. Taki sprzęt powinien mieć na wyposażeniu każdy administrator sieci.

Rysunek 7.44.

Tester kabli



Rysunek 7.45.

*Tester kabli z wpiętym
kablem krosowym
poddawanym analizie*



Rozdział 8.

Okablowanie strukturalne a normy

Zasadniczo normy tworzy się w celu standaryzacji (znormalizowania) danej technologii czy też rozwiązania. Na rynku ICT działa wielu producentów różnego rodzaju sprzętu elektronicznego. Problem polega na zapewnieniu tego, aby można było łączyć wytwarzane przez nich podzespoły w jeden zintegrowany system i mieć pewność, że będą współdziałać. Elementy systemu okablowania strukturalnego muszą być zatem zgodne z właściwymi normami.

Podstawowe instytucje standaryzujące

Oto organizacje standaryzujące:

- ◆ **ANSI** (ang. *American National Standards Institute*) — <http://www.ansi.org>. To amerykańska organizacja standaryzacyjna.
- ◆ **IEEE** (ang. *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*) — <http://www.ieee.org>. Jest to organizacja, która zrzesza inżynierów z całego świata. Standardy IEEE są bardzo popularne (jest to np. szereg norm dotyczących Ethernetu). Członkostwo w tej organizacji jest płatne.
- ◆ **ISO** (ang. *International Organization for Standardization*) — <http://www.iso.org>. Międzynarodowa organizacja standaryzująca, która zrzesza ponad 140 narodowych organizacji standaryzujących. Członkiem jest także Polski Komitet Normalizacyjny — <http://www.pkn.com.pl>.
- ◆ **ETSI** (ang. *The European Telecommunications Standards Institute*) — <http://www.etsi.org>. Dokumenty publikowane przez tę organizację dotyczą regulacji technologii telekomunikacyjnych.

- ◆ **IETF** (ang. *Internet Engineering Task Force*) — <http://www.ietf.org>. Organizacja ta publikuje dokumenty RFC (ang. *Request for Comments*) regulujące rozwój technologii internetowych.
- ◆ **Unia Europejska** (normy EN).
- ◆ **EIA/TIA**.

Instytucje standaryzujące tworzą „prawo”. Przez analogię do władzy państwowej można by rzec, że tworzą ustawy. Następnie do tych „ustaw” wydawane są rozporządzenia.

Normy same w sobie nie są podręcznikami. Ich rola sprowadza się do jednoznacznego zdefiniowania danego pojęcia. Cała powszechnie dostępna teoria na temat systemów okablowania strukturalnego powstała na podstawie funkcjonujących standardów. Dokładniej mówiąc, jest to wypadkowa norm, rzeczywistych potrzeb oraz zebranych doświadczeń. Proszę zauważyć, iż jeszcze niedawno okablowanie było wykonywane przy użyciu kabli UTP kategorii 5e. Obecnie skłaniamy się już ku przewodom kategorii 6., a nawet 7. Jest to klasyczny przypadek ewolucji suchej teorii w stosunku do „stałych” norm.

Zajmując się tematyką sieci teleinformatycznych, napotkamy różne szkoły implementacji okablowania. Zasadniczo nie powinno to dziwić. Producentów systemów jest wielu. Mimo iż wszystkie produkowane przez nich elementy są zgodne, mogą między nimi występować pewne różnice. Oczywiście nie oznacza to, że system nie będzie funkcjonował poprawnie.

Modelowym przypadkiem doskonale obrazującym zasadę funkcjonowania norm, a zarazem delikatne rozbieżności między systemami jest szafa dystrybucyjna z dwoma panelami krosowymi pochodzącymi od różnych producentów. W pierwszym panelu mamy osadzone moduły, do których przewód podłączymy bez użycia narzędzi. W drugim natomiast dokonamy tego za pomocą narzędzia uderzeniowego. Mimo różnic konstrukcyjnych oba panele pozwalają na terminowanie jednakowego przewodu i, co więcej, bezdyskusyjnie możemy między nimi dokonywać połączeń krosowych. Choć w infrastrukturze znajdują się podzespoły pochodzące od dwóch różnych producentów, spełniony jest cel okablowania strukturalnego: wielodostępność usług teleinformatycznych.

Drugim dość oczywistym przypadkiem są karty sieciowe. Kupując takie urządzenie, kierujemy się w pierwszej kolejności standardami, jakie ono obsługuje, np. 1000Base-T. Rodzajów kart sieciowych na rynku IT jest bardzo wiele. Są one wytwarzane przez różnych producentów i w związku z tym mają odmienną architekturę elektroniczną. Jednakże niezależnie od tego, z jakiego kontynentu karta pochodzi, musi ona współdziałać z urządzeniami innych producentów.

Normy strzegą integracji systemu oraz spójności danych. Stanowią jedyny arbitraż w przypadku sporów natury teoretycznej. Gdy chcemy sięgnąć do korzeni, powinniśmy kierować swój wzrok w stronę ogólnie przyjętych standardów.

Czasami zdarza się, że normy wydawane przez różne organizacje pokrywają się tematycznie. Jak by na to nie patrzeć, instytucje te w pewnym stopniu konkurują ze sobą. W wyniku tego pojawiają się drobne różnice w standardach dotyczących tego samego

tematu. Takim stanem rzeczy nie należy się zbytnio przejmować. Tak naprawdę mowa jest cały czas o tej samej postaci, tylko ubranej w garnitur uszyty przez innego krawca. Zadaniem inżyniera lub projektanta jest wybranie fasonu, który najbardziej mu odpowiada.

Główne dokumenty legislacyjne

Pierwsze ustalenia legislacyjne dotyczące systemu okablowania strukturalnego powstały w Stanach Zjednoczonych. Są to następujące normy:

- ♦ EIA/TIA 568 — definiuje wytyczne dla złączy i kabli do 16 MHz.
- ♦ EIA/TIA 568A (*TIA/EIA Building Telecommunications Wiring Standards*) — norma ta powstała w grudniu 1995 roku na bazie następujących dokumentów:
 - ♦ EIA/TIA 568;
 - ♦ TSB 36 (kable do 100 MHz);
 - ♦ TSB 40 (złącza do 100 MHz);
 - ♦ projektu SP-2840 (złącza i kable do 100 MHz).
- ♦ Normy towarzyszące, które powstały w późniejszym okresie:
 - ♦ EIA/TIA 569 *Commercial Building Telecommunications for Pathways and Spaces* — definiuje standardy kanałów telekomunikacyjnych w budynkach biurowych.
 - ♦ EIA/TIA 606 *The Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Building* — określa zasady administracji infrastrukturą teleinformatyczną w biurach.
 - ♦ EIA/TIA 607 *Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications* — definiuje uziemienie w budynkach.
 - ♦ TSB 67 *Transmission Performance Specification for Field Testing of Unshielded Twisted-Pair Cabling Systems* — są to wytyczne dla pomiarów systemów okablowania strukturalnego.
 - ♦ TSB 72 *Centralized Optical Fiber Cabling Guidelines* — definiuje scentralizowany system okablowania strukturalnego na bazie światłowodów.

Międzynarodowa norma ISO/IEC 11 801 *Information Technology — Generic Cabling for Customer Premises* powstała na podstawie norm amerykańskich, natomiast na normie międzynarodowej oparta jest norma europejska EN 50 173 *Information Technology — Generic Cabling Systems*.

W kwietniu 2001 roku wydano aktualizację normy EIA/TIA-568A. Obecnie składa się ona z trzech części, które należy zamawiać oddzielnie.

- ◆ TIA/EIA-568-B.1 *Commercial Building Telecommunication Cabling Standard, Part I: General Requirements* — zawiera ogólne wymagania dotyczące projektowania systemów okablowania.
- ◆ TIA/EIA-568-B.2 *Commercial Building Telecommunication Cabling Standard, Part II: Balanced Twisted Pair Cabling Components* — określa parametry transmisyjne dla kategorii 5e.
- ◆ TIA/EIA-568-B.3 *Optical Fibre Cabling Components Standard* — zawiera informacje na temat podzespołów światłowodowych.

Z uwagi na fakt, iż Polska należy do Unii Europejskiej, przedstawię kluczowe zagadnienia normy EN 50 173.

- ◆ Okablowanie poziome powinno tworzyć tor transmisyjny w architekturze 1:1. Oznacza to nieprzerwane połączenie od punktu dystrybucyjnego do punktu abonenckiego. Istnieje wyjątek polegający na umieszczaniu na trasie poziomej punktu konsolidacyjnego (ang. *transition point*), jednakże nie może być on wykorzystywany do celów administracyjnych.
- ◆ Zgodnie z normą należy umieścić jeden punkt abonencki (2×RJ-45) na każde 10 m² powierzchni biurowej.
- ◆ Na każdym piętrze powinien znajdować się punkt dystrybucyjny. W przypadku niskiego nasycenia kondygnacji punktami abonenckimi możliwe jest obsługiwanie jej z innego punktu dystrybucyjnego (np. znajdującego się piętro wyżej).
- ◆ Wszystkie ułożone kable muszą być zakończone — nawet jeżeli nie są używane.
- ◆ W obrębie jednej instalacji powinno się stosować przewody o jednakowej impedancji i średnicy (w przypadku kabli światłowodowych — o jednakowych włóknach).
- ◆ Rozplot kabla UTP nie powinien być większy niż 13 mm.
- ◆ Każdy element systemu powinien być czytelnie i klarownie oznaczony.
- ◆ Sieć musi posiadać pełną dokumentację.

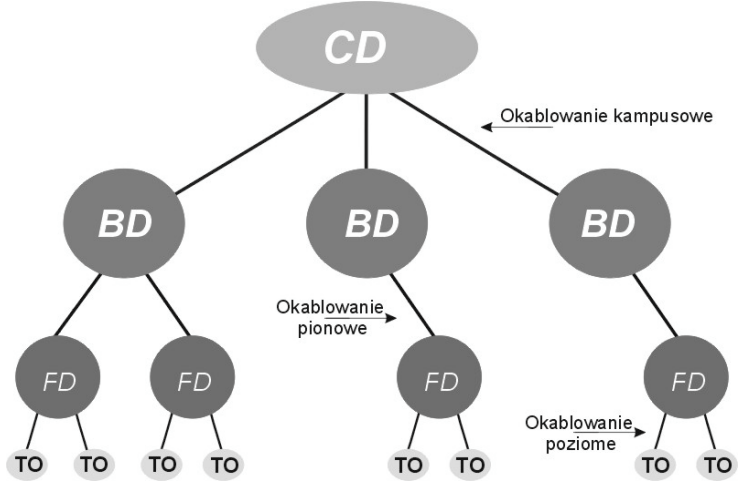
Na rysunku 8.1 przedstawiam hierarchię okablowania według normy EN 50 173.

Zalecam także odwołanie się do poniższych norm.

Norma EN 50174, funkcjonująca w Polsce pod sygnaturą PN-EN 50174, podzielona jest na trzy części:

- ◆ PN-EN 50174-1 Technika informatyczna, instalacja okablowania. Cz. 1. Specyfikacja i zapewnienie jakości.
- ◆ PN-EN 50174-2 Technika informatyczna, instalacja okablowania. Cz. 2. Planowanie i wykonawstwo instalacji wewnątrz budynków.
- ◆ PN-EN 50174-3 Technika informatyczna, instalacja okablowania. Cz. 3. Planowanie i wykonawstwo instalacji na zewnątrz budynków.

Rysunek 8.1.
*Schemat systemu
według normy
EN 50 173*



Dokument PN-EN 50174-2 precyzyjnie definiuje, w jaki sposób mają być prowadzone kable logiczne względem instalacji elektrycznej. Zgodnie z założeniem normy przy przebiegach krótszych niż 35 m nie trzeba separować kabli, o ile zastosowany zostanie logiczny kabel ekranowany. Dla przebiegów powyżej 35 m rozdzielenie kabli jest konieczne z wyjątkiem ostatnich 15 m, gdzie przewody mogą znajdować się w bliskim sąsiedztwie. Norma także ściśle określa, jakie minimalne odległości powinniśmy zachować pomiędzy przewodami. Czynnikiem zasadniczym jest materiał, z jakiego wykonany jest separator (brak, niemetalowy, aluminiowy, stalowy), oraz to, czy kable są ekranowane (logiczny i elektryczny).

Standard TIA/EIA-854 *A Full Duplex Ethernet Specification for 1000 Mb/s (1000BASE-TX) Operating Over Category 6 Balanced Twisted-Pair Cabling.*

Porównanie podstawowych norm

Dwie poniższe tabele (8.1 i 8.2) zawierają zestawienia odpowiednio podstawowych klas kabli UTP oraz nomenklatury punktów dystrybucyjnych według różnych norm.

Tabela 8.1. *Podstawowe klasy przewodów UTP*

Nomenklatura klas przewodów			
Pasmo	ISO 11801, EN 50173	TIA/EIA 568A	Uwagi
100 MHz	Klasa D	Kategoria 5.	Impedancja falowa 100 Ω TIA/EIA 568-A-5
100 MHz	Klasa D+	Kategoria 5e	Wprowadzono dwa nowe parametry: przesłuch zbliżny i poziom sygnału echa. TIA/EIA-B.2-1
250 MHz	Klasa E	Kategoria 6.	ISO/IEC 11 801.2 TIA/EIA-B.2-1
600 MHz	Klasa F	Kategoria 7.	ISO/IEC 11 801.2 Można stosować tylko STP z każdą parą indywidualnie ekranowaną.

Tabela 8.2. Nazewnictwo punktów dystrybucyjnych według norm TIE/EIA, ISO, EN

Punkt dystrybucyjny	Norma TIA/EIA 568A	ISO 11801, EN 50173
Międzybudynkowy	<i>Campus Distribution Frame</i> — CDF	<i>Campus Distributor</i> — CD
Budynkowy	<i>Main Distribution Frame</i> — MDF	<i>Building Distributor</i> — BD
Piętrowy (pośredni)	<i>Intermediate Distribution Frame</i> — IDF	<i>Floor Distributor</i> — FD

**Uwaga**

W tym rozdziale jedynie sygnalizuję tematykę poruszaną w poszczególnych normach. Aby uzyskać pełną wiedzę na temat ustaleń legislacyjnych dla systemów okablowania strukturalnego, należy zamówić poszczególne normy, dokładnie je przestudiować i porównać. Standardy w dużej mierze odwołują się do innych norm z nimi powiązanych; mają też kilkustopniową hierarchię.

Powinniśmy zwrócić uwagę na normy:

EN 50 173-1 i EN 50 174-2 — nowa wersja z sierpnia 2003 roku.

ISO/IEC IS 11 801:2002 — nowa wersja z września 2002 roku.

EIA/TIA 568 i 569 — wraz z późniejszymi zmianami.

Rozdział 9.

Redundancja okablowania pionowego

Budowanie nieredundantnych sieci teleinformatycznych jest błędem w samej swojej istocie. Sztucznie utworzona nadmiarowość w pewnych płaszczyznach sieci jedynie z pozoru jest źródłem niepotrzebnych kosztów. Należy pamiętać, że celem zastosowania redundancji jest zminimalizowanie lub wyeliminowanie ewentualnych strat materialnych (finansowych) w przypadku awarii.

Warto zastanowić się nad tym, kto odpowie za błędną czy też niedostateczną implementację sieci teleinformatycznej.

Redundancja okablowania kampusowego

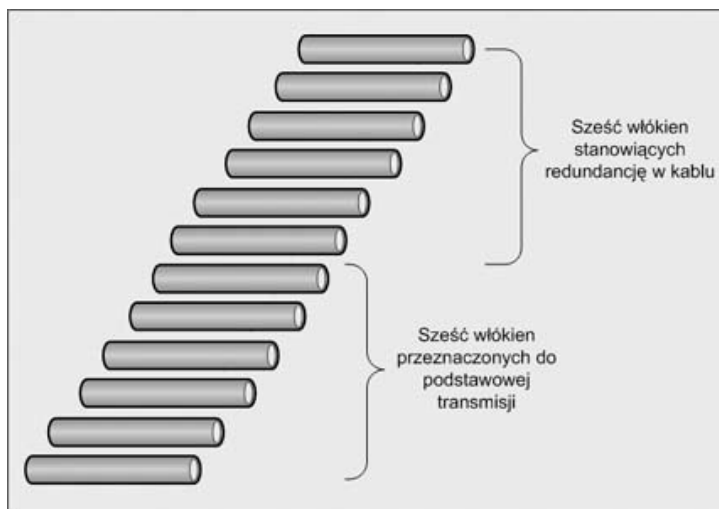
Rozpatrując klasyczne instalacje systemu okablowania strukturalnego, z redundancją spotkamy się najczęściej na poziomie włókien światłowodowych. Taki zabieg był i jest jak najbardziej właściwy, jednak w nowo powstałych instalacjach może okazać się niewystarczający. Sieci informatyczne nieustannie ewoluują. Ich konstrukcja (budowa logiczna) jest przeznaczona dla ściśle określonego podmiotu (inwestora).

Oznacza to, że nigdzie nie powinny wystąpić dwie sieci identyczne pod względem logicznym, fizycznym, a także pod względem funkcjonujących w nich aplikacji. Wiemy już, że okablowanie strukturalne jest ściśle powiązane z konstrukcją logiczną sieci. W efekcie podlega ono ewolucji równolegle do logicznej budowy sieci LAN.

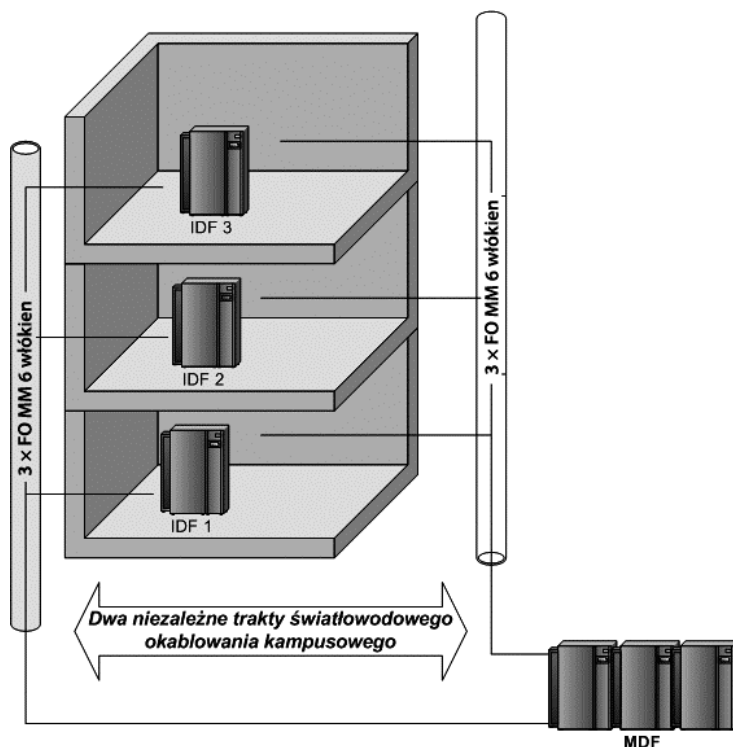
Redundancja okablowania pionowego (światłowodowego) przejawia się na dwóch płaszczyznach:

- ♦ redundancji włókien (rysunek 9.1),
- ♦ redundancji traktów (rysunek 9.2).

Rysunek 9.1.
Światłowód
12-włókowy
— redundancja 1:1



Rysunek 9.2.
Redundancja
traktów okablowania
pionowego (1:1)



Pierwsze rozwiązanie charakteryzuje się użyciem kabli światłowodowych o większej liczbie włókien, niż aktualnie potrzebujemy do rozprowadzenia sygnału.

Oznacza to, że w trakcie łączącym ze sobą dwa punkty IDF (czyli na odcinkach pionowych lub kampusowych) pozostaje kilka włókien niewykorzystanych. W żadnym wypadku nie oznacza to, że włókna te „wiszą” gdzieś w przypadkowych miejscach.

Jeżeli potrzebujemy sześciu włókien do uruchomienia żądanej transmisji między punktem A i B, powinniśmy zastosować światłowód 12-włókowy. Dzięki takiemu zabiegowi uzyskujemy 100-procentową redundancję włókien w kablu (relacja 1:1).

Oczywiście włókna redundantne są zakończone w panelu światłowodowym. System okablowania musi być w pełni przygotowany do pracy oraz do szybkiej rozbudowy w przyszłości. Niedopuszczalna jest sytuacja, w której niewykorzystane włókna czy też odcinki okablowania poziomego nie zostaną zakończone w panelach ani w gniazdach. Administrator, gdy chce rozbudować sieć, powinien jedynie ograniczyć się do instalacji nowego sprzętu i ustanowienia połączeń krosowych.

Zadaniem projektanta (wdrożeniowca) jest oddanie infrastruktury w stanie umożliwiającym swobodną rozbudowę sieci i administrowanie nią.

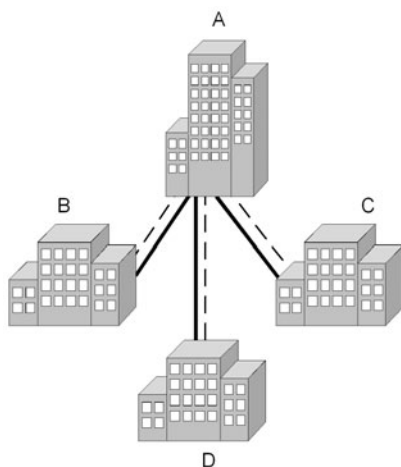
Redundancja traktów w pierwszym rzędzie chroni sieć przed przerwami w pracy w wyniku uszkodzenia toru podstawowego. Stanowi ona zabezpieczenie dla całego traktu właściwego okablowania pionowego.

Należy zatem dobrze zastanowić się nad budową traktu zapasowego. Żeby taki zabieg miał sens, trzeba ułożyć co najmniej tyle włókien, ile jest używanych (aktywnych) w kablu podstawowym. W ten sposób uzyskamy redundancję na poziomie 50% (12 włókien w kablu podstawowym, przy czym sześć używanych — w kablu zapasowym musi być więc minimum sześć włókien). W celu uzyskania pełnej (100-procentowej) redundancji należy ułożyć w drugim trakcie kabel o tej samej liczbie włókien co w światłowodzie podstawowym.

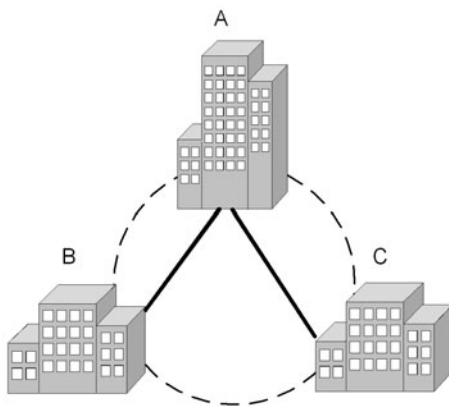
Generalnie przełączenie odcinka pionowego lub kampusowego na drugi obwód powinno nastąpić w przypadku przerwania lub konserwacji traktu podstawowego. W celu zminimalizowania ryzyka uszkodzenia obu linii należy je ułożyć w osobnych i niezależnych pionach telekomunikacyjnych.

Poniżej przedstawiam (rysunki od 9.3 do 9.7) przykładowe modele redundancji okablowania kampusowego dla klasycznego rozkładu sieci w topologii hierarchicznej gwiazdy.

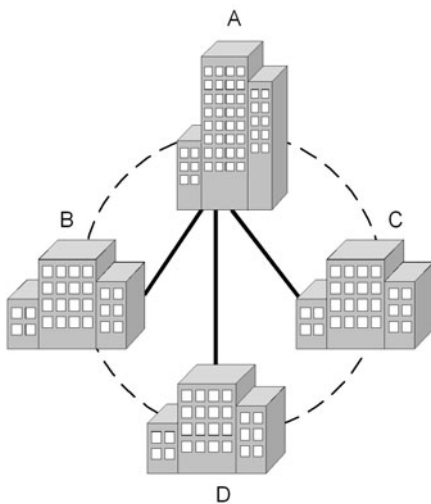
Rysunek 9.3.
Model podwójna gwiazda



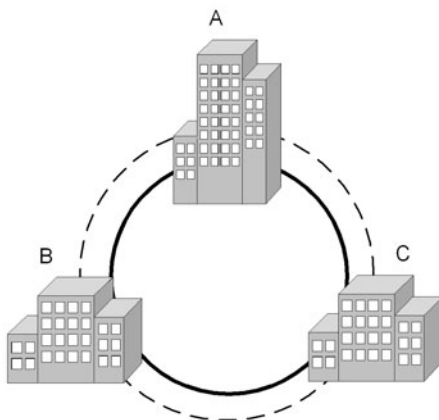
Rysunek 9.4.
*Model gwiazda +
pierścień*



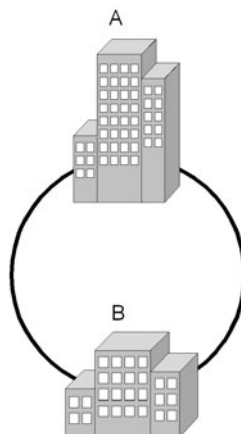
Rysunek 9.5.
*Model gwiazda +
pierścień*



Rysunek 9.6.
*Model podwójny
pierścień*

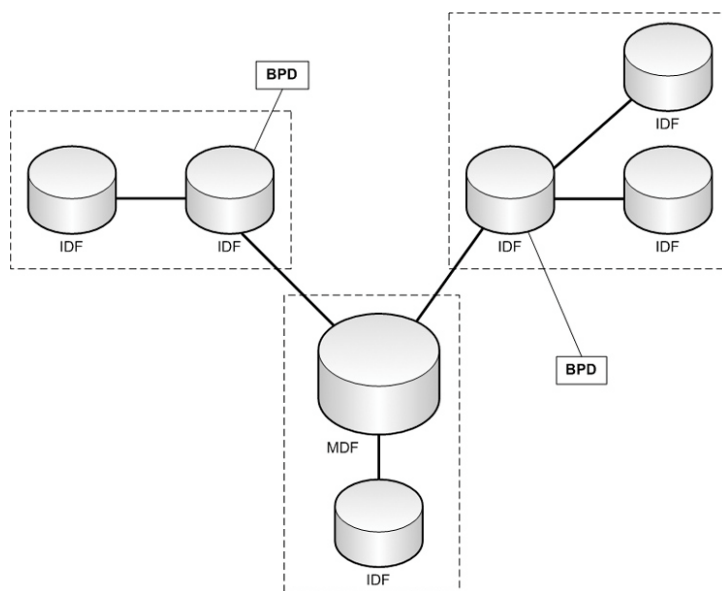


Rysunek 9.7.
*Model pojedynczy
pierścien*



Powyższe modele redundancji mogą zostać zastosowane dla co najmniej dwustopniowej hierarchii sieci, w której w każdej z lokalizacji występuje jeden punkt IDF pełniący funkcję budynkowego punktu dystrybucyjnego (rysunek 9.8).

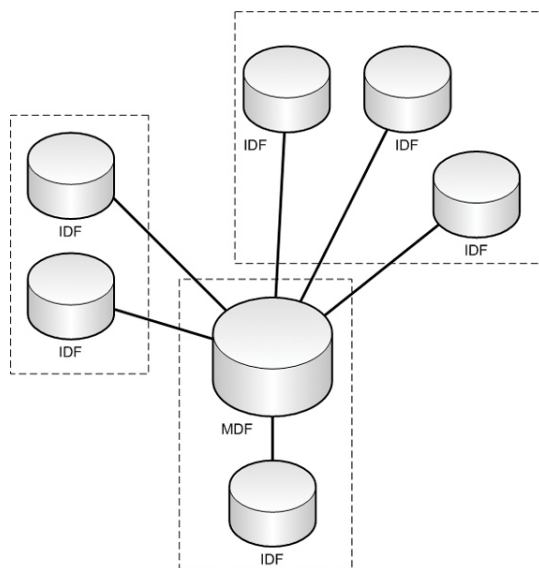
Rysunek 9.8.
*Trójstopniowa
hierarchia systemu
okablowania
strukturalnego*



Kiedy logiczna budowa sieci LAN wymusza dwustopniową hierarchię, musimy nieco inaczej zaplanować redundancję okablowania pionowego (rysunek 9.9).

Innym i nieco ciekawszym rozwiązaniem konstrukcji sieci jest wykonanie jej szkieletu przy użyciu zdublowanych połączeń (np. dwóch łączów między szkieletowymi urządzeniami aktywnymi). Takie rozwiązanie jest swoistą hybrydą redundancji traktów i logicznej konstrukcji sieci. Zwykle redundancja torów zabezpiecza jedynie trakt podstawowy poprzez możliwość przełączenia się na zapasowy „kanał”.

Rysunek 9.9.
*Dwustopniowa
budowa systemu
okablowania
strukturalnego
bez redundancji torów
transmisyjnych*



Zdublowane połączenie aktywnych urządzeń w szkieletie sieci gwarantuje samoistne przekierowanie ruchu na sprawnie działające łącze. W praktyce oznacza to, iż w przypadku przerwania jednego z kanałów ruch odbywa się przez drugie łącze bez konieczności wykonywania dodatkowych połączeń krosowych w warstwie fizycznej.

Pracując nad koncepcją redundancji kampusowego obwodu optycznego dla dwupoziomowej konstrukcji systemu, nie mamy dużego pola manewru. Metoda przełączania lub łączenia obwodów sprawdza się przy obsłudze niewielkiej liczby punktów IDF. W przypadku konstrukcji dwupłaszczyznowej okablowanie kampusowe musi połączyć zwielokrotnioną liczbę punktów dystrybucyjnych.

W takiej sytuacji implementacja pierścienia łączącego wszystkie punkty IDF na drugim poziomie wydaje się niekorzystna. Bardziej rozsądnym zabiegiem będzie natomiast zdublowanie wszystkich torów w relacjach MDF — IDF $n+1$. Wiąże się to bezpośrednio z poprowadzeniem drugiego okablowania w nowej lokalizacji (rysunek 9.10).



Uwaga

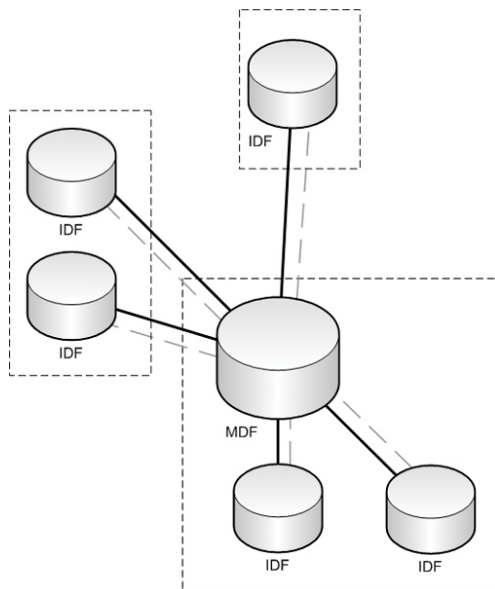
Należy bezwzględnie pamiętać, że redundancja nie sprowadza się jedynie do dodatkowej liczby włókien czy dublowania torów transmisyjnych. Przejawia się ona także w fizycznym nadmiarze kabla. Oznacza to, że faktyczna długość przewodu będzie większa od długości „netto” odcinka.

Długość „brutto” kabla powinna uwzględniać następujące wartości:

- ◆ Zapas kabla w szafie, tak by swobodnie można było terminować przewody i manewrować nimi.
- ◆ Zapas kabla w gnieździe (punkcie abonenckim) — ołożony odcinek powinien gwarantować luźne terminowanie (nawet po kilkukrotnym odcięciu fragmentu przewodu).
- ◆ Zapas kabla światłowodowego.
- ◆ Falowanie kabla w korytach, gdyż przewody nie leżą w linii prostej.

Rysunek 9.10.

*Redundancja
okablowania
kampusowego
w stosunku 1:1*



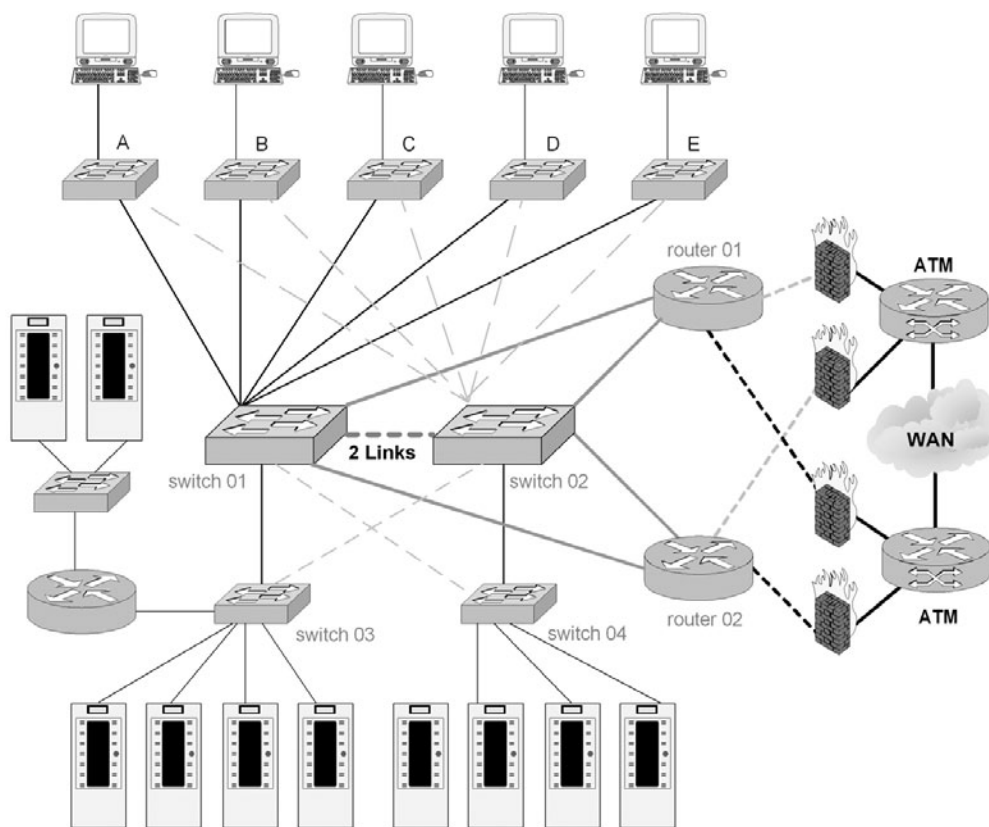
Przykładowe rozwiązanie

Na rysunku 9.11 demonstruję hipotetyczną konstrukcję sieci LAN — oczywiście w pełni redundantną. Klucz do tego schematu kryje się w dwóch strategicznych urządzeniach aktywnych, czyli w przełączniku 01 i przełączniku 02. Oba stanowią urządzenia szkieletowe sieci LAN i są połączone ze sobą za pomocą dwóch niezależnych łączów.

Ale uwaga! Mimo iż fizycznie przełączniki te figurują jako dwa niezależne urządzenia, dzięki ich oprogramowaniu logicznie działają jako jeden przełącznik (zapewnienie trzeciej warstwy modelu ISO/OSI). Oznacza to, że są one redundantne względem siebie. Komunikują się za pomocą protokołu HSRP, sprawdzając w określonych odstępach czasu, czy bliźniacze urządzenie działa sprawnie. Jeżeli jeden przełącznik nie otrzyma potwierdzenia sprawności urządzenia wiodącego, automatycznie przejmie jego rolę.

Całe rozwiązanie polega na tym, że przełączenie odbywa się w tle — bez przestoju w pracy. W tym celu każdy przełącznik (01 i 02) musi mieć osobne połączenie z resztą urządzeń aktywnych. Inaczej nie mogłby przejąć zadań urządzenie uszkodzonego bez fizycznej ingerencji administratora — należałoby w takim przypadku przełączyć kable do nowego przełącznika, a przecież nie o to chodzi.

Oczywiście ktoś może stwierdzić: „Po co układać dodatkowe trakty, skoro można podłączyć drugie urządzenie za pomocą zapasowych włókien i rozwiązanie takie też będzie działać?”. Niewątpliwie jest w tym jakieś ziarno prawdy, ale co się stanie, kiedy jeden z przełączników zostanie wyeliminowany w wyniku uszkodzenia pionu teleinformatycznego, a tym samym mieszczących się w nim kabli?



Rysunek 9.11. Przykładowy schemat sieci

Rozdział 10.

Okablowanie strukturalne a backup danych

Okablowanie strukturalne jest ważne także w procesie archiwizacji danych. Wiemy już, że w społeczeństwie informacyjnym wiodącą rolę odgrywają usługi, te zaś mocno uzależnione są od szybkości, jakości oraz sposobu przekazywania i przetwarzania danych.

Infrastruktura teleinformatyczna w firmach służy konkretnym procesom biznesowym. Owe procesy są ściśle zależne od profilu działalności podmiotu i wynikających z tego potrzeb. Dokonując szybkiego przeglądu systemów, z którymi mieliśmy okazję się zetknąć albo o których czytaliśmy, możemy wysnuć wniosek, iż różnią się one od siebie. Każdy z nich ma indywidualną architekturę oraz inaczej zdefiniowane cele i priorytety. Szukając głębiej, zobaczymy, że niekoniecznie sprzęt i oprogramowanie zastosowane w systemie A będą dobre do realizacji sieci B.

Odrzucając wszelkie rozbieżności poza krąg rozważań, należy powiedzieć, że sieci komputerowe mają jedną wspólną cechę: realizują procesy biznesowe, które mają generować zyski. Fakt ten jest podstawowym argumentem przemawiającym za komercyjnym wykorzystaniem systemów teleinformatycznych.

Siłą napędową obecnej gospodarki rynkowej jest informacja, jednak samo zbieranie danych jest niewystarczające. Źródłem sukcesu komercyjnego jest zdolność do szybkiego oraz efektywnego zarządzania informacjami i ich przetwarzania. Nierzadko utrata części danych bywa przyczyną upadku przedsiębiorstwa. Biorąc pod uwagę powyższe kwestie, należy stwierdzić, iż jednym z głównych priorytetów firmy winno być archiwizowanie zasobów.

Sieci komputerowe bez danych byłyby martwe, zaś nieprzetworzone zasoby danych same w sobie są niewiele warte. W ten sposób powstaje swoista symbioza.

Podstawowe metody archiwizacji danych

Wyróżniamy trzy główne metody wykonywania backupu. Dwie pierwsze z nich omówię dla zachowania porządku i możliwości porównania, swoje rozważania skupię jednak na rozwiązaniu SAN, które jest w dużym stopniu zależne od okablowania strukturalnego.

Są to:

- ◆ DAS (ang. *Direct Attached Storage*),
- ◆ NAS (ang. *Network Attached Storage*),
- ◆ SAN (ang. *Storage Area Network*).

Tworząc politykę bezpieczeństwa danych, powinniśmy się zastanowić, co i przed czym będziemy chronić. Tabela 10.1 stanowi przybliżenie ogólnej klasyfikacji zagrożeń. My skupimy swoje rozważania na ochronie danych przy wykorzystaniu systemu okablowania strukturalnego. Pominę także teorię związaną z rodzajem wykonywanego backupu (pełny, przyrostowy, różnicowy itp.), z nośnikami kopii (np. urządzeniami taśmowymi) oraz technikami RAID.

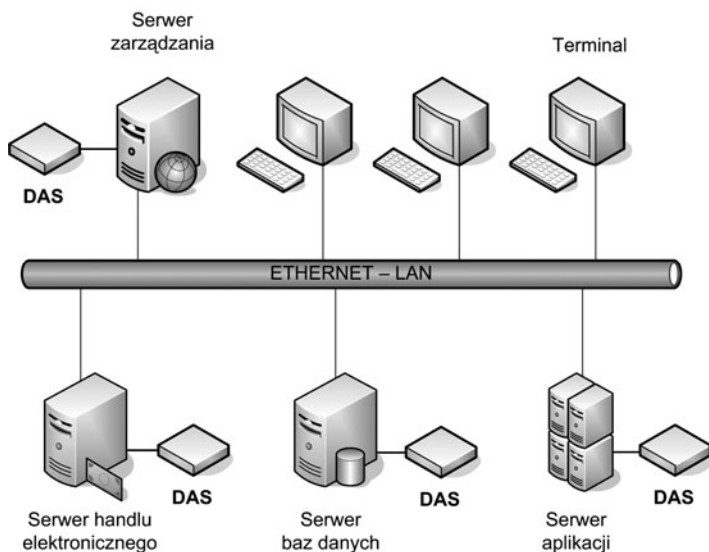
Tabela 10.1. Podstawowe formy zagrożeń

ZAGROŻENIA		
Logiczne	Awaria sprzętu	Fizyczne
Wirusy.	Uszkodzony nośnik.	Włamania skutkujące kradzieżą lub zniszczeniem nośników danych.
Błąd oprogramowania.	Błąd procesora.	Geologiczne (trzęsienia ziemi).
Błąd wprowadzonych danych.	Błąd sieci.	Atmosferyczne (opady deszczu, huragany).
Pomyłki administratora.	Niestabilna platforma sprzętowa.	Militarne (wojny, ataki terrorystyczne).
Zerwana struktura i integralność danych.		Pożar.

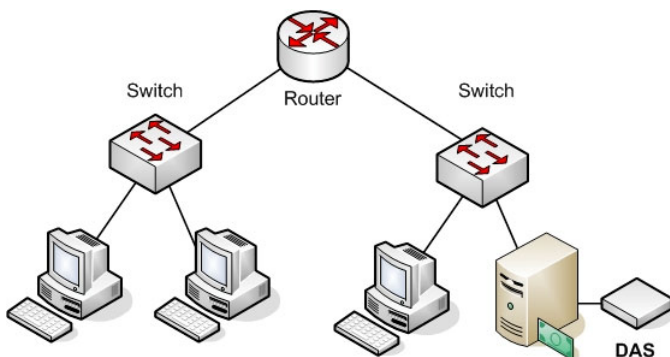
DAS

Metoda ta polega na podłączeniu pamięci masowej bezpośrednio do komputera. Jest to o tyle niekorzystne rozwiązanie, że w praktyce skutecznie uniemożliwia wydajne zarządzanie zasobami pamięci. DAS nie wykorzystuje sieci do wykonywania kopii danych. Na rysunku 10.1 przedstawiam ujęcie logiczne tego rozwiązania, natomiast na kolejnym diagramie (rysunek 10.2) obrazuję brak bezpośredniej zależności DAS od systemu okablowania strukturalnego.

Rysunek 10.1.
Rozwiązanie DAS



Rysunek 10.2.
Rozwiązanie DAS
a system okablowowania

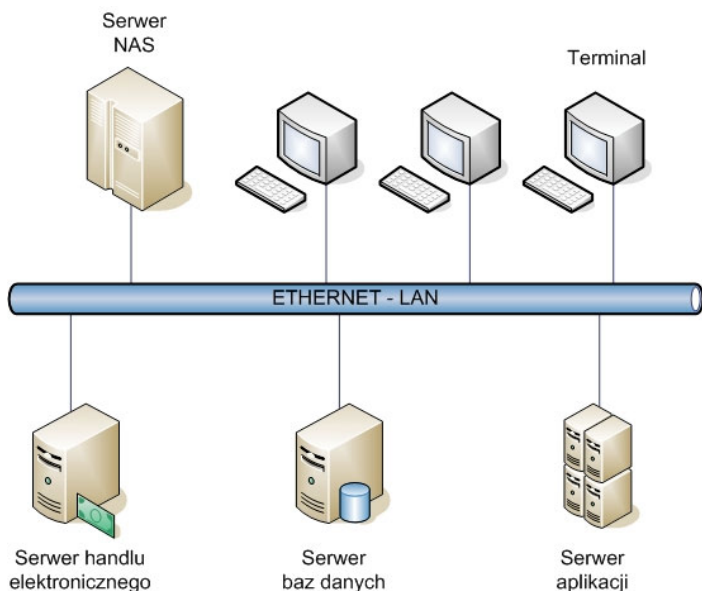


NAS

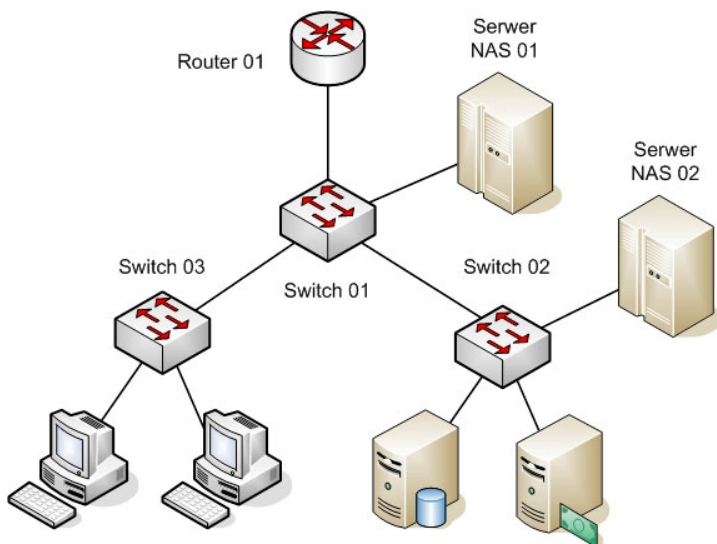
Serwer pamięci (macierz dyskowa) podłączony jest bezpośrednio do sieci LAN (rysunek 10.3). W tym przypadku, projektując okablowanie strukturalne, powinniśmy wziąć pod uwagę takiego „klienta” sieci. Technologia Ethernet wykorzystuje w celu przydzielania dostępu do medium protokół CSMA/CD. Działa on w bardzo prosty sposób. Po wykryciu kolizji nadawca uznaje, że musi poczekać i powtórzyć transmisję. Ponieważ okablowanie jest współużytkowane przez wszystkie maszyny w sieci LAN, muszą one rywalizować o dostęp do medium. Włączenie w strukturę sieci ogólnej serwera NAS może spowodować wzmożoną ilość żądań zezwolenia na nadawanie. W przypadku większego natężenia ruchu w sieci powstaje podwyższona liczba kolizji (jednoczesne nadawanie przez dwie stacje). Jeżeli infrastruktura nie jest przygotowana do obsługi rozwiązania NAS, z dużym prawdopodobieństwem spotkamy się z paraliżem sieci LAN.

Szybkość transmisji jest bezpośrednio zależna od zastosowanego medium. Dlatego też tak ważne jest prawidłowe oszacowanie przepustowości sieci (technologii), w następstwie czego zostanie ułożone odpowiednie okablowanie. Na rysunku 10.4 przedstawiam fizyczne włączenie urządzenia pamięci masowej w strukturę sieci.

Rysunek 10.3.
*Rozwiązanie NAS
a system okablowania*



Rysunek 10.4.
*Rozwiązanie NAS
a system okablowania*



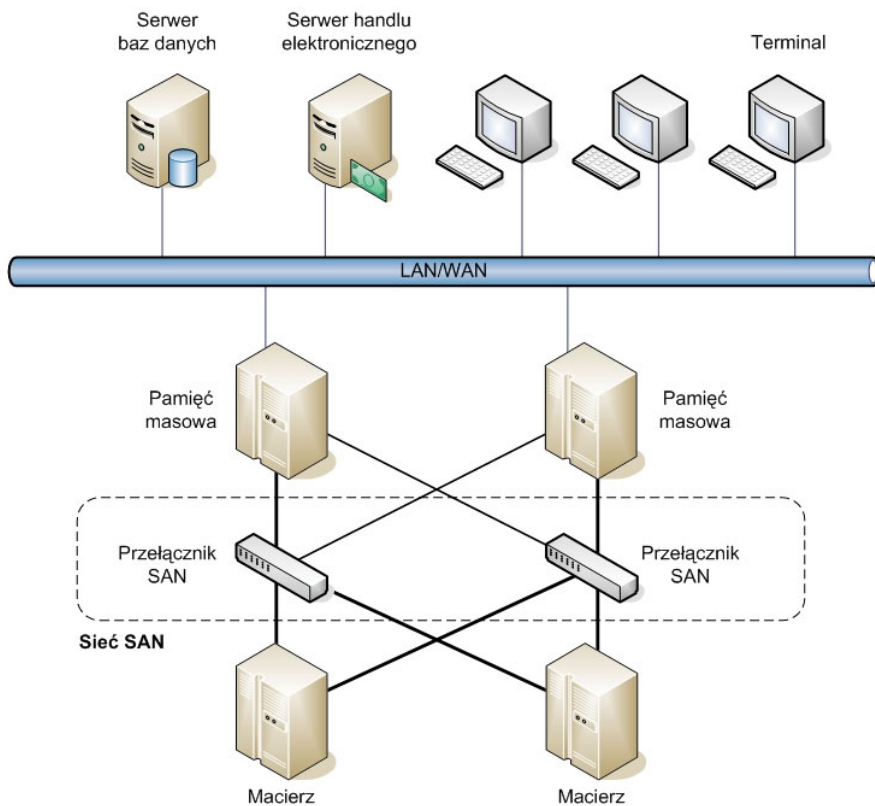
Powyższe metody wykorzystują w sposób standardowy — przewidziany dla serwerów — elementy infrastruktury pasywnej sieci. Nas, jako projektantów systemu okablowania strukturalnego, najbardziej interesuje rozwiązanie SAN.

SAN

Pamięci masowe SAN zostały zaprojektowane do udostępniania danych wielu serwerom. Ich podstawowym zadaniem jest przesyłanie danych pomiędzy urządzeniami pamięci masowych a systemami komputerowymi.

Wiemy już, jaką rolę odgrywa okablowanie strukturalne w sieciach LAN. Technologia SAN także jest siecią, która służy ściśle określonej roli.

Z logicznego punktu widzenia sieć SAN jest niejako doklejona do sieci LAN. Oba te rozwiązania wspólnie tworzą siećową infrastrukturę teleinformatyczną. Sieć SAN posiada własne elementy okablowania oraz sprzęt aktywny (rysunek 10.5). Jest w pewnym stopniu wydzielona z sieci LAN.



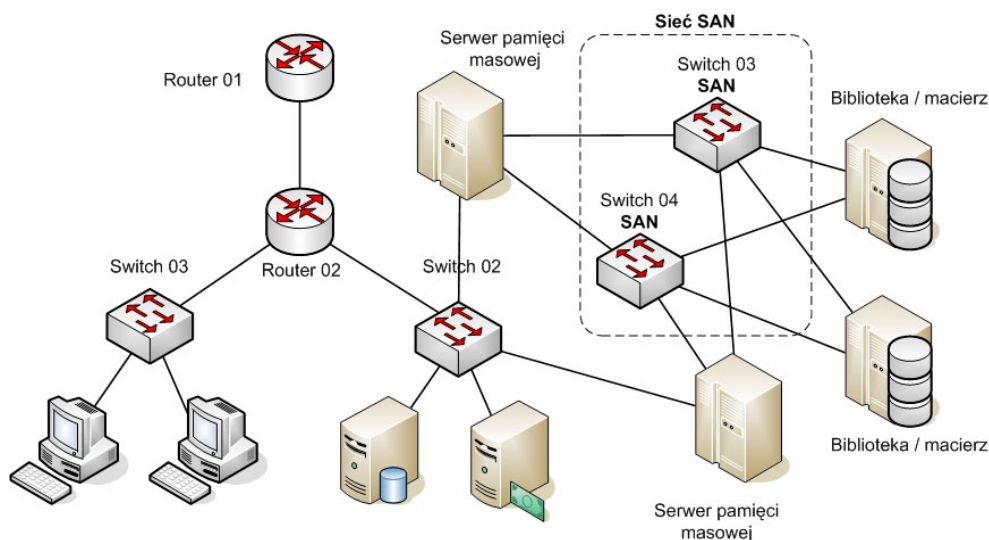
Rysunek 10.5. Rozwiązanie SAN

Sprzężenie sieci SAN i LAN występuje na linii węzeł klastra – przełącznik SAN (rysunek 10.6).

Rozpatrzmy przypadek połączenia tych dwóch technologii w oparciu o Oracle RAC (ang. *Oracle Application Clusters*) pod względem okablowania strukturalnego. Precyzyjnie rzecz ujmując, oprę się na rozwiązaniu klastrowym z przełączaniem awaryjnym.

Klastrem nazywamy grupę serwerów działających jak jeden system. Technologię klastrowania stosuje się w celu zapewnienia maksymalnej dostępności systemu.

Każdy serwer podłączony do klastra nazywany jest węzłem klastra. Węzłem pasywnym określamy maszynę, która aktualnie oczekuje na rozpoczęcie pracy. Analogicznie serwer aktualnie przetwarzający dane nazywany jest węzłem aktywnym.

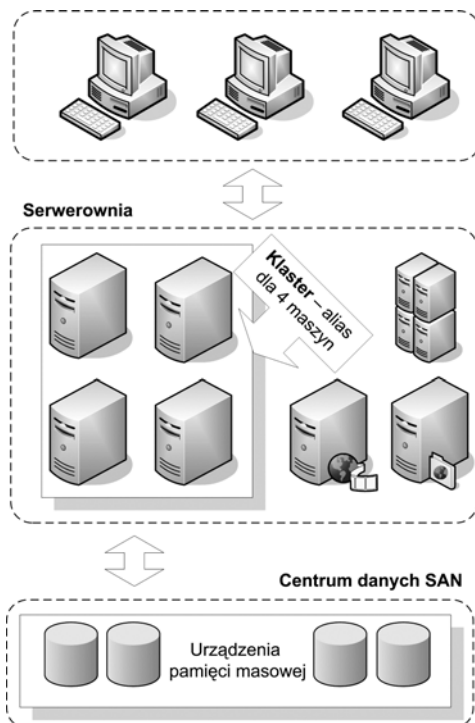


Rysunek 10.6. Rozwiązanie SAN a system okablowania

Wszystkie węzły stanowią dla użytkownika końcowego czarną skrzynkę. Oznacza to, iż nie są one dostępne (widoczne) bezpośrednio z poziomu sieci LAN. Logicznie klaster reprezentowany jest przez alias. To właśnie do niego łączą się użytkownicy. Na rysunku 10.7 przedstawiam powiązanie logiczne między poszczególnymi składnikami sieci.

Rysunek 10.7.

Powiązanie logiczne klastra, sieci SAN oraz stacji klienckich



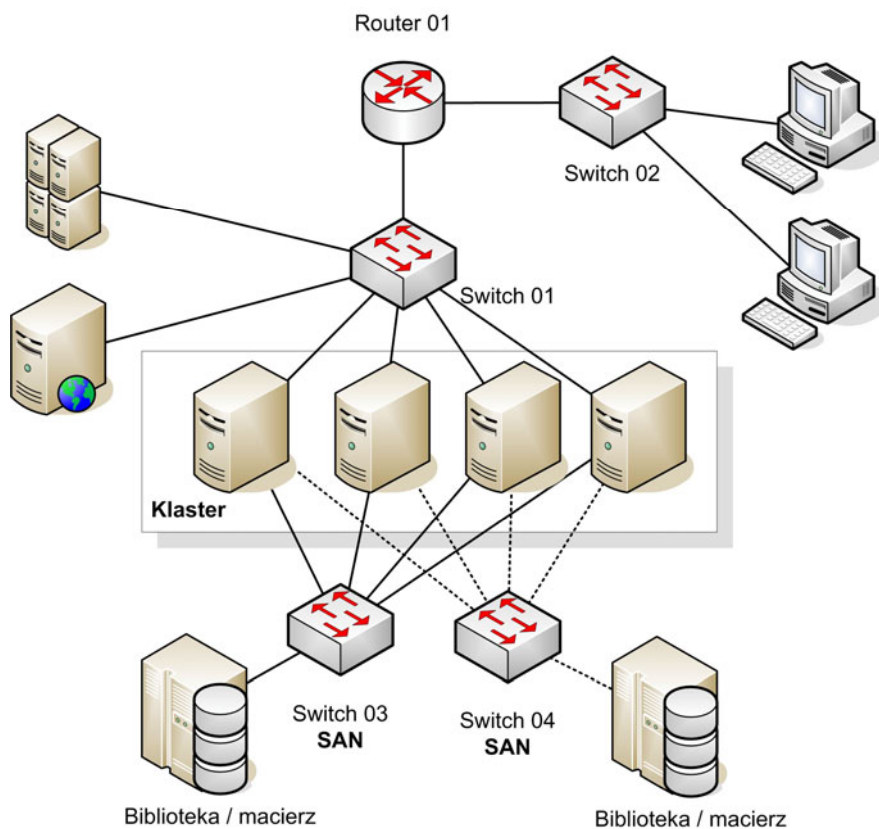
Centrum danych SAN (DC; dalej będę wykorzystywał ten skrót) powinno charakteryzować się podobnymi do serwerowni sieci LAN standardami jakości zabezpieczeń, stabilności i komfortu pracy.

Rozwiązanie takie gwarantuje ciągłość pracy w przypadku awarii pojedynczego serwera (węzła). Klaster po wykryciu awarii przełącza się na działający węzeł.

Rolą sieci telekomunikacyjnej jest zapewnienie łączności pomiędzy wszystkimi węzłami klastra.

Klaster jest grupą serwerów (maszyn), które zazwyczaj są umiejscowione w serwerowni. Jest to miejsce jak najbardziej słuszne. Z reguły w tym pomieszczeniu znajdują się także inne maszyny, które nie wchodzą w skład klastra.

Na poniższym diagramie (rysunek 10.8) przedstawiam przykładowe rozwiązanie klastrowe. Cztery maszyny (węzły) wizualizowane są w sieci LAN poprzez alias. Dwa pozostałe serwery działają niezależnie i nie są ujęte w sieci pamięci masowej SAN. Archiwizacja danych może się dla nich odbywać lokalnie albo w przyszłości za pomocą DAS.



Rysunek 10.8. Rozwiązanie klastrowe. Sieć SAN a okablowanie strukturalne

Technologia RAC oparta na systemie Linux może obsługiwać do 64 węzłów (maszyn), a zatem nie wolno lekceważyć tego tematu w trakcie projektowania okablowania.

Serwerownia jest jednym z głównych elementów sieci LAN, a co za tym idzie, MDF stanowi główny punkt dystrybucyjny systemu okablowania strukturalnego.

Jak wcześniej wspomniałem, klastery jest reprezentowany przez wirtualny adres IP (alias) przydzielany aktualnie aktywnemu węzłowi. W przypadku awarii ów adres IP jest przekazywany do następnego serwera. Do tego potrzebna jest niezawodna i wydajna sieć (okablowanie). Każdy spadek wydajności wejścia-wyjścia (kolizje) lub przestój w komunikacji informatycznej, niezależnie od czasu trwania awarii, przynosi straty. Tak więc nie tylko utrata danych może okazać się zdarzeniem krytycznym dla przedsiębiorstwa, ale także niezaplanowane przestoje. Należy pamiętać, iż nie wszystkie koszty takiego zdarzenia można wyznaczyć od razu. Czasami są one w ogóle niemierzalne albo poznajemy ich wartość w przyszłości. Biorąc pod uwagę powyższe kwestie, mogę stwierdzić, że za ich sprawą znacznie wzrasta odpowiedzialność inżyniera projektującego system okablowania.

Wszystkie maszyny w serwerowni muszą być podłączone zgodnie z projektem do odpowiednich urządzeń aktywnych (router, switch), które wykorzystują okablowanie sieci LAN do komunikacji. Sposób na zrealizowanie takiej infrastruktury przedstawiłem w poprzednich rozdziałach niniejszej książki.

Serwer klastra powinien być dodatkowo podłączony do przełącznika sieci SAN (sprzężony z nim). Można uznać, iż tu rozpoczyna się okablowanie sieci SAN.

Sieć pamięci masowych musi być wysokowydajna, dlatego też powinny być one planowane w oparciu o kable światłowodowe. Zalecane jest, aby centrum danych było zlokalizowane w pomieszczeniu innym niż serwerownia LAN. Pomieszczenie to może znajdować się w tym samym budynku i (lub) w innej lokalizacji.

Przełączniki SAN mogą być osadzone w szafach znajdujących się w MDF lub DC. Zalecam to drugie rozwiązanie. Węzeł klastra podłączany jest do panelu światłowodowego znajdującego się w szafie MDF, ta zaś zostaje sprzężona z szafą ulokowaną w DC. Przełącznik SAN łączymy z panelem światłowodowym. Porty przełącznika obsadzone zostają kablami krosowymi, których drugie końce podłączymy do interfejsów sieciowych urządzeń pamięci masowych. Może się zdarzyć, że stacje pamięci lub macierze będą miały wbudowany przełącznik. W takim przypadku tor transmisyjny skracają się o kabel pośredniczący między switchem SAN a urządzeniem pamięci masowej.

Wyznaczanie torów transmisyjnych, sposób ich realizacji oraz mechanizmy planowania redundancji zostały omówione w poprzednich rozdziałach. Implementacja okablowania SAN odbywa się według takich samych reguł jak w przypadku okablowania strukturalnego dla LAN.

Okablowanie pionowe SAN może być realizowane w oparciu o wydzielone włókna już ułożonych kabli światłowodowych. Pamiętamy, iż planując system okablowania dedykowanego LAN, powinniśmy zadbać o jego redundancję. Implementacja w przyszłości sieci pamięci masowych jest doskonałym uzasadnieniem takowego zabiegu.

Jeżeli sieć posiada redundancję fizyczną (dwa różne tory), warto pokusić się o uruchomienie analogicznego rozwiązania także dla sieci SAN.

W sytuacji braku dostępu do ułożonych już wcześniej przewodów będziemy musieli rozbudować istniejącą infrastrukturę. Najbardziej wyrazistym przykładem takiej konieczności jest tworzenie DC na tej samej kondygnacji co serwerownia, lecz w innym pomieszczeniu. Zazwyczaj będziemy mogli wykorzystać tylko poziome okablowanie miedziane, które nie jest wskazane do tego celu.

Przy wybieraniu pomieszczenia na centrum danych SAN mamy pewne pole manewru. Jeżeli z jakiejś przyczyny skorzystamy z pomieszczenia znajdującego się w innym budynku (nie w tym, gdzie umieszczono MDF), a w dodatku na wybranej kondygnacji nie będzie IDF (będzie się znajdować na kondygnacji poniżej), będziemy mogli skorzystać z połączenia pośredniczącego. Wykorzystamy nadmiarowe włókna okablowania kampusowego, a dodatkowy kabel położymy jedynie między szafami umieszczonymi w IDF i DC.

Najdroższym rozwiązaniem jest ułożenie nowego kabla łączącego serwerownię z centrum danych, które znajduje się w innym budynku. W pierwszej chwili brzmi to abstrakcyjnie, ale przy obecnym tempie rozwoju teleinformatyki oraz silnym uzależnieniu od informacji taki zabieg jest możliwy. Z całą pewnością w ten sposób uzyskamy pełną dywersyfikację i niezależność w stosunku do okablowania szkieletowego sieci LAN.

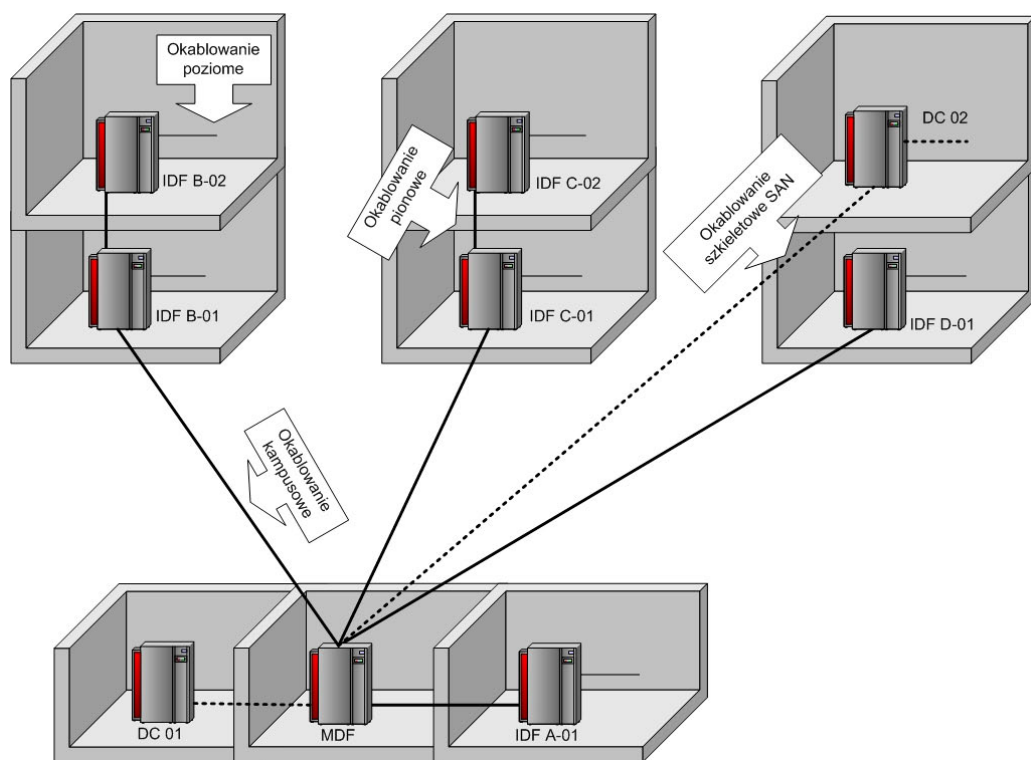
Na rysunku 10.9 przedstawiam dwie przykładowe lokalizacje centrum danych. DC 01 umiejscowione jest w pomieszczeniu bezpośrednio sąsiadującym z serwerownią. W takim przypadku wystarczy ułożyć niewielki odcinek okablowania światłowodowego. Większej uwagi wymaga DC 02, gdyż leży ono w innym budynku niż MDF, a w dodatku na jego kondygnacji nie ma IDF. Trakt transmisyjny między MDF a DC 02 jest oparty na osobnym kablu. Wymaga to dodatkowych uwag w projekcie oraz bardziej precyzyjnego opisu realizacji (jakość!).

Zalecam budowę sieci SAN w oparciu o kable światłowodowe. W większości przypadków już na deskach kreślarskich okazuje się, iż jest to najbardziej właściwe medium do tego celu. Warto wypracować nawyk automatycznego kojarzenia technologii SAN z połączeniami optycznymi (ang. *fiber channel*).

Teoria sieci pamięci masowych, a także wszystkich aspektów im towarzyszących znacznie wybiega poza zakres tego rozdziału. Moim celem jest zwrócenie uwagi na fakt występowania takich rozwiązań. Projektując okablowanie strukturalne, coraz częściej będziemy zobligowani do ujęcia w dokumentacji elementów sieci SAN. Po otrzymaniu logicznego projektu sieci teleinformatycznej będziemy musieli przełożyć go na projekt fizyczny. Z uwagi na to, iż sieć pamięci masowej jest niezależna od sieci LAN, w projekcie należy ująć ją osobno, lecz tak, aby obie struktury tworzyły spójną całość infrastruktury sieciowej.

Podstawowa sieć Ethernet pracuje z szybkością 100 Mb/s, podczas gdy architektura sieci SAN wymaga minimalnej prędkości 1 Gb/s.

Każdą infrastrukturę sieci teleinformatycznej trzeba zrealizować m.in. w oparciu o medium transmisyjne (model TCP/IP). Projektując sieć, najpierw kreślimy szkic koncepcyjny. Następnie wykonywany jest projekt logiczny, który ma duży wpływ na kształt



Rysunek 10.9. Przykładowa lokalizacja DC

systemu okablowania strukturalnego. Rozkład logiczny sieci nie jest jedynym elementem wpływającym na formę okablowania. Cała infrastruktura powinna być spójna i realizować postawione przed nią zadania.

Tak więc inżynierowie, którzy w zespole projektowym odpowiadają za okablowanie, powinni zawsze analizować każdy diagram logiczny. Chciałbym zdecydowanie zaznaczyć, iż trwanie w przekonaniu, że nie trzeba posługiwać się modelami logicznymi podczas tworzenia systemu okablowania, w mojej ocenie jest błędne.

Diagramy umożliwiają szybkie zapoznanie się z koncepcją projektu lub pojedynczego modułu, co znacznie zmniejsza ryzyko wystąpienia błędu powstałego na skutek różnic w interpretacji.

Okablowanie strukturalne projektuje się dopiero po wypracowaniu koncepcji logicznej sieci, natomiast realizacja projektu odbywa się odwrotnie. Najpierw okablowanie, później sprzęt aktywny i serwery. Sprzęt aktywny możemy wymienić, jeżeli okaże się, iż zbyt nisko oszacowaliśmy potrzeby. Nawet istnieje szansa, że uda się odzyskać część zainwestowanych środków. W przypadku okablowania nie możemy liczyć na tak łatwą wymianę, a o sprzedaży używanych elementów pasywnych raczej możemy zapomnieć.

Rozdział 11.

Reakcja na awarie

Prawdopodobieństwo wystąpienia mniejszej lub większej awarii jest wysokie — jest to niemal pewne. Użytkownicy sieci zwykle nie odczuwają skutków tudzież dyskomfortu spowodowanego problemami w jej działaniu. Dzieje się tak w przypadku dojrzałego środowiska, które jest zarządzane przez doświadczonych administratorów. Ów stan rzeczy osiągalny jest jedynie poprzez wypracowanie stosownych mechanizmów, które w sposób optymalny zabezpieczą ciągłość pracy sieci. Na myśli mam zabezpieczenie funkcjonujących usług. Niedomagania pewnych fragmentów, obszarów infrastruktury teleinformatycznej zdarzają się, ale kluczem do sukcesu jest uzyskanie przezroczystości takiego wydarzenia na logiczne działanie sieci. Sieć nie może być przyczyną strat biznesowych, które będą występować na skutek jej awarii. Wykluczenie sieci jako potencjalnego czynnika uszczerbku dla zysku firmy nie jest równoznaczne z założeniem, że nie ma ona prawa mieć zaburzeń w działaniu. Powiadam ponownie, iż wszelkie anomalie czy planowane przestoje winny być przezroczyste dla użytkowników sieci teleinformatycznej.

Niniejszą pozycję otwiera prolog, w którym to opisałem poważną i dramatyczną w skutkach awarię sieci. Zakładam, iż udało mi się pobudzić Państwa wyobraźnię, co miało na celu przygotowanie Was mentalnie do omówienia owej sytuacji i wyciągnięcia stosownych wniosków.

Wspomniana historia miała ciąg dalszy. Wystąpienie tak dużej awarii musiało zalarmować kadrę zarządzającą wysokiego szczebla, a co za tym idzie należało wskazać osobę odpowiedzialną za ten stan rzeczy. W tym momencie nastąpił niespodziewany impas. Obwiniano „nowych” za to, iż ich sprzęt przeciążył sieć energetyczną. Ci z kolei mieli pretensje, że nie mogą pracować, że nic nie działa. Oni tylko przenieśli sprzęt we wskazane miejsce. Przepychanie się odpowiedzialnością trwało.

Dla mnie sprawa była jasna od samego początku. Winę ponosił główny administrator serwerowni oraz podmiot kierowniczy. Dotychczas sieć teleinformatyczna była najmocniej eksploatowana pomiędzy godziną 7 a 18. Dawało to dość duże okno czasowe na pewne prace administracyjne i serwisowe. Okazało się, iż przeniesione struktury firmy świadczą usługi typu help desk w trybie 24/7! W tym miejscu pojawia się pierwsza przyczyna awarii. Nikt nie pochylił się nad analizą tego, jak się w takich okolicznościach zachowa infrastruktura. Nikt nie zbadał, czy instalacje towarzyszące zagwarantują dostateczne wsparcie dla takiej pracy.

Serwerownia przyjęła stosunkowo dużą ilość nowego sprzętu. O ile problem z miejscem na nowe szafy został rozwiązany i o ile znalazła się także luka na nowe odcinki okablowania poziomego, to zapomniano o analizie konsekwencji dokonanej syntezy infrastruktury. „Pierwsze *primo*” obejmować powinno ocenę możliwości bezpiecznego zasilania nowych urządzeń, a co za tym idzie zagwarantowanie im również źródła awaryjnego. Nie dokonano tego. Skutki zaniechania owego procesu były fatalne, gdyż bezpośrednią przyczyną unieruchomienia całej infrastruktury było przepalenie się przewodów elektrycznych, które stanowiły główne źródło zasilania. W takiej sytuacji winno się dokonać automatyczne przełączenie na obwód zapasowy. Nie każda serwerownia taki posiada — mimo że w sieciach często występują agregaty prądotwórcze, korzystają one z tych samych obwodów.

Wracając do meritum, nie jestem ekspertem w dziedzinie energetyki. Chciałbym wysłuchać analizy doświadczonego inżyniera z tej materii. Na marginesie, sam fakt przepalenia się przewodów bardzo mnie martwi.

Badając głębiej zaistniałą sytuację, dostrzegłem kolejne zagrożenie, które w przyszłości może być przyczyną potencjalnych kłopotów. Serwerownia w sensie pomieszczenia jest jedna. W niej znajduje się sprzęt pasywny i aktywny obsługujący „układ nerwowy” sieci LAN. Dodatkowo, jak sama nazwa wskazuje, umieszczone są w niej serwery, fizycznie maszyny (hardware). O ile infrastrukturą teleinformatyczną zarządza administrator sieci, to samymi serwerami zajmują się administratorzy lokalni — mam na myśli osoby, które pracują na rzecz konkretnych działów w firmie. Maszyny wszyscy solidarnie „przechowują” w serwerowni. Taka praktyka w dużych korporacjach jest zasadna i zdaje się najbardziej właściwa. Mimo najszczerszych chęci maksymalnego ograniczenia fizycznego wstępu do serwerowni taka konieczność sporadycznie może zaistnieć. Wynika z tego, że każdy administrator serwera (serwerów) powinien mieć kartę wstępu. W tym momencie pojawia się na horyzoncie problematyka współodpowiedzialności za środowisko oraz aspekty solidarności i poszanowania pracy innych. To trudny i skomplikowany temat, jednak jakże ważny dla pracy sieci. Reasumując, im więcej osób ma prawo wejść do serwerowni, tym większe jest ryzyko awarii spowodowanej błędami w administracji. W omawianej sytuacji ryzyko to należało uprzednio oszacować i podjąć kroki zaradcze wobec przyznania prawa wstępu nowym osobom, chociażby dlatego, iż nie znając infrastruktury, stanowią one potencjalne zagrożenie. Owo niebezpieczeństwo może przełożyć się na kłopoty w funkcjonowaniu sieci powstałe na skutek niezamierzonych, aczkolwiek błędnych działań.

Przyjmijmy, iż administrator sieci teleinformatycznej odpowiada za całą serwerownię wraz z serwerami (software), którymi zarządzają wyznaczone osoby. W takich okolicznościach elementami ważnymi dla bezpieczeństwa infrastruktury są osobowość i cechy charakteru administratora. Załączek tematyki budowania autorytetu zawarłem w rozdziale 5. Warto ponownie pochylić się nad tymi zagadnieniami i rozszerzyć swoją wiedzę.

Tabela 11.1 zawiera zestawienie faktów, które stanowiły główny powód wystąpienia omawianego problemu.

Tabela 11.1. *Zestawienie przyczyn i skutków awarii*

Przyczyna	Skutek
Nie dokonano sprawdzenia instalacji elektrycznej pod względem możliwości obsłużenia dodatkowych urządzeń.	Uległy przepaleniu przewody instalacji elektrycznej, co w konsekwencji unieruchomiło sieć teleinformatyczną.
Nie wykonano analizy potrzeb dla nowego działu pracującego w trybie 24/7.	Brak wiedzy na temat wydajności i obciążenia sieci. Brak informacji, jak owa sytuacja wpłynie na obsługę dotychczasowych klientów sieci LAN.
Nie pochyłono się nad problemem przyznania dostępu dodatkowym osobom.	Stworzenie potencjalnego zagrożenia dla sieci w postaci błędnych działań nowo przybyłych administratorów serwerów lokalnych (bez znajomości środowiska teleinformatycznego).
Błędy w zarządzaniu przedsięwzięciem.	Prawdopodobnie zaszło zjawisko rozmycia się odpowiedzialności, które sprzyja myśleniu „to nie moja działka”, „inni to zrobią”, „swoje wykonałem”, „ważne, abym miał czyste ręce”.

Tak poważna awaria musiała przełożyć się na wymierne straty biznesowe. W przypadku działu wsparcia (help desku), który świadczył usługi na zasadzie outsourcingu, zostały zablokowane niemal wszystkie kanały dostępu dla potencjalnych petentów. Brak zasilania pozbawił go zdolności operacyjnej w oparciu o telefonię stacjonarną; wyłączyła się centrala telefoniczna. Alternatywny kanał dostępu poprzez Internet z wiadomych przyczyn także nie zapewniał wsparcia. Jediną formą kontaktu użytkowników z serwisem wspierającym były telefony komórkowe. Wprawdzie istnieją mechanizmy pozwalające na przekierowanie rozmów z numerów stacjonarnych bezpośrednio do sieci mobilnych, ale pamiętajmy, iż taka operacja wymaga dodatkowego zaangażowania i zapewne generuje dodatkowe koszty. Każdorazowo zastosowanie jakiegokolwiek „protezy” wymaga usunięcia jej zaraz po naprawieniu awarii, a za tym idzie potrzeba ponownego zaangażowania dodatkowych środków.

Świadczenie jakichkolwiek usług odbywa się w oparciu o umowy, które zobowiązują zainteresowane strony do wzajemnego wywiązywania się z porozumienia. W przypadku niedotrzymania warunków, a w tym przypadku tak było, zleceniobiorca ponosi konsekwencje. Zazwyczaj są to kary finansowe.

Trzecim negatywnym aspektem omawianego zdarzenia jest podkopanie wiarygodności firmy usługobiorczej dla jej zleceniodawcy. Pochodną tego jest obniżenie zaufania klientów do firmy, która zleciła świadczenie usługi typu help desk.

Skutki omawianej awarii wykroczyły poza wspomniany dział wsparcia. Skutecznie zostały zablokowane wszystkie pozostałe procesy, które wykorzystywały sieć informatyczną, a każdy nieuzasadniony i nieplanowany przestój generuje koszty.

Przywrócenie zasilania automatycznie nie niweluje następstw awarii. Odzyskanie pełnej zdolności operacyjnej wymaga reanimacji sieci logicznej, central telefonicznych i serwerów. Z tymi ostatnimi może być najwięcej problemów. Te maszyny, które zdążyły się „położyć”, powinny „wstać” bez większych problemów. Większym powodem do nie

pokoju są serwery, których praca została przerwana nagle. Jeżeli owe jednostki obliczeniowe były w trakcie wykonywania strategicznych operacji, to powstaje dodatkowy problem. Może zaistnieć konieczność skorzystania np. z kopii bazy danych.

Zestawienie potencjalnych strat biznesowych ujęto w tabeli 11.2.

Tabela 11.2. *Potencjalne straty biznesowe*

Obszar potencjalnych strat	Koszty
Usunięcie awarii, w tym wszelkich protez i zaślepek	Wykonanie naprawy w trybie ekspresowym kosztuje znacznie więcej aniżeli taka sama usługa wcześniej zaplanowana. Dodatkowo należy się liczyć z tym, iż nie zawsze można od razu w pełni usunąć usterkę. Może więc pojawić się konieczność ponownej ingerencji. Koszty generują także wszelkie protezy pozwalające na tymczasowe wznowienie pracy.
Przestój w pracy	Projekt jest przedsięwzięciem, które ma określony budżet i ramy czasowe. Przestój w pracy wymaga przeplanowania harmonogramu prac tudzież zaangażowania dodatkowych zasobów ludzkich.
Wiarygodność	Poważne awarie, które mają istotny wpływ na wizerunek i zysk klienta zlecającego usługę, niosą negatywne skutki dla wizerunku firmy. Budowanie marki i zaufania społecznego jest procesem bardzo kosztownym i długotrwałym. Wszelkie straty w tym obszarze z pewnością będą solą w oku każdego przedsiębiorcy, w szczególności gdy źródłem ich powstania nie będzie firma sama w sobie.
Utrata danych, konieczność ponownej konfiguracji serwerów, niepełne obliczenia etc.	Drastyczne przerwanie pracy serwera, który dodatkowo wykonuje złożone obliczenia, może kosztować administratora sporo wysiłku. W skrajnych przypadkach zajdzie konieczność odtworzenia np. bazy danych i wykonania operacji ponownie. To tylko jeden z wielu możliwych scenariuszy.

Przyjmując do wiadomości, iż w bliżej nieokreślonym czasie przyjdzie nam się zmierzyć z jakąś awarią sieci, powinniśmy się przygotować na takowe zdarzenie.

Algorytm zarządzania incydem

Prawdopodobieństwo wystąpienia awarii sieci teleinformatycznej graniczy niemal z pewnością. Nie wiemy kiedy, nie znamy obszaru wystąpienia ani skali zdarzenia, natomiast pewne jest, że infrastruktura, administrator oraz użytkownicy sieci powinni być przygotowani na wypadek wystąpienia usterki.

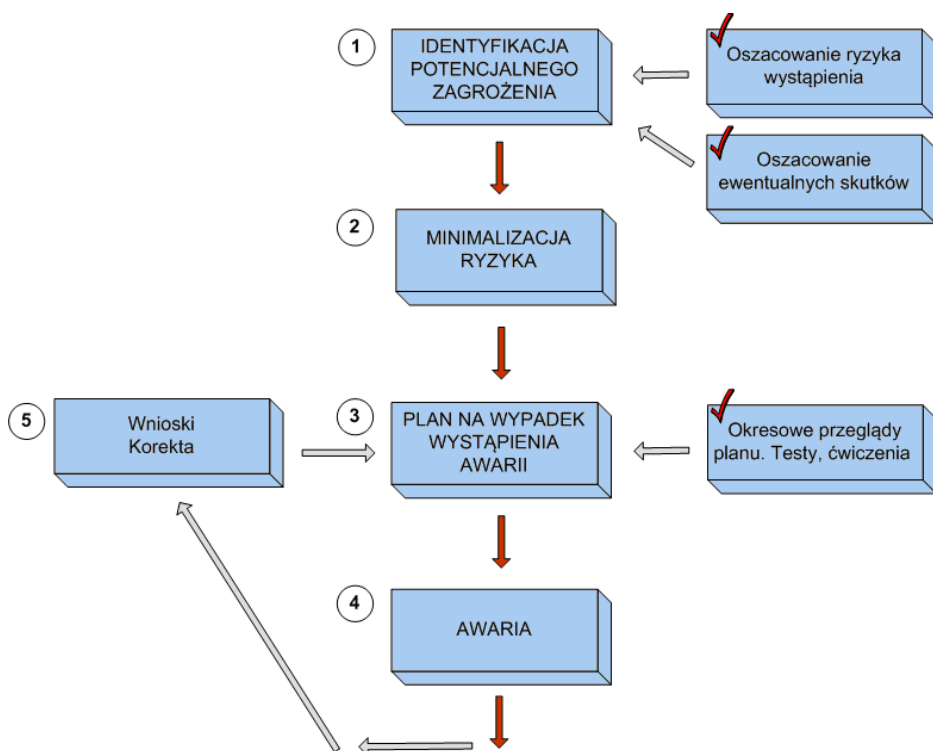
Proces zarządzania bezpieczeństwem sieci można oprzeć na kilku kluczowych elementach.

Pierwszym krokiem jest wypunktowanie wszystkich możliwych zagrożeń. Posiadając listę czynników, które mogą negatywnie wpłynąć na pracę sieci, należy oszacować ryzyko ich wystąpienia oraz ewentualne tego skutki. Na bazie gruntownie przeprowa-

dzionej analizy oraz wniosków z niej płynących trzeba przygotować koncepcję minimalizacji ryzyka. Powinna ona obejmować redukcję przyczyn i możliwych następstw awarii. W oparciu o powstały dokument powinny zostać wdrożone stosowne rozwiązania i procedury, które ograniczą ryzyko. Trzecim i jednocześnie strategicznym elementem jest plan na wypadek wystąpienia awarii. Powinien on zawierać wszystkie przewidywalne zdarzenia oraz metody postępowania w ich obliczu. Strategia działań awaryjnych powinna być znana wszystkim użytkownikom sieci, a w szczególności osobom odpowiedzialnym za zarządzanie infrastrukturą. Kluczowe dla powodzenia takich czynności są okresowe przeglądy planu, testy i ćwiczenia procedur.

Wystąpienie incydentu winno automatycznie wyzwolić sekwencję zdarzeń, która została zdefiniowana w planie przeciwdziałania awarii. Niezwłocznie po tym, jak kurz opadnie, należy wysunąć wnioski dotyczące skuteczności i efektywności procedur. W razie konieczności trzeba wprowadzić korektę w planie. W taki sposób powołamy do życia proces samodoskonalenia w obszarze działań awaryjnych.

Podstawowy algorytm zarządzania potencjalnymi problemami z siecią przedstawia rysunek 11.1.



Rysunek 11.1. Podstawowy algorytm zarządzania bezpieczeństwem sieci

Każdy plan powinien zostać przygotowany w sposób dedykowany dla konkretnej sieci. Uniwersalne rozwiązania posiadają luki wynikające ze specyfiki każdej infrastruktury. Pochylając się nad tematyką zagrożeń oraz planem świadomych kroków mających

prowadzić do osiągnięcia określonego celu, należy pamiętać, aby koszty minimalizacji ryzyka nie przewyższyły ewentualnych strat. W pewnych sytuacjach może warto tylko monitorować zagrożony obszar. Wymaga to pogodzenia się z ryzykiem wystąpienia akurat tego problemu wraz z jego konsekwencjami. Sieć teleinformatyczna razem z instalacjami towarzyszącymi powinna być zaprojektowana w sposób optymalny. Analogiczna sytuacja powinna mieć miejsce w obszarze kosztów utrzymania infrastruktury i zarządzania nią.

Realizacja projektu sieci zawsze powinna zostać poprzedzona wnikliwym wywiadem dotyczącym potrzeb klienta. Uzyskamy w ten sposób wiedzę na temat tego, jaki „biznes” docelowo będzie realizowany w oparciu o zamawianą instalację. Zebrane dane po analizie zwrócą informację o tym, które obszary są strategiczne. Zabieg ten pozwoli na zaproponowanie określonych rozwiązań. Inną kwestią jest przekonanie klienta, że wdrożenia rekomendowane na poziomie szczegółowym są niezbędne tudzież optymalne dla kompleksowego bezpieczeństwa sieci logicznej.

Firma organizuje przetarg na wykonanie sieci LAN w nowo wybudowanym biurowcu. Zgłasza się kilka podmiotów, każdy przedstawia swoją koncepcję. Założmy, iż wszystkie projekty zabezpieczają potrzeby zamawiającego. Zastanówmy się, dlaczego finalne koszty inwestycji potrafią się tak bardzo różnić. Część rozbieżności wynika z różnorodności zastosowanych komponentów, płac dla inżynierów, możliwości zleceniobiorcy etc. Tym niemniej spora suma ueziera się właśnie z oszczędnego obejścia się z aspektami bezpieczeństwa sieci. Realizacja takiej inwestycji może sprawić zamawiającemu przykrą niespodziankę. Co prawda sieć będzie działała, ale obszary odpowiadające za bezpieczeństwo będą zaprojektowane minimalistycznie. Natomiast przeszacowanie w materii ograniczania ryzyka wystąpienia awarii lub przeciwdziałania jej skutkom może odpowiadać za znaczną zwwyżkę kosztów przedsięwzięcia.

Faktem jest, iż docelowo projekt trzeba sprzedać. Zrealizowanie go w sposób minimalistyczny może okazać się w dłuższej perspektywie zgubne dla zleceniobiorcy. Docelowo infrastruktura stanie się środowiskiem produkcyjnym, od którego będzie się wymagać niezawodności i skuteczności. Sieć będzie się borykać z rzeczywistymi problemami. Brak dostatecznego wsparcia będzie skutkować awariami. Awariami, za które obwiniony zostanie projektant lub wykonawca. Nie za wiele pomogą wyjaśnienia, że klient podpisał projekt i odebrał inwestycję. Lawinowo będą się pojawiać oskarżenia o brak kompetencji i zatajanie zagrożeń, aby sprzedać projekt etc. Innymi słowy będą kłopoty. Co prawda, jeżeli dokumentację projektową, prawną i księgową prowadziliśmy skrupulatnie, to prawo jest po stronie wykonawcy. Cóż jednak z tego, jeżeli silnym kanałem marketingowym, jakim jest poczta pantoflowa, popłynie fala krytyki. Nie sposób każdemu potencjalnemu klientowi wyjaśniać całą sprawę indywidualnie.

Odwróćmy sytuację. Dochodzi do awarii. Procedury oraz infrastruktura są przygotowane optymalnie. Wszystko zadziałało zgodnie z planem. Obszary strategiczne zostały ochronione. Miejsca, które klient uprzednio oznaczył jako najmniej istotne, ucierpiały „zgodnie z planem”. Z pewnością inwestor skieruje w naszą stronę słowa uznania za czujność i profesjonalizm. Poczta pantoflową rozejdzie się pozytywna opinia na temat firmy. W dłuższej perspektywie taka postawa pozwoli na wypracowanie marki i zafufania. Wartością dodaną będzie uzyskanie satysfakcji z pracy.

Awaria systemu okablowania

Zakres następstw awarii sieci strukturalnej zależy od tego, który element i w jakim miejscu uległ uszkodzeniu. Przerwanie lub spadek parametrów odcinka poziomego w standardowej sytuacji dotyczy pojedynczego punktu abonenckiego. Wiemy, iż każde gniazdo posiada własny przewód — dlatego też awaria tylko kabla niesie niewielkie zagrożenie dla całej sieci. Większość konsekwencji poniesie użytkownik felearnego punktu abonenckiego. Pośrednio skutki przestoju mogą być odczuwalne przez resztę współpracowników, aczkolwiek będą się one odnosiły do tymczasowej utraty zdolności operacyjnej kolegi, a nie samej infrastruktury. Stanowi to pewien kłopot w przypadku członkostwa owego użytkownika w grupie projektowej, która akurat czeka na efekty jego pracy. Tym niemniej tego typu usterki zwykle są szybko usuwane, a do tego czasu z powodzeniem można wesprzeć się dodatkowymi urządzeniami lub skorzystać z sąsiedniego stanowiska.

Całkowite przerwanie kabla lub większości żył wymaga jego ponownego ułożenia. To jest kwestia bezdyskusyjna. Punkt abonencki składa się z dwóch gniazd RJ-45. Jedno obsługuje telefon, zaś drugie komputer. W przypadku utraty sygnału w jednym z nich — założmy, iż będzie to sieć LAN — administrator wspólnie z użytkownikiem sieci może zdecydować, które urządzenie jest bardziej niezbędne do pracy. Jeżeli komputer, to sygnał logiczny zostanie przydzielony do działającego gniazda, a telefon automatycznie zostanie wypięty. Następnie informatyk niezwłocznie przystąpi do wymiany wadliwego fragmentu okablowania poziomego. Po zakończeniu pracy i przetestowaniu nowego przewodu administrator przywróci pierwotny porządek organizacji punktu abonenckiego.

Częściowe uszkodzenie przewodu, w wyniku którego wystąpi pogorszenie parametrów transmisyjnych traktu, niekoniecznie musi dyskwalifikować taki odcinek z eksploatacji. W sytuacji kiedy wymiana takowego kabla może okazać się kłopotliwa albo okoliczności będą na tyle niesprzyjające, iż nie będziemy mogli tej operacji wykonać, możemy spróbować zaadaptować ten odcinek do obsługi telefonu analogowego. Odwracając sygnał pomiędzy słabszym a pełnowartościowym gniazdem, może nam się udać przywrócić pełną funkcjonalność punktu abonenckiego. Funkcjonowanie technologii VoIP w firmie automatycznie uniemożliwia taki manewr.

Co zrobić, kiedy jeden z kabli ulegnie całkowitemu uszkodzeniu, a stanowisko pracy wymaga telefonu i komputera? Doświadczony i przewidujący administrator posiada na stanie niewielki przełącznik, który można zastosować jako tymczasową protezę sieci. Jest to rozwiązanie mało eleganckie, aczkolwiek zazwyczaj skuteczne. Informatyk wpina urządzenie do gniazda logicznego w sąsiednim punkcie abonenckim. Komputery, które muszą mieć dostęp do sieci LAN, wpina bezpośrednio do switcha. Wcześniej wspominałem, iż jest to zabieg doraźny. Wymaga on szczególnej ochrony kabli stacyjnych, na przykład przed zginiataniem ich kółkami fotela obrotowego. Wdrożenie takiego rozwiązania uwarunkowane jest możliwościami architektonicznymi sieci LAN (zasady tworzenia sieci Ethernet). Po usunięciu awarii administrator przywraca dotychczasową formę podłączenia urządzeń.

Bardziej ciekawym zdarzeniem jest usterka sieci szkieletowej. Awaria włókien światłowodu lub całego światłowodu, który obsługuje transmisję pomiędzy punktami dystrybucyjnymi, niesie ze sobą zdecydowanie poważniejsze konsekwencje aniżeli uszkodzenie pojedynczego odcinka poziomego. W takiej sytuacji następuje odseparowanie od głównej struktury całego piętra lub nawet budynku. Bezcenne jest wtedy posiadanie redundantnego okablowania pionowego (patrz rozdział 9.). Uszkodzenie włókien, w oparciu o które odbywała się transmisja, można spróbować ominąć poprzez wykorzystanie sprawnych nadmiarowych włókien tego samego przewodu. Zabieg ten przywróci łączność pomiędzy punktami dystrybucyjnymi. Zyskamy także czas na ewentualne ułożenie dodatkowego światłowodu, który będzie stanowił dodatkowe zabezpieczenie sieci szkieletowej.

Poważniejszym incydentem będzie uszkodzenie całego kabla w odcinku pionowym. W takich okolicznościach ratuje nas tylko posiadanie redundancji 1:1 sieci szkieletowej. Administrator sieci skieruje wówczas ruch poprzez zapasowy światłowód. Zabieg ten odbędzie się poprzez stosowne podłączenie urządzeń aktywnych do wybranych gniazd w panelu krosowniczym (przejsie na redundantny obwód logiczny, drugi światłowód). Jeżeli nie będziemy posiadali nadmiarowego okablowania pionowego, jedynym ratunkiem będzie niezwłoczna wymiana przewodu. Projektując taką sieć strukturalną, tzn. bez redundancji, należy wkalkulować ryzyko strat operacyjnych w koszty firmy. Awaria traktów łączących budynki rządzi się podobnymi prawami co zdarzenia związane z sekcjami pionowymi. Nieco większe trudności mogą wystąpić przy usuwaniu awarii z uwagi na aspekty kanalizacji pierwotnej i wtórnej oraz samego faktu ułożenia kabla w gruncie, tym niemniej zasady tworzenia redundancji są analogiczne.

Skuteczność zabezpieczenia opartego na nadmiarowości włókien lub kabli zależy od utrzymania sprawności zapasowych traktów transmisyjnych. Administrator winien wykonywać testy przyłączeniowe, które pozwolą na weryfikację kondycji dodatkowych światłowodów.

Niepozornie wyglądające usterki kabli krosowniczych mogą być przyczyną wielu kłopotów i stresu w trakcie identyfikacji problemu. Patchcords wymagają poszanowania określonych zasad instalacji. Należy pamiętać o zagwarantowaniu odpowiedniego promienia zgięcia kabla. Źle ułożony w szafie kabel światłowodowy może być wąskim gardłem sieci. Administrator będzie się zastanawiał, dlaczego nie osiągamy 10 Gb/s, a przyczyną będzie nadmierne zgięcie kabla. Drugim obszarem kłopotów często okazują się wtyczki i gniazda. Zastosowanie wątpliwej jakości elementów pasywnych w dłuższej perspektywie może doprowadzić do powstania luzu na granicy gniazda i wtyku. Problem ten pogłębiają sami administratorzy, używając kabli z wyłamanymi klipsami przy wtyczkach. Bardzo ważne jest, aby patchcord był osadzony pewnie i stabilnie w panelu krosowniczym oraz gnieździe urządzenia aktywnego.

Awaria systemu okablowania może wystąpić w wielu miejscach. Administrator powinien być przygotowany do takich sytuacji poprzez posiadanie zapasowych kabli, niezbędnych narzędzi i urządzeń. Niezwykle ważna jest również znajomość infrastruktury oraz posiadanie aktualnej dokumentacji sieci.

Awaria urządzeń aktywnych

Problemy w funkcjonowaniu sieci pojawiają się także na skutek wadliwej pracy urządzeń aktywnych. Awaria sprzętu aktywnego niesie ze sobą znacznie poważniejsze konsekwencje aniżeli usterka okablowania. W tym drugim przypadku unieruchomione zostanie jedno stanowisko lub ewentualnie odizolowany od głównej struktury zostanie pewien obszar sieci. Tak wydzielona strefa w obrębie swojej grupy roboczej (przełącznika) może nadal swobodnie pracować.

Awaria przełącznika obsługującego grupę roboczą automatycznie odcina jakąkolwiek komunikację wszystkich maszyn korzystających z tego urządzenia. Dodatkowo nieobsługiwane są żądania nadchodzące z pozostałych sekcji sieci do komputerów z uszkodzonego obszaru (przełącznika). W takiej sytuacji szybką i skuteczną metodą zaradczą wydaje się wymiana wadliwego urządzenia. Powyższy scenariusz stanowi kolejną przesłankę, aby administrator posiadał na wyposażeniu dodatkowy switch. Szybkie, skuteczne, nawet doraźne rozwiązanie zabezpieczy podstawowe potrzeby użytkowników sieci. Zyskamy w ten sposób czas na pełną analizę przyczyn usterki oraz jej usunięcie.

Sytuacja nieco się komplikuje w przypadku uszkodzenia urządzeń aktywnych w sieci szkieletowej. Skutki takowej awarii są daleko idące. Problemy z przełącznikiem szkieletowym pozbawiają sieć komunikacji pomiędzy jej poszczególnymi sektorami, w tym serwerami i pamięcią masową. Taka sytuacja nie powinna mieć miejsca — mam na myśli utratę łączności w sieci szkieletowej, gdyż niedomagania urządzeń aktywnych z całą pewnością wystąpią.

Działania prewencyjne przeciw wystąpieniu krytycznych awarii infrastruktury szkieletowej powinny być podejmowane już na etapie projektowania sieci LAN. Praca analityczna winna wyłonić urządzenia, które trzeba zaimplementować w redundancji 1:1. Dywersyfikacja koniecznie musi obejmować strategiczne przełączniki i routery. W przypadku routera, który stanowi węzeł sieci LAN na styku MAN/WAN, warto przy okazji pomyśleć nad zabezpieczeniem dostępu do Internetu z drugiego, niezależnego źródła. Urządzenia pracujące w parze (podstawowe, zapasowe) logicznie występują jako jedno urządzenie. Oba przełączniki regularnie monitorują się wzajemnie. Przejęcie pracy przez switch zapasowy odbywa się automatycznie.

Dublowanie urządzeń sieci szkieletowej niesie ze sobą konieczność dostosowania okablowania pionowego do obsługi takiej redundancji. Nadmiarowy sprzęt wymaga dodatkowych odcinków kabli, a co najmniej przypisanych włókien w światłowodzie. Kolejnym krokiem jest zagwarantowanie redundancji zapasowych traktów. Wszystko to wpływa na rozbudowanie infrastruktury pasywnej sieci. Zwiększając bezpieczeństwo sieci logicznej, automatycznie zwiększamy ilość elementów systemu okablowania.

Naturalną czynnością po wystąpieniu awarii wydaje się jej natychmiastowe usunięcie. Takie działanie może się jednak okazać przedwczesne i w dłuższej perspektywie zgubne. Eliminacja samej usterki jest koniecznością, tym niemniej najpierw trzeba zidentyfikować przyczynę jej wystąpienia i wyeliminować czynniki, które się do niej przyczyniły. Dopiero tak przygotowane środowisko daje pewność, iż podjęte kroki zaradcze przyniosą spodziewane efekty.

Przyjmijmy, że określony przełącznik uległ awarii na skutek częstych skoków napięcia, które to od dłuższego czasu „męczyły” urządzenie, aż odmówiło posłuszeństwa. Wstawienie nowego switcha bez eliminacji anomalii występujących w zasilaniu prawdopodobnie przyniesie w dłuższej perspektywie analogiczny efekt. W tabeli 11.3 zawarłem wykaz możliwych przyczyn awarii i ewentualnych skutków takiego zdarzenia.

Tabela 11.3. Zestawienie potencjalnych przyczyn usterek i ich możliwych skutków

Potencjalna przyczyna	Możliwa usterka
Zła jakość zasilania	Niestabilna praca urządzenia lub jego całkowite uszkodzenie.
Błędy konfiguracyjne	Błędna konfiguracja może objawić się utajnionymi problemami odroczonymi w czasie. Sieć może pracować niestabilnie, może obniżyć się jakość pewnych usług (QoS) etc.
Wady oprogramowania urządzenia	Upgrade systemu może okazać się nieudany — w takich okolicznościach należy wrócić do poprzedniego oprogramowania. Nowy software zawsze niesie ryzyko wystąpienia błędów w nim zawartych. Wpłyne to bezpośrednio na pracę urządzenia. Administrator, decydując się na aktualizację, zobowiązany jest na pewien czas objąć szczególną obserwacją switch lub router.
Przekroczenie dopuszczalnych wartości parametrów pracy	Każde urządzenie ma określone parametry warunków pracy, które to określa producent. Niespełnienie owych wytycznych może wpłynąć negatywnie na pracę sprzętu aktywnego.
Zagrożenia fizyczne (woda, ogień)	Są to ekstremalne zdarzenia, aczkolwiek pewne prawdopodobieństwo ich wystąpienia istnieje. Bezpośredni kontakt sprzętu z wodą lub ogniem zazwyczaj skutkuje jego całkowitym zniszczeniem.
Przekroczenie maksymalnych możliwości urządzenia	Sprzęt aktywny ma ściśle określoną wydajność. Błędy w projekcie lub nieprzemyślane zarządzanie ruchem w sieci szkieletowej mogą skutkować wyczerpaniem zdolności przełączania (zapchanie switcha, routera). W najlepszym przypadku urządzenie przełączy się z trybu full duplex na half duplex.

Awaria zasilania

Zanik zasilania jest jedną z poważniejszych awarii, jakie mogą dotknąć sieć informatyczną, dlatego też należy w sposób szczególny i niezmiernie staranny zabezpieczyć infrastrukturę przed tego typu zagrożeniem. Brak zasilania z sieci energetycznej może mieć charakter długotrwały lub chwilowy. Zazwyczaj pierwszy scenariusz będzie skutkiem awarii traktacji energetycznej po stronie operatora lub też przerwania obwodu elektrycznego znajdującego się w obrębie budynku. Przyczyną drugiej sytuacji może być natomiast chwilowe pogorszenie się jakości zasilania z sieci, „wyskoczenie” bezpieczników lub też zamierzone i tymczasowe wyłączenie obwodu.

Pierwszą linią obrony przed zanikiem zasilania są urządzenia typu UPS. Ich zadaniem jest podtrzymanie funkcjonowania strategicznych urządzeń do czasu włączenia i ustabilizowania się napięcia z agregatu prądotwórczego. Równolegle w zyskanym w ten sposób czasie serwery wytypowane do wyłączenia się realizują to zadanie. Proces uru-

chamiania prądnicy powinien nastąpić automatycznie. Generator wywiąże się ze swojego obowiązku, jeżeli obwody sieci elektrycznej będą sprawne. W momencie przywrócenia podstawowego zasilania agregat przerwie pracę i przejdzie w tryb oczekiwania. Chwilowy spadek napięcia, który bez udziału urządzeń UPS zresetowałby serwery, nie powinien być sygnałem do angażowania prądnicy.

Instalacja elektryczna zaimplementowane ma bezpieczniki, które stanowią zabezpieczenie odbiorników i samej instalacji przed nadmiernym natężeniem prądu. Zadaniem administratora jest wiedzieć, gdzie znajdują się skrzynki z bezpiecznikami i za co każdy z nich odpowiada. Brak takiej wiedzy stanowi zagrożenie dla ciągłości pracy sieci teleinformatycznej. Rolą inżyniera elektryka jest prawidłowo zaprojektować sieć elektryczną wraz z niezbędnymi zabezpieczeniami.

Opisana uprzednio sytuacja (awaria zasilania) jasno wskazała na konieczność posiadania drugiego obwodu zasilania energetycznego, który przejąłby zadanie obwodu uszkodzonego. Posiadanie tylko jednego obwodu zasilania w przypadku jego awarii zamyka nam drogę do skorzystania z alternatywnych źródeł energii (agregat) i zostawia do dyspozycji tylko urządzenia UPS. Powstaje wtedy ciekawa sytuacja. UPS przejmuje podtrzymanie napięcia, natomiast agregat może się nie włączyć (zależy to od tego, gdzie jest badane napięcie i co inicjuje proces), a nawet jeśli to się stanie i nastąpi przełączenie z zasilania gwarantowanego na zapasowe, to prąd nie zasili serwerowni z uwagi na uszkodzony obwód. Pytanie brzmi: kiedy administrator zorientuje się, że brakuje zasilania? Załóżmy, iż dostanie informację od razu. Będzie oczekiwał podania napięcia z agregatu, który może się z powodzeniem włączyć. Czas będzie płynął, zapas energii w UPS będzie malał. Sytuacja będzie stracona — nawet jeśli administrator się zorientuje, że obwód został przerwany, to pozostanie mu niewiele czasu na wygaszanie serwerów. Dlatego tak ważne jest posiadanie drugiego obwodu, który automatycznie przejmie obowiązki pierwszego. Fakt przełączenia się na drugi obwód powinien automatycznie zostać zareportowany administratorowi, który niezwłocznie przystąpiłby do szukania przyczyny awarii. W przytoczonym przypadku winien on zmniejszyć pobór prądu z sieci elektrycznej (wyłączyć wszystko, co się da) i wezwać serwis elektryczny. Tu jednak nie było drugiego obwodu i skutki okazały się dość nieprzyjemne.

Agregat prądotwórczy stanowi awaryjne źródło prądu elektrycznego. Uruchomienie prądnicy powinno nastąpić automatycznie. Takie rozwiązanie powinno podtrzymać pracę sieci teleinformatycznej do czasu przywrócenia napięcia w zasilaniu podstawowym. Decydując się na taki system, uprzednio należy skrupulatnie obliczyć potrzeby naszej sieci, tak aby agregat był w stanie dostarczyć wystarczającą ilość mocy. Błędy w tej materii mogą doprowadzić do awarii samego agregatu lub też do zabezpieczenia zasilania dla niewielkiej części urządzeń.

Nikt zbyt nie przejmując się jakąkolwiek dokumentacją, dopóki nie zajdzie konieczność odwołania się do niej. Nerwowe poszukiwania tylko pogłębiają frustrację. Uff! Udało się! Mam! Zaglądamy do projektu, który okazuje się już od wielu miesięcy czy lat nieaktualny. Komentarza tu wielkiego nie trzeba — wystarczy przypomnieć sobie tekst inwokacji z *Pana Tadeusza* autorstwa Adama Mickiewicza. Dokumentacja musi być jasna, czytelna, zawsze aktualna, posiadać kopie i znajdować się w bezpiecznym oraz dostępnym miejscu.

Tajniki sieci elektrycznych zazwyczaj nie są mocną stroną administratorów sieci LAN. Wystąpienie awarii w tym obszarze wymaga wsparcia ze strony inżyniera elektryka. Im szybciej usuniemy awarię, tym mniej strat poniesie firma. Wobec powyższego wskazane jest posiadanie bazy firm, które darzymy zaufaniem i których kompetencje cenimy. Awaria może wystąpić w nocy czy w dni zwyczajowo wolne od pracy. Problem może się również okazać złożony, niestandardowy. Mijmy „pod ręką” kompetentne osoby, które będą mogły nam pomóc w trudnych sytuacjach. Wyobraźmy sobie sytuację, w której do awarii przychodzi elektryk mający doświadczenie jedynie w instalacjach domowych. Prawdopodobnie niewiele nam pomoże, a kosztować nas to będzie cenny czas.

Testy oraz okresowe przeglądy instalacji i urządzeń zapasowych są absolutną koniecznością. Złośliwość rzeczy martwych wychodzi na jaw w najmniej oczekiwanym momencie. Agregat prądotwórczy przekształca energię mechaniczną na elektryczną — jest to silnik zasilany paliwem (benzyna, ropa). Trzeba o niego dbać, wykonywać jego okresowe uruchomienia, serwisować. Przy okazji wykonywania tych czynności osoby odpowiedzialne za prądnicę będą odbywać szkolenie z obsługi jednostki. Niezbyt miłą niespodzianką byłoby nieuruchomienie się agregatu z uwagi na brak ropy w baku albo gdyby paliwa wystarczyło na naciąganą godzinę pracy. Warto także wykonywać testy polegające na przełączaniu sieci na zapasowy obwód zasilania. Zabieg taki da nam informacje o skuteczności takiej ochrony, a także nabędziemy pewnej wprawy w obsłudze podobnych zdarzeń.

Reasumując, przed chwilowymi spadkami napięcia chronią nas UPS-y, w przypadku dłuższego braku zasilania wspieramy się agregatami prądotwórczymi, zaś przed awarią obwodu elektrycznego w budynku (serwerowni) zabezpieczamy się redundantną instalacją elektryczną. Zestawienie podstawowych typów zabezpieczeń i obszarów przez nie chronionych znajduje się w tabeli 11.4.

Awaria układu chłodzenia

Skutki awarii układu chłodzenia i wymiany powietrza nie są odczuwalne natychmiastowo. Nie oznacza to, iż nie stanowi to dużego zagrożenia dla infrastruktury. Układy półprzewodnikowe wymagają szczególnych warunków pracy. Mikroklimat w serwerowni winien mieć odpowiednią temperaturę i wilgotność (temperatura około 20°C, wilgotność 45 – 50%). Z uwagi na to, iż w pomieszczeniu tym znajdują się liczne źródła ciepła (serwery, sprzęt aktywny), brak aktywnego chłodzenia będzie powodował wzrost temperatury. Przekroczenie progu bezpieczeństwa może spowodować niestabilną pracę urządzeń, a co za tym idzie całej sieci teleinformatycznej. Częściowe lub całkowite uszkodzenie instalacji chłodzenia powoduje proporcjonalne do niego tempo wzrostu temperatury w serwerowni. Zazwyczaj czasu jest wystarczająco dużo, aby serwis usunął awarię.

Ważną kwestią jest monitorowanie wydajności klimatyzatorów. Warto obserwować wartość temperatury i wilgotności w różnych porach roku, a nawet dnia. Wszystko zależy od tego, jak pomieszczenie jest zorientowane wobec stron świata oraz czy i jakie ma okna.

Z całą pewnością pomocne będzie utrzymywanie stałego kontaktu z serwisem dbającym o instalacje wymiany powietrza.

Tabela 11.4. *Zestawienie typowych zabezpieczeń sieci elektrycznej*

Typ zabezpieczenia	Obszar chroniony
Listwy przeciwprzebieciowe	Listwa chroni urządzenia wpięte bezpośrednio w nią przed przepięciami występującymi w sieci elektrycznej. Przepięciem jest wzrost napięcia ponad jego dopuszczalną wartość.
Urządzenia UPS	UPS stanowi zasilanie awaryjne dla strategicznych urządzeń w sieci. Gwarantuje podtrzymanie pracy sieci do czasu uruchomienia zasilania awaryjnego lub też bezpiecznego wyłączenia się serwerów.
Bezpieczniki w instalacji elektrycznej	Bezpieczniki stanowią zabezpieczenie przed zbyt dużym prądem, który może uszkodzić urządzenia końcowe (pobierające prąd).
Redundantne obwody	Zapasowy obwód elektryczny pozwala na przełączenie na niego zasilania z podstawowego obwodu. Taka konieczność zachodzi w przypadku uszkodzenia głównego obwodu. Uzyskujemy w ten sposób czas na bezpieczne usunięcie awarii przy jednoczesnym zapewnieniu ciągłości pracy sieci logicznej.
Agregat prądotwórczy	Agregat prądotwórczy jest awaryjnym źródłem prądu w sytuacji zaniku zasilania ze źródła podstawowego (dostawca energii elektrycznej).
Schemat instalacji elektrycznej	Schemat instalacji elektrycznej pozwala na szybką orientację w tym, który element za co odpowiada, gdzie znajdują się bezpieczniki i jakie obszary one chronią. Warto dbać o takową dokumentację, aktualizować ją i wiedzieć, gdzie się znajduje. Tak, wiedza o tym, gdzie leży projekt, jest nagminnym problemem administratorów.
Lista firm zapewniających serwis	W przypadku najgorszego musimy rychło ratować się pomocą specjalistów. Dobrze by było, gdyby nie byli to pierwsi lepsi elektrycy, którzy zgodzą się przyjechać do nagłej interwencji.
Testy, ćwiczenia i symulacje	Należy okresowo dokonywać przeglądu stanu prądnicy, sprawdzać obwód zapasowy i przeprowadzać ćwiczenia. Powyższe zabiegi pozwolą na utrzymanie w gotowości urządzeń i instalacji zapasowych.

Oprócz dbania o globalny mikroklimat w serwerowni warto także monitorować proces cyrkulacji powietrza na styku szafa-pomieszczenie. Z reguły szafy są zabudowane i wypełnione sprzętem po brzegi. Kumuluje się w nich ciepło, które należy odprowadzić na zewnątrz. Wymiana powietrza odbywa się poprzez wentylatory zainstalowane w szafie. Sprawdzajmy co jakiś czas, czy wszystkie funkcjonują, zbadajmy ich wydajność.

Przy okazji diagnozowania elementów chłodzących szafę należy także zwrócić uwagę na stan umieszczonych w niej filtrów. Filtr ogranicza zasysanie kurzu do wnętrza szafy, przez co wzrasta czystość cyrkulującego powietrza.

Więcej informacji na temat cyrkulacji powietrza w szafach znajdą Państwo w rozdziale 4.

Awaria układu przeciwpożarowego

Awaria instalacji przeciwpożarowej może objawić się częściowym lub całkowitym zanikiem jej zdolności bojowej. W przypadku wybuchu pożaru skuteczność gaszenia w najlepszym przypadku będzie mocno ograniczona. Skutkować to będzie całkowitym — opcjonalnie częściowym — zniszczeniem sprzętu. Nawet fragmentaryczna utrata infrastruktury może okazać się krytyczna dla zdolności operacyjnej sieci. Nie można bezpośrednio przełożyć skali pożaru na utratę przez sieć skuteczności. Wiele zależy od szczegółów i procedur awaryjnych. Skutki wybuchu i rozpowszechnienia się ognia w serwerowni mogą zachwiać stabilnością finansową firmy — w skrajnych przypadkach będziemy musieli zmierzyć się z widmem bankructwa. W związku z powyższym rolą projektanta jest zaproponowanie optymalnego rozwiązania, które pokryje teraźniejsze, jak i przyszłe potrzeby ochrony przeciwpożarowej serwerowni.

Podstawowym utleniaczem w reakcji spalania jest tlen, dlatego też najbardziej skuteczną metodą przerwania zagrażającej nam reakcji chemicznej jest pozbycie się tlenu z powietrza znajdującego się w pomieszczeniu. Operacji tej dokonuje się poprzez wypuszczenie środka gaśniczego w postaci lotnej, który to znacznie obniża stężenie tlenu w powietrzu. Wybierając firmę i proponowane rozwiązanie, warto pamiętać, aby środek gaśniczy był ekologiczny, bezpieczny dla człowieka (może się zdarzyć, iż w momencie interwencji administrator będzie znajdował się w środku) oraz aby nie przynosił strat materialnych w sprzęcie.

Wspomniane systemy wymagają pewnej troski w celu utrzymania ich zdolności bojowej. Obowiązkiem administratora jest wykonywanie okresowych przeglądów instalacji, oczywiście przy wsparciu specjalistycznego serwisu, który to w razie konieczności może dokonać próbnego uruchomienia urządzeń gaśniczych. Nie mniej ważne jest odbywanie cyklicznych szkoleń. Wiedza i doświadczenie zdobyte w ten sposób znacząco wpłyną na skuteczność reakcji w czasie potencjalnego pożaru.

Wielokrotnie słyszałem, iż w krytycznym momencie zawodziły gaśnice samochodowe. Zanedbania w serwisie tych urządzeń odbierały możliwość zdławienia pożaru w załazku. Potraktujmy ten fakt jako przestrożę, która zmotywuje nas do regularnego serwisowania instalacji gaśniczych w punktach dystrybucyjnych oraz w data center.

Nie spotkałem się z przypadkiem nieuzasadnionego uruchomienia się systemu gaśniczego, jednak z takowym ryzykiem należy się liczyć. W takiej sytuacji przyda się wiedza z zakresu awaryjnego wyłączenia instalacji. Kwestią oczywistą jest wezwanie serwisu po każdym uruchomieniu systemu osłony antyogniowej.

Uważam, że brak instalacji przeciwpożarowej w serwerowni dyskwalifikuje ją jako pomieszczenie do świadczenia usług operacyjnych dla środowisk produkcyjnych. Zalecam ponowne sięgnięcie do materiału zawartego w rozdziale 4.

Awaria systemu kontroli dostępu

Systemy elektronicznej kontroli dostępu i monitoringu nie mają bezpośredniego wpływu na pracę sieci teleinformatycznej, to znaczy nie stanowią elementu, którego usterka może wywołać automatycznie awarię sieci. Oczywiście pomijam tak skrajny przypadek jak wtargnięcie osób postronnych, które może doprowadzić do kradzieży lub świadomego uszkodzenia sprzętu. Owo zdarzenie należałoby raczej rozpatrywać w kategoriach ataku na infrastrukturę lub firmę.

Nadzór elektroniczny służy do ograniczania ruchu w serwerowni i w punktach dystrybucyjnych oraz do zarządzania nim. Takie rozwiązanie jest wygodne, gdyż eliminujemy konieczność zabawy w klucznika, który każdorazowo będzie udzielał osobiście dostępu do pomieszczeń. Osoby zainteresowane i uprawnione otrzymują indywidualne karty wstępu, które to określają zakres praw i strefy wejścia. Wartością dodaną jest pełna statystyka ruchu. Z powodzeniem można określić, kto i kiedy przebywał w danym pomieszczeniu.

Nadzór wizyjny wspiera monitoring strategicznych stref w czasie rzeczywistym. Dodatkowo zgromadzone w ten sposób nagrania mogą pozwolić na ewentualne odtworzenie zaistniałego zdarzenia.

Telewizja przemysłowa i elektroniczna kontrola dostępu to instalacje wspomagające infrastrukturę teleinformatyczną. Ich awaria może mieć negatywne konsekwencje na przykład w sytuacji wymagającej ustalenia, kto był w określonym pomieszczeniu i co się tam wydarzyło (w skrajnych przypadkach mogło dojść do wtargnięcia osób niepowołanych). Tym niemniej nie są to okoliczności, które by bezpośrednio zagrażały pracy sieci logicznej.

W przypadku wykrycia takowej usterki po pierwsze należy zachować tajemnicę takiej informacji i niezwłocznie wezwać serwis. Jeżeli obsługa takiego zdarzenia zostanie dobrze rozegrana, to nikt z osób postronnych nie zauważy awarii.

Osobnym zagadnieniem są metody zabezpieczania kamer, urządzeń rejestrujących, kopii danych, czytników kart oraz wszelkich innych elementów wchodzących w skład elektronicznych systemów bezpieczeństwa. Wątek ten pozostawiam specjalistom w tej materii. Wdrażając powyższe rozwiązania, warto rozważyć odbycie stosownego szkolenia.

Administrator sieci powinien posiadać elementarne urządzenia oraz sprzęt, który pozwoli na diagnozę i ewentualną naprawę infrastruktury w podstawowym zakresie. Są to: miernik, tester kabli, nożyk, zaciskarka, śrubokręty, szczypce, kombinerki, odcinki kabli, gotowe patchcordsy, gniazda i wtyki RJ45 oraz RJ11, switche — czyli wszystko to, co powinien mieć na stanie doświadczony i przewidujący inżynier.

Nie ma nic bardziej irytującego niż brak możliwości naprawy drobnej usterki, która będzie solą w oku współpracowników. Brak natychmiastowej reakcji na awarię punktu abonenckiego przy stanowisku pracy głównej księgowej lub dyrektora znacznie nadwyręży reputację administratora. Sprzęt wchodzący w skład zabezpieczenia

technicznego może także przysłowiowo uratować nam życie w przypadku awarii mało skomplikowanej, ale mającej krytyczny wpływ na pracę sieci teleinformatycznej. Polecam ponowne sięgnięcie do podrozdziału „Sprzęt instalatora” w rozdziale 7.

Wierzę, iż poruszone w tym rozdziale zagadnienia dadzą Państwu wsparcie w procesie tworzenia strategii reakcji na awarie. Mam nadzieję, że większości z Was uda się wdrożyć działania zaradcze, które zagwarantują przezroczystość wystąpienia potencjalnych problemów dla użytkowników sieci. Ostatnią kwestią, która pozostała do wyjaśnienia, są granice obszaru, jaki obejmuje niniejszy rozdział. Termin „reakcja na awarię” nie jest równoznaczny z „reakcją na atak”.

Rozdział 12.

Projekt sieci

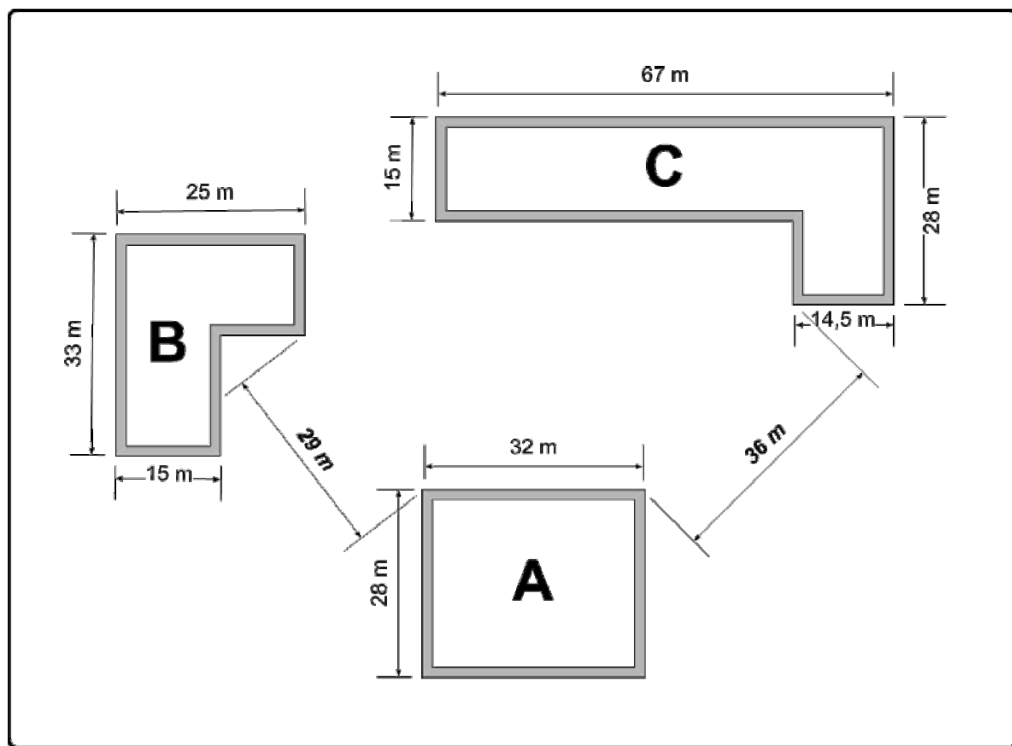
Nadszedł czas, aby uprzednio przedstawione aspekty okablowania strukturalnego przełożyć na realny projekt sieci. Pochylając się nad rozwiązaniem konkretnego problemu, zbierzemy wiedzę, zweryfikujemy ją w oparciu o rzeczywiste zagadnienie, a także poddamy się ocenie i samokrytyce. Wnioski, jakie wyciągniemy, wskażą na braki teoretyczne oraz błędne rozumienie określonych obszarów. Przełożymy więc zdobytą wiedzę na autentyczny i indywidualny projekt infrastruktury teleinformatycznej.

Temat zadania: Zaprojektować sieć informatyczną dla przedsiębiorstwa produkcyjno-handlowego.

Scenariusz: Klient zwrócił się do naszej firmy z prośbą o przygotowanie projektu sieci teleinformatycznej, która będzie wspierała procesy biznesowe zachodzące w jego przedsiębiorstwie. Inwestor oczekuje optymalnego rozwiązania, które w przyszłości umożliwi dalszy rozwój infrastruktury. Zarząd spółki podjął decyzję o konsolidacji wszystkich sfer działalności na obszarze jednej posesji, która jest własnością firmy. Na owej działce znajdują się trzy budynki, które mają zostać przygotowane do obsługi teleinformatycznej przedsiębiorstwa.

Pierwszy budynek (A) stanowi zaplecze biurowe i ma trzy kondygnacje. Magazyn wyrobów gotowych oraz dział wysyłek ulokowany jest w budynku B — dwie kondygnacje. Trzeci budynek (C) przeznaczony jest na magazyn półproduktów oraz halę produkcyjną — jedna kondygnacja.

Ułożenie budynków względem siebie oraz ich wymiary ilustruje rysunek 12.1.

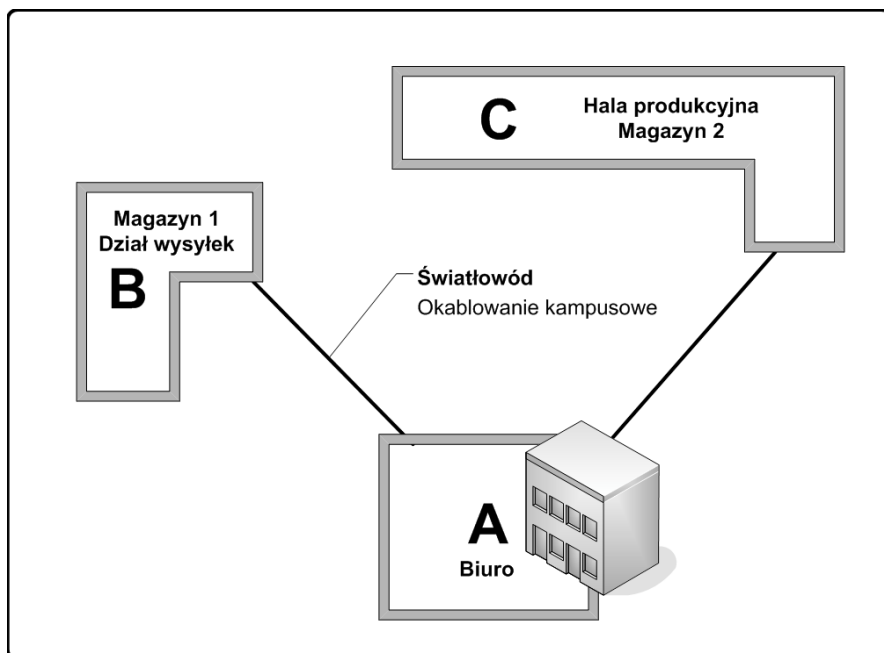


Rysunek 12.1. Mapa sytuacyjna budynków

W firmie zdecydowano się na użytkowanie telefonii VoIP. Aparaty telefoniczne inwestor zakupi we własnym zakresie, tym niemniej projektant zobowiązany został do uwzględnienia w projekcie centrali telefonicznej oraz przydzielenia sygnału do wskazanych gniazd.

Proponowane rozwiązanie

Budynek biurowy (A) został wytypowany na centralne miejsce sieci, czyli DC i MDF. W związku z powyższym pozostałe obiekty muszą zostać połączone z nim za pomocą okablowania kampusowego. Komunikacja ta zostanie wykonana w oparciu o kabel światłowodowy. W celu zwiększenia bezpieczeństwa i możliwości serwisowych przewod zostanie ułożony w kanalizacji pierwotnej i wtórnej. Dodatkowo linia wykopu zabezpieczona zostanie taśmą lokalizacyjną. Mapkę poglądową połączenia przedstawia rysunek 12.2. Zgodnie z założeniem przedstawionym na schemacie zostaną wykonane dwie „nitki” łączy: w relacji budynek A (MDF) – budynek B (IDF B-01) oraz A (MDF) – C (IDF C-01). Głębokość wykonanego wykopu winna być większa niż głębokość linii zamarzania gruntu.

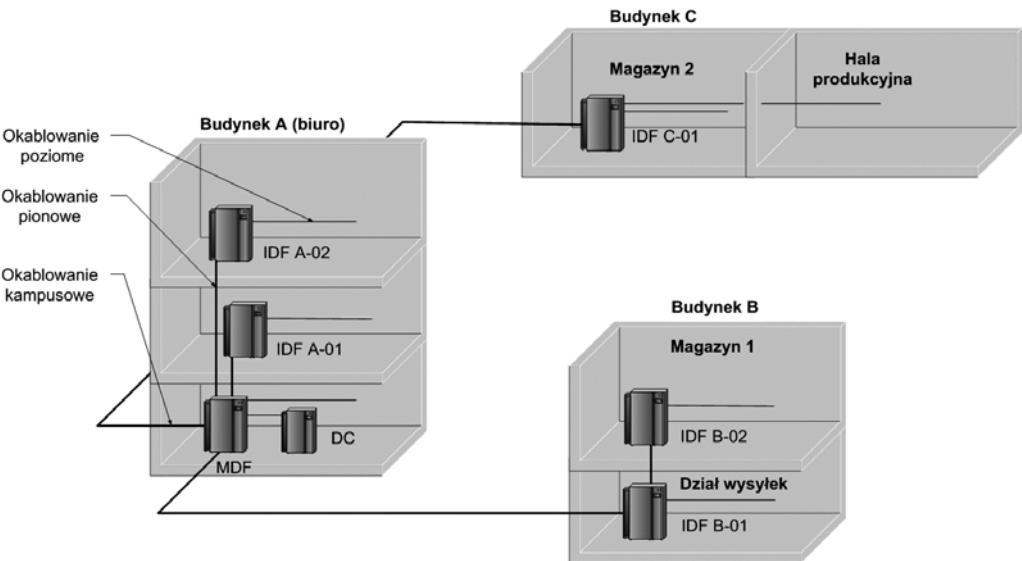


Rysunek 12.2. Mapa poglądowa okablowania kampusowego

W celu przejścia z kabla zewnętrznego na wewnętrzny zastosowane zostaną uniwersalne szafki światłowodowe. Elementy te muszą zostać zainstalowane w pobliżu miejsc „wejścia” przewodów do budynków. Szafki pozwolą na odłożenie zapasu kabla przy zachowaniu właściwego promienia zgięcia. Jak wcześniej wspomniałem, wykorzystamy je także do przejścia na światłowód wewnętrzny.

Redundancja okablowania kampusowego będzie oparta na nadmiarowości przewodu. Odcinki międzybudynkowe w jednej kanalizacji wtórnej zawierać muszą dwie kanalizacje wtórne, które to będą ochraniać podstawowy i zapasowy światłowód. Z uwagi na fakt, iż działka jest własnością firmy, nie będziemy wdrażać separowanej redundancji. Zastosowany kabel powinien mieć własności gryzoniodoporne.

Schemat logiczny okablowania ujmuje rysunek 12.3. W budynku A na parterze w jednym pomieszczeniu ulokowana zostanie serwerownia. Będzie to główny punkt sieci (MDF). Za pomocą światłowodowych odcinków pionowych zabezpieczymy komunikację do punktów IDF A-01 oraz IDF A-02. Analogicznie w obiekcie B zrealizowany zostanie trakt pomiędzy IDF B-01 a IDF B-02. Okablowanie poziome z poszczególnych kondygnacji w budynkach będzie się zbiegać we właściwych punktach dystrybucyjnych (IDF) z wyjątkiem obszaru parteru budynku A, gdzie przewody zakończą swój bieg bezpośrednio w MDF.



Rysunek 12.3. Schemat logiczny okablowania

Okablowanie pionowe zostanie zabezpieczone poprzez ułożenie światłowodu z nadmiarowymi włóknami. Nowo wybudowany obiekt posiada zabezpieczenia, które znacznie minimalizują ryzyko przedostania się otwartego ognia do szybu teleinformatycznego. Na tej podstawie rezygnujemy z ułożenia dodatkowego kabla separowanego od traktu podstawowego.

Tabela 12.1 zawiera zestawienie relacji okablowania pionowego do poszczególnych punktów dystrybucyjnych. Do zrealizowania połączenia pomiędzy punktami potrzebujemy dwóch włókien światłowodowych (jednej pary), tak więc w przypadku traktów pionowych zostają w zapasie cztery włókna, a relacje kampusowe dodatkowo posiadają redundantny światłowód.

Tabela 12.1. Odcinki okablowania pionowego

Relacja		Kabel
MDF	IDF A-02	1x6 włókien
MDF	IDF A-02	1x6 włókien
MDF	IDF B-01	2x6 włókien
MDF	IDF C-01	2x6 włókien
IDF B-01	IDF B-02	1x6 włókien

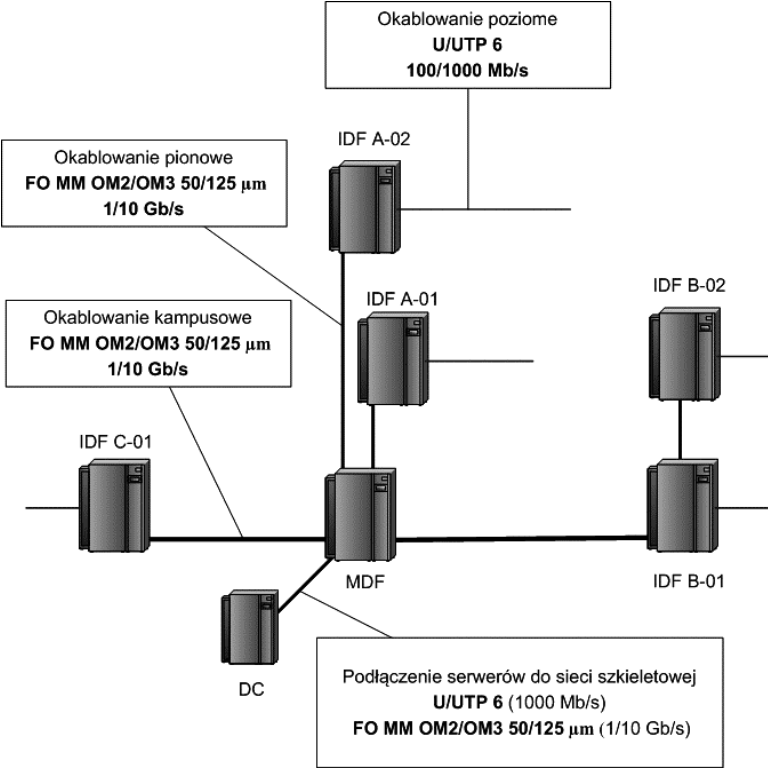
Okablowanie poziome musi obsłużyć 146 potencjalnych punktów abonenckich na obszarze całego przedsiębiorstwa. W pierwszej fazie uruchomionych zostanie 65 punktów. Rozkład PA w poszczególnych obiektach i na poszczególnych kondygnacjach ująłem w tabeli 12.2.

Tabela 12.2. Zestawienie punktów abonenckich w budynkach

Statystyka PA			
	Zajęte	Wolne	Razem
MDF	20	10	30
IDF A-01	25	15	40
IDF A-02	0	40	40
IDF B-01	10	2	12
IDF B-02	2	6	8
IDF C-01	8	8	16
Podsumowanie	65	81	146

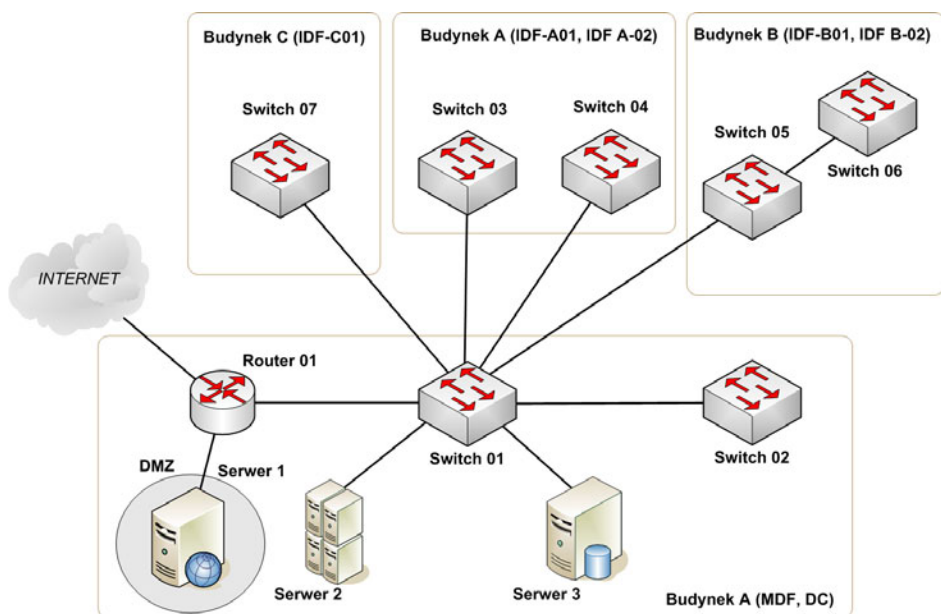
Topologia fizyczna jest ściśle powiązana z topologią logiczną. W związku z powyższym przed wdrożeniem okablowania należy zdecydować, w jakiej technologii zostanie wykonana sieć. W naszym przypadku będzie to Ethernet (1000Base-T, 10Base-S lub 10Base-LX4). Rysunek 12.4 przedstawia schemat proponowanych rodzajów kabli oraz przepustowości w poszczególnych segmentach sieci.

Rysunek 12.4.
Schemat przepustowości sieci w jej poszczególnych segmentach



Okablowanie poziome zostanie wykonane w oparciu o kabel miedziany U/UTP kategorii 6. Analiza możliwych zagrożeń nie wykazała źródeł promieniowania elektromagnetycznego, dlatego też w magazynach i na hali produkcyjnej także zostanie ułożony kabel nieekranowany. Powłoka kabla winna być wykonana w technologii LSFR0H (ang. *Low Smoke Fire-Resistant Zero Halogen*). Na etapie projektowania należy wybrać sekwencję żył przewodów UTP. Nasza sieć zostanie wykonana w oparciu o TIA/EIA 568B.

Odcinki pionowe wykonane zostaną przy użyciu kabla FO MM OM2/OM3 50/125 μm LSFR0H. Sprzęt aktywny musi zabezpieczyć teraźniejsze potrzeby, jak i gwarantować pewną elastyczność przy zwiększaniu liczby stacji klienckich. Nie musimy od razu wstawiać do szafy maksymalnej liczby przełączników. W naszym przypadku musiałyby one obsługiwać 146 stacji, serwery, pamięci masowe oraz inne urządzenia aktywne. Dysponując szacunkową liczbą punktów abonenckich, które zostaną docelowo obsadzone, ograniczymy powyższą wartość o około 40%. O ile jednak nie potrzebujemy wszystkich przełączników od razu, to z całą pewnością szafy powinny być przygotowane na taką ewentualność. Schemat logiczny sieci przedstawia rysunek 12.5.



Rysunek 12.5. Schemat logiczny sieci

Przełącznik 01 pełni rolę urządzenia szkieletowego. Zabezpiecza on za pomocą kabla światłowodowego transmisję pomiędzy MDF a punktami dystrybucyjnymi. Obsługuje też pięć odcinków okablowania pionowego (pięć przełączników grup roboczych). Dodatkowo jego zadaniem jest udostępnienie sieci dla wszystkich serwerów wewnętrznych oraz centrali VoIP. Z uwagi na powyższe funkcje jest to najbardziej strategiczny element sieci logicznej. Switch posiada 16 portów FO. Pięć z nich wykorzystuje sieć szkieletowa, a jeden potrzebny jest dla centrali VoIP — do dyspozycji pozostaje 10 portów na serwery. Dziewięć, jeżeli połączymy router z przełącznikiem za pomocą światłowodu, a nie osobnego portu RJ-45 (np. dodatkowa karta).

Router 01 stanowi węzeł sieci LAN na styku infrastruktury MAN/WAN. Z uwagi na redukcję kosztów najczęściej pełni on także funkcję zapory sieciowej oraz obsługuje obszar DMZ sieci LAN.

Pozostałe przełączniki zabezpieczają pracę w obszarze poszczególnych kondygnacji. To właśnie do tych urządzeń bezpośrednio podłączymy stacje klienckie i telefony VoIP.

Przedstawiony projekt logiczny jest skromny pod względem redundancji urządzeń aktywnych. W zasadzie brak jest takowego rozwiązania. Jeżeli analityk oszacuje, iż awaria przełącznika 01 wygeneruje zbyt wysokie koszty dla firmy, to należy zaimplementować switch zapasowy. Redundantne urządzenie powinno pracować równolegle i w razie potrzeby w tle przejąć zadania sprzętu podstawowego. Analogiczną sytuację mamy z dostępem do Internetu. Jeżeli niedopuszczalne są jakiekolwiek przerwy, musimy zagwarantować drugie, niezależne przyłącze. Pociągnie to za sobą konieczność implementacji dodatkowego routera. Każde dodatkowe urządzenie, które ma pełnić rolę zapasowego, wymusza ułożenie większej ilości odcinków okablowania. W naszym przypadku byłyby to trakty pionowe. Przedstawiony schemat sieci obrazuje przełącznik w sensie logicznym, tj. jeżeli dwa switchy są ułożone w stos, to występują jako jeden piktogram.

W projekcie nie zdefiniowaliśmy usług, jakie mają funkcjonować w sieci, dlatego nie możemy określić liczby serwerów. Nie zostało także sprecyzowane, w jakich obudowach będą się one znajdować (19" czy tradycyjne wolno stojące). W takiej sytuacji pozostaje do opracowania sposób połączenia serwerów z przełącznikiem 01. Jeżeli będą one umieszczone w szafie, to zrealizujemy owo sprzężenie za pomocą kabla krosowego. W przypadku maszyn wolno stojących należy określić, czy możliwe będzie swobodne ułożenie światłowodowego kabla stacyjnego bezpośrednio z przełącznika. Jeżeli wykryjemy zagrożenie dla takiego rozwiązania lub zwyczajnie nie będzie się ono mieściło w ramach „sztuki” projektowania systemu okablowania, to będziemy musieli zainstalować w serwerowni światłowodowe PA i zakończyć je w panelach w szafie, a następnie dokonać krosowania.

Elementem projektu, który ma kluczowy wpływ na zarządzanie siecią, jest poprawne przygotowanie numeracji gniazd w punktach abonenckich. Zgodnie z przedstawionym w tej książce systemem nazewnictwa gniazd w naszym projekcie będą one oznaczone według zaprezentowanego poniżej schematu. Tabela 12.3 zawiera zestawienie gniazd oraz ich oznaczenia.

Tabela 12.3. Numeracja gniazd w PA

	Nr kondygnacji	Nr PD	Nr stelaża	Nr panelu	Nr gniazda	Liczba PA	Liczba gniazd	Ilość paneli
MDF	0	1	1	01	01 – 60	30	60	1x96
IDF A-01	1	2	1	01	01 – 80	40	80	1x96
IDF A-02	2	3	1	01	01 – 80	40	80	1x96
IDF B-01	3	1	1	01	01 – 24	12	24	1x24
IDF B-02	4	1	1	01	01 – 16	8	16	1x24
IDF C-01	5	1	1	01	01 – 32	16	32	1x48

Pamiętamy, iż każdy punkt dystrybucyjny posiada dwa gniazda. Na tej podstawie rzeczywistą liczbę gniazd otrzymujemy, mnożąc przed dwa liczbę PA dla każdej kondygnacji. Uzyskany w ten sposób wynik określa nam, ile portowy patchpanel musimy zastosować. Powyższe zestawienie wskazuje na pewną nadmiarowość wolnych portów w panelu. Wynika to z faktu, iż są one przygotowane do parzystej obsługi gniazd oraz zamierzonego zapasu. Ową redundancję zastosowałem w punkcie MDF, gdzie istnieje ryzyko dostawienia znacznej ilości sprzętu, a co za tym idzie podpięcia go do sieci logicznej. Wolne gniazda można wykorzystać do uzbrojenia serwerowni w PA lub zwiększenia ich liczby w pozostałych pomieszczeniach. Często spotyka się dodatkowe oznaczenia samego gniazda w postaci liter A i B. W taki sposób projektanci wprowadzają porządek logiczny, sygnując na przykład lewe gniazdo jako A, a prawe jako B, przy czym w tym pierwszym pojawia się sygnał logiczny.

Przykłady oznaczeń gniazd z projektowanej sieci:

23-101-28 — budynek A, drugie piętro, IDF A-02 (trzeci PD), pierwsza szafa, gniazdo nr 28;

51-101-13 — budynek C, parter, IDF C-01 (pierwszy PD), pierwsza szafa, gniazdo nr 13.

Gdybyśmy zastosowali dwa panele 48-portowe zamiast jednego 96-portowego, to numeracja gniazd nieco by się zmieniła. Mianowicie część z nich zostałaby przydzielona do panelu nr 1, a pozostałe do panelu nr 2.

Szafy

W MDF zbiegać się będą wszystkie odcinki okablowania pionowego. Szafa musi być przygotowana do zakończenia owych traktów. W tym celu potrzebujemy zamontować w niej światłowodowy panel krosowy oraz przepust szczotkowy. Odcinki poziome zakończą swój bieg w panelu krosowym RJ-45. Każdy stelaż w poszczególnych lokalizacjach będzie się różnił wyposażeniem. Tabele od 12.4 do 12.9 zawierają zestawienie podstawowego wyposażenia punktów dystrybucyjnych dla naszego projektu.

Tabela 12.4. Wykaz elementów w punkcie MDF

MDF — szafa nr 1	Szt.
Szafa 42U (kompletna)	1
Cokół + filtr (kompletny)	1
Panel krosowy RJ-45 96 (uzbrojony)	1
Przepust szczotkowy 1U	1
Panel porządkujący kable 1U	2
Panel porządkujący kable 42U pionowy	2
Zaślepka 1U	2
Zaślepka 2U	2
Panel krosowy światłowodowy 12xDuplex 1U (uzbrojony)	2

Tabela 12.4. Wykaz elementów w punkcie MDF — ciąg dalszy

MDF — szafa nr 1	Szt.
Switch FO 16xDuplex 1U	1
Switch 48 port 1U	1
Router 1U	1
Panel wentylacyjny 1U	1
Listwa zasilająca 1U	2
Półka 1U	1
Linka uziemienia szafy	1
Czujnik temperatury i wilgotności	1
Panel wentylacyjny dachowy	1
Kaseta na spawy	3
Listwa oświetleniowa 1U	1
Pigtail	40
Kabel krosowy UTP (switch, VoIP)	50
Kabel krosowy FO Duplex	20

Tabela 12.5. Wykaz elementów w punkcie IDF A-01

IDF A-01 — szafka nr 2	Szt.
Szafka wisząca 19" (kompletna) 18U	1
Switch 48 port 1U	1
Switch 24 port 1U	1
Panel krosowy RJ-45 96 (uzbrojony)	1
Panel krosowy światłowodowy 6xDuplex 1U (uzbrojony)	1
Pigtail	6
Przepust szczotkowy 1U	1
Czujnik temperatury i wilgotności	1
Kabel krosowy UTP (switch, VoIP)	50
Kabel krosowy Duplex FO	2
Kaseta na spawy	1

Tabela 12.6. Wykaz elementów w punkcie IDF A-02

IDF A-02 — szafka nr 3	Szt.
Szafka wisząca 19" (kompletna) 18U	1
Panel krosowy RJ-45 96 (uzbrojony)	1
Czujnik temperatury i wilgotności	1
Panel krosowy światłowodowy 6xDuplex 1U (uzbrojony)	1
Pigtail	6
Przepust szczotkowy 1U	1

Tabela 12.6. Wykaz elementów w punkcie IDF A-02 — ciąg dalszy

IDF A-02 — szafka nr 3	Szt.
Kabel krosowy UTP (switch, VoIP)	5
Kabel krosowy Duplex FO	2
Kaseta na spawy	1

Tabela 12.7. Wykaz elementów w punkcie IDF C-01

IDF C-01 — szafka nr 4	Szt.
Szafka wisząca 19" (kompletna) 18U	1
Switch 24 port 1U	1
Panel krosowy RJ-45 48 1U (uzbrojony)	1
Czujnik temperatury i wilgotności	1
Panel krosowy światłowodowy 6xDuplex 1U (uzbrojony)	1
Pigtail	12
Przepust szczotkowy 1U	1
Kabel krosowy UTP (switch, VoIP)	20
Kabel krosowy FO Duplex	2
Kaseta na spawy	2

Tabela 12.8. Wykaz elementów w punkcie IDF B-01

IDF B-01 — szafka nr 5	Szt.
Szafka wisząca 19" (kompletna) 18U	1
Switch 24 port 1U	1
Panel krosowy RJ-45 24 1U (uzbrojony)	1
Panel krosowy światłowodowy 6xDuplex 1U (uzbrojony)	1
Pigtail	12
Przepust szczotkowy 1U	1
Czujnik temperatury i wilgotności	1
Kabel krosowy UTP (switch, VoIP)	25
Kabel krosowy FO Duplex	3
Kaseta na spawy	2

Tabela 12.9. Wykaz elementów w punkcie IDF B-02

IDF B-02 — szafka nr 6	Szt.
Szafka wisząca 19" (kompletna) 18U	1
Switch 24 port 1U	1
Panel krosowy RJ-45 24 1U (uzbrojony)	1
Panel krosowy światłowodowy 6xDuplex 1U (uzbrojony)	1
Pigtail	6

Tabela 12.9. Wykaz elementów w punkcie IDF B-02 — ciąg dalszy

IDF B-02 — szafka nr 6	Szt.
Przepust szczotkowy 1U	1
Czujnik temperatury i wilgotności	1
Kabel krosowy UTP (switch, VoIP)	8
Kabel krosowy FO Duplex	2
Kaseta na spawy	1

Oczywiście to nie są wszystkie elementy, jakich będziemy potrzebować, tym niemniej dla celów szkoleniowych taki poziom szczegółowości nam wystarczy.

Monitoring i kontrola dostępu

Monitoring i kontrola dostępu bezwzględnie powinny być wprowadzone w pomieszczeniu MDF i DC. Pozostałe punkty dystrybucyjne nie są bardzo rozbudowane i nie posiadają znacznej ilości sprzętu pasywnego oraz aktywnego. Wykonane zostaną w oparciu o szafki wiszące. W tym przypadku można podjąć próbę rozważnego umieszczenia ich w mało uczęszczanych pomieszczeniach, które nie są narażone na duży ruch osób postronnych. Oczywiście szafki powinny być zamknięte, zaś samo okablowanie bezpiecznie doprowadzone za pomocą systemów organizacji i dystrybucji przewodów. Często wykorzystuje się do tego celu pomieszczenia takie jak schowki, magazynki, pokoje administratorów. Szafki nie powinny być umieszczone w ogólnodostępnym miejscu, np. w zakamarku korytarza.

Telefony

Wybierając centralkę telefoniczną, musimy zdecydować, ile powinna obsługiwać numerów wewnętrznych oraz ile linii zewnętrznych. To są podstawowe kryteria. Dodatkowo powinniśmy uwzględnić możliwości zarządzania urządzeniem, obsługi statystyk i kosztów etc. Nasza sieć posiada 146 punktów abonenckich, z czego 65 jest aktywnie wykorzystywanych. Jeśli założymy, iż każdy PA będzie wyposażony w telefon, centrala powinna obsłużyć odpowiednio 146 lub 65 numerów wewnętrznych. Projektując jakąkolwiek infrastrukturę teleinformatyczną, nigdy nie powinniśmy doprowadzać do tego, aby wykorzystanie jej możliwości operacyjnych ocierało się o 100%. Dlatego odrzucamy centralę obsługującą tylko 65 numerów i wdramy maksymalnie nam potrzebną. Liczba linii zewnętrznych jest narzucona przez inwestora; projektant musi się jedynie dostosować do wytycznych.

Najlepszym rozwiązaniem dla naszej sieci będzie zastosowanie telefonii VoIP. Sieć kampusowa jest wykonana w oparciu o światłowód, który to gwarantuje duże przepływności w jej szkieletcie. Okablowanie poziome daje możliwość uruchomienia transmisji

1 Gb/s. Telefonia analogowa wymagałaby ułożenia dodatkowych wiązek kabli łączących budynki B i C z A. To zwiększyłoby koszty i utrudniło obsługę takiej infrastruktury.

Zasilanie awaryjne

Strategicznym miejscem naszej sieci jest MDF i DC. W celu czasowego podtrzymania napięcia zastosujemy systemy UPS. Dla zabezpieczenia ciągłości zasilania wdrożymy agregat prądotwórczy. Serwerownia powinna także posiadać zapasowy obwód zasilania. W przypadku pozostałych punktów dystrybucyjnych oszacowane ryzyko pozwala na rezygnację z zapasowego źródła prądu. Rozwiązanie takie jest możliwe z uwagi na to, iż owe punkty obsługują grupy robocze bez serwerów i pamięci masowych.

Wyjątkiem jest hala produkcyjna. Jeżeli firma posiada maszyny sterowane w czasie rzeczywistym poprzez sieć LAN i nagle przerwanie ich pracy będzie mieć poważne konsekwencje, to należy bezwzględnie zastosować lokalne UPS-y. Takie rozwiązanie zabezpieczy komputer sterujący oraz urządzenia aktywne, które kierują ruch do wskazanej maszyny. Jest to kolejny przykład tego, że sieć informatyczna w najdrobniejszym szczególe musi być projektowana pod indywidualne potrzeby klienta.

Moc i wydajność agregatu należy dobrać na podstawie obliczonego poboru mocy przez urządzenia. Analogiczną sytuację mamy w przypadku UPS-ów.

System gaszenia

Serwerownia powinna być wyposażona w system gaszenia gazem. To jest fakt niepodważalny. Zapraszam do zapoznania się z wywiadem poruszającym ową tematykę. W rozdziale 13. ekspert doskonale opisuje problematykę bezpieczeństwa ppoż.

Samo pomieszczenie powinno być maksymalnie niepalne. W celu zminimalizowania ryzyka pożaru powinniśmy zastosować przepusty, drzwi, farby, kable i podłogę techniczną z właściwościami ognioodpornymi. Serwerownia nie jest miejscem, w którym mogą znajdować się zbędne rzeczy takie jak szafki drewniane lub kartony po zakupionym sprzęcie.

Klimatyzacja

System klimatyzacji koniecznie powinien zostać zainstalowany w pomieszczeniach serwerowni. Skuteczność tych urządzeń jest zależna od prawidłowego doboru ich wydajności. Najbezpieczniej jest zlecić to firmie specjalizującej się w takich usługach. W przypadku pozostałych punktów klimatyzacja nie wydaje się być potrzebna.

Należy natomiast przyjrzeć się możliwościom wymiany i cyrkulacji powietrza w pomieszczeniach. Może się okazać, że są problemy z wentylacją i temperatura powietrza utrzymuje się na zbyt wysokim poziomie. W takich okolicznościach trzeba podjąć kroki zaradcze. Wystąpienie problemu zbyt wysokiej temperatury nie musi wiązać się z urządzeniami aktywnymi. Źródłem ciepła mogą być okna lub kotłownia ulokowana za ścianą, na której powiesiliśmy szafę.

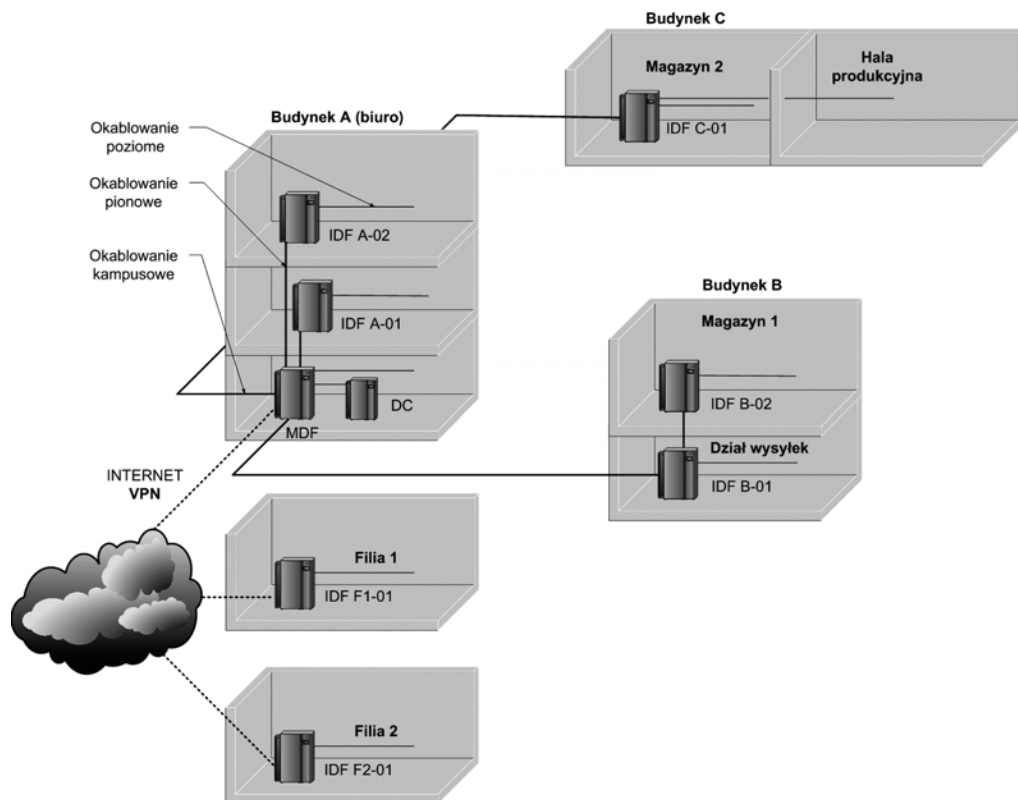
Kosztorys

Przedkładając projekt potencjalnemu inwestorowi, musimy mieć przygotowany szczegółowy kosztorys. Zestawienie kosztów powinno zawierać wykaz wszystkich potrzebnych elementów, wycenę tak zwanej robocizny, wydatki związane z pozwoleniami i dokumentacją oraz koszty odbioru i gwarancji systemu okablowania etc. Skrupulatnie wykonany kosztorys będzie stanowił podstawę do wypłaty wynagrodzenia za kolejne etapy prac. Dodatkowo unikniemy zupełnie niepotrzebnych niedomówień i sporów wynikłych ze zbyt luźnej interpretacji wyceny.

Proponuję, aby Państwo samodzielnie przygotowali takową wycenę dla naszego projektu, a przynajmniej spróbowali wykonać szacunkowy spis elementów potrzebnych do zrealizowania przedsięwzięcia. Jako punkt wyjścia należy przyjąć następujące składowe:

- ♦ instalacja kanalizacji pierwotnej i wtórnej (wykop, rury, przepusty, szafki na zapas światłowodu, taśma lokalizacyjna, kabel) wraz z dokumentacją i pozwoleniami;
- ♦ ułożenie okablowania poziomego (kabel, gniazda, system dystrybucji przewodów etc.);
- ♦ ułożenie odcinków pionowych (kable, przepusty, spawy etc.);
- ♦ przygotowanie pomieszczeń na punkty dystrybucyjne (przepusty, drzwi ppoż., farby ppoż. etc.);
- ♦ szafy z wyposażeniem;
- ♦ sprzęt aktywny;
- ♦ instalacje towarzyszące (klimatyzacja, gaszenie, kontrola dostępu etc.);
- ♦ zasilanie awaryjne (instalacja elektryczna, agregat, UPS etc.);
- ♦ koszty robocizny;
- ♦ koszty przygotowania dokumentacji, w tym wykonania potrzebnych pomiarów;
- ♦ odbiór i gwarancja systemu okablowania;
- ♦ dostęp do Internetu;
- ♦ centrala telefoniczna wraz z przyłączem;
- ♦ inne, np. kable krosowe, kable stacyjne, podłoga techniczna itp.

Wierzę, iż udało się Państwu uporać z powyższym zadaniem. W takim razie jesteśmy gotowi na podjęcie próby rozszerzenia naszej sieci LAN o nowe lokalizacje. Rysunek 12.6 przedstawia sieć, w której występują dwie filie połączone z centralą firmy za pomocą sieci VPN.



Rysunek 12.6. Schemat logiczny sieci

Projekt sieci musi zostać rozszerzony o elementy infrastruktury teleinformatycznej w nowo dodanych lokalizacjach. Nie jest to trudne zadanie, gdyż musimy jedynie obliczyć liczbę PA, poprowadzić okablowanie poziome i zainstalować szafę w punkcie dystrybucyjnym. Oczywiście niezbędne jest także wykonanie połączenia z siecią Internet, za pomocą której połączymy filie z centralą. Taka rozbudowa projektu z pewnością nie sprawi większych problemów.

Projektując sieć, musimy się zdecydować, jakich złączy światłowodowych będziemy używać oraz jakiego rodzaju kable wdrożymy. W tym projekcie w sposób zamierzony zrezygnowałem z tego w celu pozostawienia swobody interpretacji. Chciałbym, aby Państwo sięgnęli do wcześniej przedstawionych w tej książce informacji i zaproponowali samodzielnie rozwiązanie. Proszę pamiętać, iż infrastruktura pasywna musi współdziałać z częścią logiczną sieci (sprzęt aktywny). Wybierając złącza SC, musimy zastosować karty światłowodowe w sprzęcie aktywnym z analogicznym rozwiązaniem. Decydując się na spawanie światłowodu, należy pamiętać o kasetach, w których

umieścimy owe łączenia. Stosując przewody typu luźna i ścisła tuba, należy zastosować zestaw przejściowy.

W tym rozdziale przedstawiłem przykładowy projekt sieci LAN. Opisany został on niejako w pigułce, na niskim poziomie szczegółowości. Tak wykonany wstępny zarys rozwiązania stanowi bazę do wykonania precyzyjnego i komercyjnego dokumentu. Projektant zwykle ma do dyspozycji dokumentację budynków. Powinien wykonać także pomiary oraz dokonać wizji lokalnej. Zebrane informacje pozwolą mu na obliczenie dokładnej ilości kabli, koryt, przepustów, rur etc. Tylko będąc na miejscu, można porównać plany pomieszczeń ze stanem faktycznym. Unikniemy w ten sposób ewentualnych niespodzianek w trakcie wdrażania infrastruktury. Tym niemniej przygotowanie wstępnie „suchego” projektu jest niezbędne — proponujemy w nim konkretne rozwiązania i przytoczymy szacunkowe ilości pewnych komponentów. Taki dokument nie jest pozbawiony szczegółowych informacji. Na tym etapie można już podać liczbę szaf oraz większości sprzętu pasywnego i aktywnego. Mamy również przygotowaną koncepcję logiczną sieci, w tym numerację PA.

Przedstawiony przeze mnie wstępny projekt sieci stanowi jedynie zarys ogólnej koncepcji, chociaż związany jest on z rzeczywistym scenariuszem. Jestem przekonany, iż w oparciu o zdobytą wiedzę i własne doświadczenie rozwiną Państwo ten projekt na wyższym poziomie szczegółowości. Byłem i jestem zwolennikiem nauki poprzez doświadczenie. Zachęcam do dalszej pracy nad projektem. Powodzenia!

Rozdział 13.

Okablowanie strukturalne w pytaniach i odpowiedziach

Jestem rad, iż kolejne wydanie niniejszej publikacji zostało wzbogacone dodatkowo dwoma wywiadami z ekspertami. Tym razem swoją wiedzą i doświadczeniem podzielili się specjaliści w dziedzinie ochrony przeciwpożarowej oraz klimatyzacji i wentylacji. Staram się rozwijać tę formę przekazu wiedzy z uwagi na jej znaczny charakter praktyczny. Wszyscy rozmówcy cechują się niezmierną wiedzą teoretyczną, a co cenniejsze, większość aspektów wiedzy akademickiej „zderzyli” z rzeczywistością. Trzy wywiady poprzedzone zostały krótkimi notami biograficznymi moich rozmówców. Warto zapoznać się z nimi, aby podejść do treści rozmów z pełnym komfortem i zaufaniem.

Firma Ortronics, jako lider w branży, współpracuje stale ze ścisłym gronem doświadczonych i certyfikowanych instalatorów. Zdecydowałem się przeprowadzić rozmowę z jednym z nich. W celu zachowania pewnego porządku formalnego zawsze będę anonsował na wstępie swojego rozmówcę, a na końcu sygnalizował także wyraźnie komentarz dotyczący całości zagadnienia. Wierzę, iż taka forma konfrontacji poznanej teorii z doświadczeniami praktycznymi instalatorów pozwoli lepiej zrozumieć tematykę systemu okablowania strukturalnego.

Poniższy materiał został podzielony na cztery bloki, gdyż przytoczę cztery odrębne wywiady z niezależnymi specjalistami.

Pierwsza rozmowa została przeprowadzona z panią Aleksandrą Parys, ekspertką w dziedzinie ochrony przeciwpożarowej. Drugiego wywiadu udzielił pan Krzysztof Wala, specjalista z zakresu klimatyzacji i wentylacji. Trzecim rozmówcą jest pan Grzegorz Niziński. Odpowiedzi na pytania postawione w drugiej części udziela pan Janusz Janowski, certyfikowany instalator z firmy Legrand. Zajmuje się on tematyką okablowania strukturalnego od czasu pojawienia się kabli UTP kategorii 3.

Rozmowa 1. — wypowiada się pani Aleksandra Parys

Aleksandra Parys (rysunek 13.1), lat 35, absolwentka Politechniki Łódzkiej (Wydział Organizacji i Zarządzania, spec.: marketing) oraz Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie na kierunku podyplomowym bezpieczeństwo budowli.

Rysunek 13.1.

Aleksandra Parys



Od ponad dziewięciu lat zajmuje się branżą systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych, a w szczególności gaszenia gazem. Zwolenniczka nowoczesnych, innowacyjnych rozwiązań. Od ponad dwóch lat jest prezesem firmy DAAL Systemy Przeciwpożarowe sp. z o.o. oferującej pełen zakres zabezpieczeń przeciwpożarowych, a w szczególności stałe urządzenia gaśnicze oparte na gazach, w tym HFC-227ea (znanym również pod nazwą FM-200), Novec oraz gazach obojętnych.

W swojej ofercie firma posiada również innowacyjne systemy gaszenia mgłą wodną oraz systemy inertyzujące (aktywne zapobieganie powstawaniu pożarów).

Prywatnie Aleksandra Parys jest mamą czteroletniej Marty, żoną i pasjonatką jazdy na motocyklu, podróży oraz ogrodu.

A. Parys

Wstęp

Na polskim rynku oferowanych jest kilka rodzajów gazowych środków gaśniczych. W poniższych pytaniach i odpowiedziach skoncentrujemy się na dwóch najbardziej popularnych: HFC227ea z grupy tzw. halonowców (znanym również pod nazwą handlową FM200) oraz gazie obojętnym Inergen (mieszanie gazów naturalnie występujących w atmosferze — azotu, argonu oraz odrobiny dwutlenku węgla). Nie skupiamy się już na wycofywanym dwutlenku węgla, który jest zabójczy dla ludzi oraz powoduje szok termiczny urządzeń.

- R. Pawlak ***Czy środek gaśniczy jest bezpieczny dla przebywającego w pomieszczeniu administratora w chwili włączenia się systemu?***
- A. Parys HFC-227ea jest środkiem gaśniczym bezpiecznym dla człowieka w projektowych stężeniach gaśniczych (np. dla pożarów klasy higher hazard class A minimalne stężenie projektowe zgodnie z normą PN-EN 15004 wynosi 8,5%), ale w ustalonych warunkach. Zalecane jest opuszczenie chronionego pomieszczenia w chwili zaobserwowania wyzwolenia się gazu gaśniczego. Należy też zwrócić tutaj uwagę na indywidualność każdego człowieka i jego osobistą reakcję. Niektórych świs i szum wyzwalamy się gazu może skutecznie przestraszyć i wywołać u nich panikę, a na innych nie robi to większego wrażenia. Dlatego tak ważne jest szkolenie obsługi i personelu. Wracając do bezpieczeństwa gazu HFC-227ea dla zdrowia człowieka, norma przywołana powyżej precyzuje, iż poziom nieobserwowalnego działania ubocznego (NOAEL) wynosi 9,0%, natomiast najmniejszy obserwowalny poziom szkodliwego działania ubocznego (LOAEL) wynosi 10,5%. Nie jest podany czas ekspozycji.
- Ważna jest ponadto informacja, że rozkład cieplny HFC-227ea może spowodować wytworzenie fluorowodoru oraz tlenku i dwutlenku węgla. Przed zastosowaniem ww. środka gaśniczego należy dokładnie zapoznać się z jego kartą charakterystyki.
- W przypadku Inergenu technika gaśnicza opiera się przede wszystkim na zasadzie redukcji zawartości tlenu w powietrzu. Zgodnie z nią zawartość tlenu w powietrzu jest redukowana z ok. 21% obj. do ok. 12% obj. i poniżej poprzez wprowadzanie argonu do atmosfery pomieszczenia chronionego — w ten sposób proces spalania zostaje przerwany. Przy 12-procentowym stężeniu tlenu zdrowy człowiek może jeszcze swobodnie oddychać, jednak osoby ze schorzeniami serca lub dróg oddechowych mogą odczuwać duszność oraz dyskomfort.
- Nadmienić trzeba, że nie bez przyczyny normy nakazują zastosowanie przy wyzwalamy gazu zwłoki czasowej potrzebnej do ewakuacji personelu.
- R. Pawlak ***Instalacja chroni pomieszczenie oraz zawarty w nim sprzęt przed ogniem. Czy interwencja systemu nie przyniesie negatywnych skutków bezpośrednio po ugaszeniu pożaru lub w najbliższej perspektywie? Nurtuje mnie pytanie, czy środek gaśniczy nie spowoduje zwarć lub też nie zapoczątkuje korozji wyposażenia serwerowi?***
- A. Parys Wysoki próg parowania HFC-227ea nie powoduje powstawania tzw. szoku termicznego elektroniki, jaki może wystąpić przy użyciu innych środków gaśniczych (np. dwutlenku węgla). Zarówno HFC-227ea, jak i Inergen nie przewodzą prądu elektrycznego i nie powodują korozji, dzięki czemu mogą być stosowane do gaszenia sprzętu elektrycznego pod napięciem.

Korozja może nastąpić po rozkładzie termicznym elementów elektroniki, który wygeneruje gazy toksyczne.

Należy w tym momencie wspomnieć o środkach mylnych z gazami gaśniczymi — aerozolach, które po wyzwoleniu pozostawiają pył osadzający się na elementach elektroniki oraz na wentylatorach, co powoduje ich zniszczenie.

R. Pawlak ***Ważną kwestią jest aspekt ekologiczny środka gaśniczego. Czy takie rozwiązanie jest bezpieczne dla środowiska naturalnego? Jaki ma ono wpływ na mikroklimat serwerowni, która to musi jak najszybciej odzyskać zdolność operacyjną? Kiedy po takim „wybuchu” gazu będzie można swobodnie wejść do pomieszczenia?***

A. Parys Jedną z istotnych kwestii dla ochrony środowiska jest wpływ, jaki wywiera na nie działalność człowieka. Jest on mierzony za pomocą tzw. globalnego efektu cieplarnianego. Badając wpływ na środowisko naturalne gazu HFC-227ea, wzięto pod uwagę bezpośredni i pośredni wpływ systemu gaśniczego, środka gaśniczego oraz zasadę działania instalacji. Badania wykazały, iż HFC-227ea posiada tzw. zerowy potencjał niszczenia warstwy ozonowej (ODP = 0). Wpływ na globalny efekt cieplarniany systemu HFC-227ea będącego w użytku przez ponad 15 lat jest porównywalny do wpływu żarówki o mocy 100 W pracującej przez 15 lat lub do przejechania 2400 km samochodem.

Jak nazwa wskazuje, gazy obojętne, np. Inergen, nie powodują żadnych skutków ubocznych dla środowiska, gdyż składają się z gazów naturalnie występujących w powietrzu.

W przypadku akcji gaśniczej wejście do pomieszczenia możliwe jest jedynie po jego skutecznym przewietrzeniu. Przed wejściem najlepiej upewnić się, czy stężenie tlenu jest na właściwym poziomie, wykonując odpowiednie pomiary.

Nie jest wymagana dedykowana instalacja wyciągowa (jest ona konieczna w przypadku zastosowania dwutlenku węgla).

R. Pawlak ***Gaz przechowywany jest w specjalistycznych butlach. Owe zbiorniki wymagają wydzielonego pomieszczenia, które samo w sobie powinno być ognioodporne? Czy miejsce składowania butli musi przylegać bezpośrednio do obszaru chronionego?***

A. Parys Jeśli chodzi o wydzielenie pomieszczenia na zbiorniki z gazem gaśniczym, jest to kwestia zawarta w „Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” (Dz.U. nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami) — istnieją jednak różne interpretacje tego przepisu.

Zgodnie z normą PN-EN 15004-1 zbiorniki muszą być zlokalizowane możliwie najbliżej pomieszczenia, które ochraniają. Mogą być zlokalizowane wewnątrz pomieszczenia, jeśli umieszczone są po to, by zminimalizować narażenie na pożar i wybuch.

R. Pawlak ***W celu utrzymania zdolności bojowej powinniśmy wykonywać okresowe przeglądy i serwisować instalację. Które obszary i w jakim zakresie winny być kontrolowane?***

A. Parys Konserwację i serwis należy przeprowadzać zgodnie z zaleceniami producenta (według § 3. punktu 3. „Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów” — Dz.U. 80, poz. 563). Obejmuje to minimum dwa przeglądy w ciągu roku (plus jeden przegląd rozszerzony obejmujący rozkręcenie oraz przeczyszczenie rurociągów raz na dwa lata). Konserwacji podlegają wszystkie podzespoły.

R. Pawlak ***Jakie czynności i kroki powinniśmy podjąć po wyzwoleniu środka gaśniczego. Doszło do uruchomienia instalacji i co dalej?***

A. Parys Po usłyszeniu alarmu należy niezwłocznie opuścić chronione pomieszczenie i postępować zgodnie z procedurami obowiązującymi w budynku (np. zgodnie z instrukcją bezpieczeństwa pożarowego i instrukcją ewakuacji).

Następnie strefę gaszenia należy pozostawić zamkniętą przez minimum 10 min od wypełnienia jej gazem HFC-227ea. Po minimum 10 minutach, używając odpowiedniego sprzętu izolującego drogi oddechowe (np. aparatu powietrznego do oddychania, gdyż w pomieszczeniu mogą być obecne trujące produkty spalania), można wejść do strefy chronionej i skontrolować efekty gaszenia (z zasady powinien to zrobić strażak przybyły na miejsce pożaru). Następnie należy usunąć z pomieszczenia mieszaninę gazu gaśniczego i dymu, używając do tego instalacji wyciągowej, jeżeli taka jest zainstalowana, lub w inny dostępny, bezpieczny sposób, np. przez otwarcie okien i drzwi. Jeżeli stężenie tlenu wynosi powyżej 20% i gazy gaśnicze zostały usunięte, pomieszczenie może zostać ponownie udostępnione użytkownikom, przy czym należy natychmiastowo zlecić powtórne napełnienie butli lub zainstalować butle zapasowe. Po każdym wyzwoleniu instalacji powinna ona zostać sprawdzona i uruchomiona przez wykwalifikowaną obsługę.

Po pomyślnym zakończeniu kontroli należy doprowadzić instalację i centralę sterującą gaszeniem do gotowości operacyjnej.

- R. Pawlak *Czy istnieje możliwość ręcznego zatrzymania procesu gaszenia w sytuacji nieuzasadnionego włączenia się urządzeń gaśniczych?*
- A. Parys Istnieje możliwość wstrzymania procedury w czasie ewakuacji za pomocą przycisku *STOP GASZENIA*, jeżeli taki został zainstalowany (przycisk monostabilny — działa w czasie naciskania). Można także zatrzymać procedurę podczas ewakuacji przy użyciu przycisku *BLOKADA GASZENIA*, jeżeli taki został zainstalowany lub jest dostępny na panelu sterownika gaszenia.
- R. Pawlak *Powyższe pytanie chciałbym odwrócić i zapytać o możliwość ręcznego uruchomienia systemu, jeżeli zawiedzie automatyczny start.*
- A. Parys W systemach istnieje możliwość uruchomienia gaszenia, jeżeli zawiodły czujki pożarowe, za pomocą przycisku *START GASZENIA* lub ręcznego wyzwalacza na butli z gazem. Ręczne wyzwolenie butli za pomocą zbijaka powoduje natychmiastowy wypływ gazu bez wymaganej normowo zwłoki na wyładowanie; niedostępne są też wtedy różne funkcje systemu.
- R. Pawlak *Jakimi przesłankami spowodowane jest uruchomienie procedury gaszenia? Instalacje opierają się na detektorach dymu, czujnikach temperatury?*
- A. Parys Czujki pożarowe mają za zadanie wykrycie zagrożenia pożarowego i realizację szczegółowych procedur według określonych algorytmów. Zainstalowanie konkretnych czujek pożarowych uzależnione jest od chronionej przestrzeni, a dokładniej od materiałów palnych, jakie się tam znajdują. W przypadku serwerowni będą to na przykład czujki optyczne rozproszeniowe dymu lub czujki jonizacyjne dymu.
- Modułem wykonawczym procedur gaśniczych jest centrala gaszenia gazem. Nadzoruje ona pracę sygnalizatorów optyczno-akustycznych w pomieszczeniu i przed wejściem do strefy chronionej, czujek pożarowych, przycisków *START GASZENIA* i *STOP GASZENIA*, a także kontroluje stan ciśnienia w butli. W celu monitorowania stanu pracy centrali gaszenia do centrali SSP przekazywane są następujące sygnały (opcja):
- ◆ pożar w serwerowni (alarm I stopnia);
 - ◆ alarm ogólny w pomieszczeniu chronionym (alarm II stopnia);
 - ◆ uszkodzenie CSG.

Istnieją dwa sposoby uruchamiania instalacji gaśniczej:

- ♦ uruchomienie samoczynne,
- ♦ uruchomienie ręczne elektryczne.

Sygnał z dwóch czujek pożarowych w koincydencji rozpoczynał będzie procedurę gaśniczą.

Algorytm uruchomienia samoczynnego — procedury działania. Uruchomienie instalacji realizowane przez system wykrywania pożaru:

- ♦ alarm I stopnia — zadziałanie jednej czujki;
- ♦ sygnał alarmu I stopnia w CSG;
- ♦ podanie sygnału alarmu I stopnia do centrali ogólnobudynkowej;
- ♦ na sygnał alarmu I stopnia podanie sygnału z CSG do otwarcia klapy odciążającej;
- ♦ sygnalizacja akustyczna i optyczna w pomieszczeniu chronionym.

Reakcja (zwiad): sprawdzenie pomieszczenia i podjęcie działań prewencyjnych.

- ♦ alarm II stopnia — zadziałanie dwóch czujek pożarowych na dwóch liniach (koincydencja) w pomieszczeniu chronionym;
- ♦ sygnał alarmu II stopnia w centrali SUG;
- ♦ podanie sygnału alarmu II stopnia i sygnał do zamknięcia klap ppoż. w obrębie serwerowni — uszczelnienie pomieszczenia (opcjonalnie za pośrednictwem SSP);
- ♦ na sygnał wyzwolenia środka gaśniczego zamknięcie klapy odciążającej;
- ♦ rozpoczęcie procedury gaśniczej;
- ♦ sygnał akustyczny i optyczny wewnątrz pomieszczenia chronionego;
- ♦ rozpoczęcie odliczania czasu do wyzwolenia gazu, tzw. czasu ewakuacji — 30 – 60 s.

Reakcja: usunięcie przyczyny alarmu, podjęcie akcji gaśniczej, możliwość zatrzymania procedury gaśniczej przyciskiem *STOP GASZENIA* w trakcie odliczania przed wyzwoleniem gazu (ponowne rozpoczęcie procedury po zwolnieniu przycisku — czas ewakuacji liczony od początku), przerwanie lub blokada gaszenia za pomocą przycisku *BLOKADA GASZENIA* (na panelu centrali sterowania gaszeniem). W przypadku braku reakcji następuje:

WYZWOLENIE ŚRODKA GAŚNICZEGO

oraz włączenie sygnału akustycznego i optycznego (ciągłego) wewnątrz i na zewnątrz pomieszczenia.

Reakcja: zakaz wstępu do pomieszczenia ze względu na zagrożenie zdrowia i życia ludzi oraz możliwość obniżenia skuteczności działania środka gaśniczego poprzez obniżenie jego stężenia. Inne działania należy dostosować do decyzji kierującego działaniami ratowniczo-gaśniczymi. Zachować szczelność pomieszczenia po wyzwoleniu środka gaśniczego przez 10 – 15 minut.

Powrót centrali do stanu dozoru po skasowaniu stanu alarmowania.

R. Pawlak ***Z jakich podstawowych elementów składa się system gaśniczy na gaz?***

A. Parys Zasadniczo całość systemu dzielimy na część hydrauliczną, w skład której wchodzi:

- ◆ zbiornik z gazem gaśniczym,
- ◆ rurociągi,
- ◆ dysze gaśnicze,

oraz na część sterowania i wykrywania pożaru, którą stanowią:

- ◆ centrala sterowania gaszeniem,
- ◆ czujki pożarowe,
- ◆ przyciski ręczne *START GASZENIA* i *STOP GASZENIA*,
- ◆ optyczne i akustyczne sygnalizatory ostrzegawcze,
- ◆ kłapa odciążająca z siłownikiem elektrycznym,
- ◆ przewody kablowe.

W zależności od skomplikowania systemu w jego skład mogą ponadto wchodzić dodatkowe zasilacze, sterowniki, wskaźniki zadziałania, panele wyniesione, tablice synoptyczne itd.

R. Pawlak ***Czy możemy podać przykładowy koszt pojedynczej interwencji systemu gaśniczego?***

A. Parys Każde pomieszczenie przeznaczone do ochrony za pomocą gazu gaśniczego wymaga wizji lokalnej, podczas której są określane oczekiwania klienta, specyfika materiałów składowanych oraz charakter pracy. Wówczas możliwa jest indywidualna wycena budowy systemu oraz kosztu interwencji. Koszt instalacji może zaczynać się od 30 tys. zł netto (tzw. instalacja pod klucz).

R. Pawlak ***W jaki sposób oblicza się ilość potrzebnego środka gaśniczego?***

A. Parys Na potrzeby szybkiej kalkulacji potrzebną masę gazu HFC-227ea wyliczamy na podstawie poniższego wzoru:

$$m = \left(\frac{c}{100 - c} \right) \cdot \frac{V}{S}$$

gdzie:

m — wymagana masa środka gaśniczego [kg]

V — kubatura chronionego pomieszczenia [m³]

C — stężenie [%]

T — temperatura [°C]

$S = k_1 + k_2 T$, gdzie $k_1 = 0,1269$; $k_2 = 0,000513$

Dokładną masę środka gaśniczego uzyskuje się w trakcie obliczeń przeprowadzanych za pomocą specjalistycznego programu komputerowego.

R. Pawlak ***Czy zanik zasilania elektrycznego pozbawia zdolności bojowej cały system?***

A. Parys Nie. System powinien posiadać zasilanie rezerwowe w postaci baterii akumulatorów. Zasilanie takie obliczane jest na wymagany czas.

R. Pawlak ***Czy konieczne jest stosowanie klap odciążających w przypadku gaszenia gazami gaśniczymi?***

A. Parys Podczas wyzwalania środka gaśniczego, który w stanie „spoczynku” składowany jest w zbiornikach pod ciśnieniem (w przypadku HFC-227ea 42 bary, dla Inergenu — 200 lub 300 barów), następuje znaczny przyrost ciśnienia, który może uszkodzić konstrukcję pomieszczenia w najsłabszym punkcie. Dlatego dla pomieszczeń chronionych stałymi urządzeniami gaśniczymi gazowymi wymagane jest stosowanie otworów odciążających. Zwykle w otworach tych stosuje się kłapy pożarowe z odpowiednim sterowanym siłownikiem elektrycznym. Ważne jest, aby kłapa taka była odpowiednio elektrycznie ustawiona, tak by znajdowała się w pozycji otwartej jedynie w czasie wypływu gazu. Stosowanie kłap nadciśnieniowych, zaluzjowych itp. do tego typu instalacji nie jest najlepszym rozwiązaniem, gdyż podczas wypływu gazu obserwuje się w pierwszej fazie podciśnienie, które może je uszkodzić. Powierzchnię czynną kłapy odciążającej oblicza się, stosując wzory normowe — na tej podstawie dobierane są jej geometryczne wymiary.

Rozmowa 2. — wypowiada się pan Krzysztof Wala

Krzysztof Wala, lat 40, absolwent Politechniki Śląskiej w Gliwicach na kierunku inżynierii środowiska i energetyki (specjalizacja: klimatyzacja i wentylacja). Zwolennik nowych technologii japońskich producentów w klimatyzacji.

Od 1997 do 2007 roku pracował jako doradca techniczny i kierownik w takich firmach jak VTS Clima, Daikin oraz MPL Technology (dystrybucja klimatyzacji Mitsubishi Electric). W 2007 roku założył ze współnikami firmę Air Engineering, którą zarządza. Zajmuje się ona dystrybucją urządzeń klimatyzacyjnych oraz kompleksową instalacją klimatyzacji i wentylacji.

Prywatnie żonaty. Jego pasją są podróże oraz muzyka.

R. Pawlak *Urządzenia zainstalowane w serwerowni są źródłem ciepła, które podnosi temperaturę i zmienia wilgotność tego mikroklimatu. Ciepło z szaf jest odprowadzane bezpośrednio do pomieszczenia. W jaki sposób możemy zagwarantować optymalne warunki pracy dla sprzętu (temperaturę, wilgotność)?*

K. Wala Optymalne warunki pracy sprzętu w serwerowniach można zagwarantować, stosując klimatyzację precyzyjną — tzw. szafy klimatyzacji precyzyjnej, w których odbywa się pełna obróbka powietrza. Szafy klimatyzacji precyzyjnej zapewniają wymaganą klasę czystości, filtrację, ogrzewanie pierwotne, chłodzenie, ogrzewanie wtórne oraz nawilżanie powietrza do wymaganych parametrów temperatury i wilgotności. Mogą być one stosowane jako niezależne urządzenia z rozprowadzeniem powietrza klimatyzacyjnego (najczęściej nawiew dołem pod szafy UPS lub rozdzielnie, a wywiew górą) lub jako zintegrowane z UPS-ami lub rozdzielniami (w jednej obudowie). Innym sposobem jest stosowanie indywidualnych rozwiązań, np. klimatyzatorów kanałowych, kanałowych nagrzewnic wstępnych i wtórnych oraz nawilżaczy kanałowych lub pomieszczeniowych indywidualnie dobieranych i konfigurowanych przez projektanta w zależności od wymaganych parametrów powietrza. Najczęściej jednak użytkownicy ograniczają się do utrzymania wymaganych parametrów temperaturowych powietrza bez utrzymania odpowiednich parametrów wilgotności — wówczas stosowane są klimatyzatory do pracy całorocznej w funkcji chłodzenia.

R. Pawlak *W jaki sposób dobrać rozwiązania odpowiednie do naszych potrzeb? Możemy zastosować jakiś model, który pomoże w analizie?*

K. Wala Rozwiązania odpowiednie do potrzeb użytkownika każdorazowo dobierane są przez projektantów instalacji klimatyzacyjnych. Nie ma określonego modelu. Każde

rozwiązanie jest indywidualne. Oczywiście wymagane są standardowe prace projektowe takie jak inwentaryzacja obiektu (jeżeli istnieje), wykonanie bilansu cieplnego i wilgotnościowego pomieszczenia czy dobranie odpowiedniego rozwiązania w porozumieniu z architektem, konstruktorem, technologiem serwerowni.

- R. Pawlak ***W jaki sposób monitorować temperaturę i wilgotność w serwerowni? Czy należy tworzyć statystyki na podstawie pomiarów?***
- K. Wala Na monitorowanie temperatury oraz wilgotności w serwerowniach pozwala wiele szczegółowych rozwiązań automatyki proponowanych przez producentów i dostawców szaf klimatyzacji precyzyjnej, klimatyzatorów oraz centralnych systemów zarządzania budynkiem takich jak BACnet, LonWork, MODBUS, KNX EIB oraz innych (tzw. *Building Management System*, w skrócie BMS). Do systemów tych producenci urządzeń klimatyzacyjnych dostarczają odpowiedni hardware oraz software w celu skomunikowania pracy — monitorowania parametrów powietrza w pomieszczeniu oraz sterowania pracą urządzeń (wysyłanie i odbieranie sygnałów).
- R. Pawlak ***Firmy bardzo często wynajmują dwa, trzy piętra w jakimś biurówcu. Czy w takich okolicznościach istnieją rozwiązania technologiczne, które mogą obsłużyć jedynie nasze piętra lub wybrane pomieszczenia?***
- K. Wala Rozumiem, że chodzi o klimatyzację serwerowni lub pomieszczeń UPS dla wynajmowanych części budynku. Oczywiście istnieją rozwiązania do klimatyzacji serwerowni, jak i pozostałych wynajmowanych pomieszczeń, jednak ze względu na charakter pracy oraz bezpieczeństwo z reguły klimatyzacja serwerowni odbywa się przy użyciu oddzielnego systemu klimatyzacyjnego niż ma to miejsce w przypadku pozostałych pomieszczeń bytowych. W zdecydowanej większości przypadków pomieszczenia serwerowni wymagają całorocznego chłodzenia powietrza w odróżnieniu od pomieszczeń, w których przebywają ludzie. Dzieje się tak ze względu na duże zyski ciepła od urządzeń zainstalowanych w serwerowniach, które nawet w okresie zimowym — przy temperaturach dochodzących do -20°C — są wyższe niż straty ciepła w pomieszczeniu. Ponadto dla pomieszczeń bytowych z reguły nie jest stosowana klimatyzacja pełna, tzn. zapewniająca wymagane parametry temperaturowe i wilgotnościowe powietrza, lecz jedynie klimatyzacja zapewniająca wymagane parametry temperaturowe. Pełna klimatyzacja jest natomiast wymagana w większości serwerowni. Szczególnym przypadkiem, który pozwala na zastosowanie jednego rozwiązania technologicznego dla pomieszczeń serwerowni i bytowych, jest tzw. klimatyzacja

z odzyskiem ciepła (HVACR — *Heating Ventylation Air Conditioning Recovery*) wykorzystująca rozwiązania technologiczne wprowadzone przez japońskich producentów systemów klimatyzacyjnych typu VRV lub VRF takich jak Daikin, Mitsubishi, Toshiba oraz inni. Systemy klimatyzacyjne typu VRV lub VRF pozwalają na odzyskiwanie ciepła z serwerowni w trybie całorocznym i przekazywanie go na zewnątrz budynku przez skraplacz (lato) lub do innych pomieszczeń klimatyzowanych systemu (zima). Rozwiązanie to umożliwia nie tylko zastosowanie jednego systemu klimatyzacyjnego dla całego obiektu, ale również oszczędność energii przeznaczoną na cele ogrzewania pomieszczeń bytowych w okresach zimowych i przejściowych.

R. Pawlak ***Zalóżmy, iż inwestor buduje nowy biurowiec. Nie wie, czy i gdzie powstanie serwerownia w jego obiekcie. Czy można zaprojektować instalację tak, aby zapewniała możliwość dołączenia do niej systemu chłodzenia serwerowni? Firmy coraz większą wagę przywiązują do rozwiązań ekologicznych. Co możemy zrobić z odzyskanym ciepłem? W jaki sposób możemy zadbać o środowisko naturalne? Co to jest HVACR?***

K. Wala Oczywiście, że tak. Takim rozwiązaniem jest zastosowanie systemów klimatyzacyjnych typu VRV lub VRF z odzyskiem ciepła opisanych wyżej. Automatyka takiego systemu sama decyduje o utrzymaniu w pomieszczeniu wymaganych parametrów temperaturowych powietrza niezależnie od przeznaczenia i zysków lub strat ciepła. Przykładowo jeżeli w pomieszczeniach serwerowni wymagana jest funkcja chłodzenia (zyski ciepła), urządzenia wewnętrzne klimatyzacji pobierają nadwyżkę ciepła i przekazują ją poprzez system odzysku ciepła do urządzeń w pomieszczeniach bytowych, gdzie wymagana jest funkcja grzania (straty ciepła). Wówczas możliwa jest praktycznie dowolna lokalizacja pomieszczenia serwerowni w budynku. System VRV lub VRF charakteryzuje się również dużą elastycznością w przypadku wymaganych zmian lub doposażania urządzeń wewnętrznych w pomieszczeniach. Można dowolnie (oczywiście w ramach możliwości mocowych systemu) konfigurować (przenosić lub doposażać) urządzenia wewnętrzne. Dodatkowo dla urządzeń wewnętrznych kanałowych można stosować nawilżanie kanałowe i dodatkowe nagrzewnice w celu pełnej klimatyzacji pomieszczeń serwerowni.

R. Pawlak ***Wdrożenie i uruchomienie instalacji nie zwalnia nas z obowiązku dbania o infrastrukturę chłodzenia i wentylacji. Co powinniśmy zrobić, aby zapewnić jej optymalną pracę i zminimalizować ryzyko wystąpienia awarii?***

K. Wala

Podstawowym obowiązkiem użytkownika jest dbanie, aby urządzenia klimatyzacyjne były okresowo konserwowane przez odpowiednie służby (również użytkownika) i podlegały odpowiednim przeglądom gwarancyjnym i pogwarancyjnym wykonywanym przez uprawnione przez producenta czy dostawcę firmy serwisowe. Liczba konserwacji w ciągu roku uzależniona jest od warunków eksploatacji (źródła zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniu, zastosowanie pełnej lub niepełnej klimatyzacji). Generalnie w pomieszczeniach serwerowni wymagane są przez producentów minimum dwie, trzy konserwacje w ciągu roku, jednak w większości przypadków takich przeglądów konserwacyjnych powinno być rocznie co najmniej od czterech do sześciu. Dla prawidłowej pracy urządzeń wymagane są również przeglądy gwarancyjne i pogwarancyjne według podanych przez producentów częstotliwości — najczęściej dwa, trzy razy w roku. Przykładowe czynności, jakim podlegają urządzenia podczas przeglądów konserwacyjnych i gwarancyjnych, są następujące.

1. Przegląd gwarancyjny lub pogwarancyjny:

- ♦ sprawdzenie wszystkich trybów pracy urządzenia;
- ♦ sprawdzenie ciśnienia freonu na zaworach serwisowych niskiego ciśnienia;
- ♦ sprawdzenie ciśnienia freonu na zaworach serwisowych wysokiego ciśnienia;
- ♦ sprawdzenie stanu połączeń i zabezpieczeń elektrycznych;
- ♦ czyszczenie lameli skraplacza;
- ♦ sprawdzenie obwodów, napięć i prądów jednostki zewnętrznej;
- ♦ sprawdzenie obwodów, napięć i prądów jednostki wewnętrznej;
- ♦ kontrola pracy wentylatorów skraplacza;
- ♦ kontrola pracy wentylatora parowacza;
- ♦ sprawdzenie stanu technicznego izolacji termicznej;
- ♦ sprawdzenie poprawności odpływu skroplin z jednostek zewnętrznych;
- ♦ sprawdzenie poprawności działania elektronicznych układów sterowania klimatyzatorów wewnętrznych;
- ♦ sprawdzenie poprawności działania elektronicznych układów sterowania jednostek zewnętrznych;
- ♦ sprawdzenie poprawności działania sprężarek inwerterowych układu freonowego;
- ♦ sprawdzenie zamocowania elementów wentylatorów, sprężarek i elementów instalacji freonowej.

2. Przegląd konserwacyjny:

- ◆ czyszczenie lameli parownika;
- ◆ sprawdzenie i czyszczenie układu odprowadzania skroplin z jednostek wewnętrznych;
- ◆ zastosowanie specjalnych preparatów likwidujących florę bakteryjną powstałą w skroplinach z jednostek wewnętrznych;

czyszczenie filtra powietrza jednostek wewnętrznych (bez wymiany filtra).

R. Pawlak ***Czy system chłodzenia i wentylacji serwerowni jest połączony z analogiczną instalacją obsługującą pomieszczenia biurowe? Jeżeli tak, to jak to wpływa na jakość powietrza włączanego do biur?***

K. Wala Wpływ na jakość powietrza nawiewanego do biur jest znikomy. Przy stosowaniu instalacji nawiewno-wywiewnej ilość powietrza z pomieszczeń serwerowni w stosunku do pozostałych pomieszczeń biurowych to zaledwie kilka procent. Poza tym dla instalacji z odzyskiem ciepła powietrze nawiewane w bardzo małych ilościach (kilka procent dla odzysku ciepła za pomocą wymienników płytowych lub obrotowych) miesza się z powietrzem wywiewanym. W połączeniu z kilkuprocentowym udziałem powietrza serwerowni w stosunku do pozostałych pomieszczeń daje to znikomy wpływ na jakość powietrza nawiewanego do biur. Z drugiej strony, z uwagi na wysokie wymagania co do czystości powietrza w serwerowniach jakość powietrza usuwanego z nich jest w wielu przypadkach dużo lepsza niż usuwanego z pomieszczeń biurowych.

R. Pawlak ***W jaki sposób instalacje są zabezpieczane przed awarią, np. zanikiem zasilania, opadami deszczu?***

K. Wala Przed zanikiem zasilania — przez agregat prądotwórczy.

Przed opadami deszczu oraz innymi czynnikami atmosferycznymi takimi jak wiatr i śnieg — przez specjalne osłony montowane na skraplaczach. Osłony zwiększają również zakres pracy urządzeń zewnętrznych, co ma istotne znaczenie dla ich funkcjonowania przy ekstremalnych temperaturach na zewnątrz (poniżej -20°C zimą lub powyżej 45°C latem).

Przed lodem — przez montaż jednostek zewnętrznych na odpowiedniej wysokości nad poziomem dachu (minimum 0,5 metra) oraz wyposażenie ich w kable lub maty grzejne zabezpieczające przed oblodzeniem urządzenia. Również samo odprowadzenie do kanalizacji skroplin powstałych w wyniku odszraniania urządzeń zewnętrznych powinno być zabezpieczone przed zalodzeniem za pomocą mat lub kabli grzejnych.

- R. Pawlak *Czy możemy podać szacunkowe koszty instalacji chłodzenia i wentylacji w oparciu o jakiś przykład?*
- K. Wala Koszty instalacji chłodzenia i wentylacji w zależności od wielkości, przeznaczenia i stopnia niezawodności serwerowni wahają się od kilku tysięcy (serwerownie dla niewielkich biur) do nawet kilku milionów złotych (serwerownie dużych zakładów).
- R. Pawlak *Czy istnieją szkolenia z obsługi i eksploatacji instalacji chłodzenia? Warto takowe odbywać?*
- K. Wala Szkolenia z obsługi i eksploatacji urządzeń klimatyzacyjnych organizują przede wszystkim producenci i dostawcy takich rozwiązań. Szkolenia te skierowane są nie tylko do firm serwisujących, ale również do służb technicznych użytkowników serwerowni. Szkolenia dla firm serwisowych są niezbędne dla uzyskania przez poszczególnych producentów lub dostawców autoryzacji do wykonywania przeglądów gwarancyjnych, konserwacyjnych czy serwisowych urządzeń klimatyzacyjnych. Uzyskana wiedza jest później wykorzystywana i jest niezbędna przy instalacji, konfiguracji oraz uruchamianiu systemów klimatyzacyjnych. Jest również przekazywana odpowiednim służbom użytkownika podczas szkoleń obsługi. Każde szkolenie przeprowadzone przez osoby mające duże doświadczenie i wiedzę nie tylko teoretyczną, ale i praktyczną w dziedzinie rozwiązań klimatyzacyjnych jest nie tylko warte odbycia, ale nawet niezbędne — w szczególności dla serwisów i służb technicznych użytkowników serwerowni.

Rozmowa 3. — wypowiada się pan Grzegorz Niziński

Grzegorz Niziński (rysunek 13.2), lat 33, absolwent Szkoły Głównej Handlowej na kierunku metody ilościowe i systemy informatyczne — zwolennik nowych technologii.

Od ponad ośmiu lat związany z rynkiem okablowania strukturalnego. Przez blisko cztery lata współpracował ze szwajcarską firmą Reichle & De-Massari, gdzie był odpowiedzialny za wprowadzanie nowego okablowania strukturalnego R&M freenet. Następnie przez ponad dwa lata był kierownikiem produktu Legrand VDI. Obecnie od ponad roku pracuje dla firmy Ortronics należącej do Grupy Legrand jako krajowy koordynator sprzedaży.

Ortronics to piąty co do wielkości (a biorąc pod uwagę sprzedaż kabli, trzeci) światowy dostawca elementów do budowy okablowania strukturalnego, który oferuje zaawansowane rozwiązania pozwalające na budowę torów transmisyjnych o parametrach przewyższających wymagania normy o 3 – 5 dB.

Prywatnie swój czas poświęca rodzinie — ma żonę i dwójkę dzieci. Jego pasją są podróże.

Rysunek 13.2.
Grzegorz Niziński



- R. Pawlak ***Jak jakość elementów składowych przekłada się na klasę, bezpieczeństwo i stabilność pracy całego systemu? Dlaczego jest tak ważne, aby stosować wysokiej klasy sprzęt pasywny?***
- G. Niziński Można powiedzieć generalnie, że jakość stosowanych elementów zawsze ma istotny wpływ na trwałość, niezawodność i długowieczność używanych produktów, jednak w przypadku okablowania strukturalnego ma to szczególne znaczenie. Rewolucja technologiczna, której jesteśmy świadkami, napędza rozwój IT — szybsze procesory, większe pamięci, większe strumienie informacji powodują, że sieci komputerowe muszą coraz efektywniej transportować dane. Jeśli podzielić transmisję danych na warstwy aktywną i pasywną i porównać ją do transportu drogowego, to sprzęt aktywny jest rozumiany jako skrzyżowania i bramki na autostradzie, a kable jako ulice i autostrady. Jeżeli jakieś elementy systemu są niewydajne, mamy problemy. Wyobraźmy sobie system drogowy, który jest idealny: szerokie wielopasmowe drogi, wielopoziomowe skrzyżowania — oznacza to szybki transfer. Wystarczy jednak zator jednego pasa ruchu, aby powstały utrudnienia, które następnie blokują skrzyżowania i w końcu paraliżują cały system. Ta obrazowa metafora powinna uświadomić wszystkim, jak ważnym elementem jest zainstalowany kabel transmisyjny, a właściwie szerokość pasma transmisyjnego — nasza przyszła droga zależy od jego niezawodności. Każdy doświadczony informatyk był świadkiem aktualizacji oprogramowania, wymiany przełączników czy routerów. Cała operacja, choć kosztowna, zabiera od kilku minut do kilkunastu godzin. Niewielu natomiast było świadkami wymiany kabli transmisyjnych. Kable raz zainstalowane muszą przetrwać do czasu generalnego remontu. Pamiętając o tym, powinniśmy

wybierać rozwiązanie, które dzięki swoim parametrom nie tylko spełni normę, czyli minimalne wymagania, ale ją przewyższy, dając pewność, że w razie problemów wciąż będziemy mieli wystarczającą część pasma transmisyjnego do efektywnego wykorzystywania urządzeń aktywnych.

W tym momencie warto zwrócić uwagę, że sam wybór technologii, np. kategorii 6., nie jest w pełni świadomym wyborem. Dopiero określenie właściwości fizycznych toru transmisyjnego, np.: NEXT i Return Loss 3 dB powyżej normy, i wyegzekwowanie tego w czasie instalacji spowoduje, że otrzymamy system wysokiej jakości, który zagwarantuje wieloletnią bezawaryjną i efektywną transmisję typowych danych oraz innych technologii takich jak VoIP, PoE czy strumienie multimedialne.

R. Pawlak ***Czyli wydajny tor transmisyjny to gwarancja niezawodnej sieci komputerowej?***

G. Niziński Niestety, nie do końca. Dobry tor transmisyjny to podstawa niezawodnej sieci, ale dopiero właściwy wybór kabli krosowych daje gwarancję wydajnego kanału transmisyjnego. Kable krosowe jako pierwszy element łączący urządzenie aktywne z portem RJ-45 są kluczowym punktem systemu. Niestety nie można wskazać producenta, który oferuje najlepsze lub najgorsze kable krosowe, gdyż ich wydajność jest determinowana przez impedancję toru transmisyjnego, do którego zostają podłączone. Niedopasowanie elementów wtyku kabla krosowego i gniazda RJ-45 powoduje przy wysokich częstotliwościach wzrost szumów i odbić sygnału, co w efekcie obniża jakość transmisji. Większość renomowanych producentów oferuje kable krosowe o impedancji dopasowanej do impedancji toru transmisyjnego i takie rozwiązania powinno się stosować. W swojej pracy wielokrotnie spotykaliśmy się z poprawnie wykonanymi instalacjami, które w nieświadomy sposób były sabotowane poprzez używanie tanich bądź ręcznie wykonanych kabli krosowych. Jeżeli chcemy mieć pewność co do jakości kanału transmisyjnego, powinniśmy stosować kable krosowe producenta systemu. Pozorna oszczędność na kablu krosowym przynosi wymierne straty w postaci nieefektywnej transmisji danych i utraconych korzyści finansowych.

R. Pawlak ***Przyglądając się kablom krosowym Ortronics, zauważyłem, iż kable wewnątrz wtyczki nie posiadają rozplotu (nie są ułożone równolegle). Instalatorzy przyzwyczajeni są do płaskiego ułożenia kabli we wtyku. Dlaczego zastosowano takie rozwiązanie? Jak przekłada się to na terminowanie gniazd?***

G. Niziński Tak, to prawda, kable krosowe Ortronics są nie tylko kablami systemowymi, czyli dopasowanymi do toru transmisyjnego, ale również mają bardzo nowatorską budowę wtyku RJ-45.

Specjalnie zaprojektowany separator wewnątrz wtyku zapewnia możliwość poprowadzenia skręconych par bezpośrednio do punktu styku z pinami. Wielopłaszczyznowe ułożenie żył w końcowej fazie złącza gwarantuje niskie wartości przesłuchów między parami. Rozwiązanie to zostało opracowane, aby zapewnić kablom krosowym centralne dopasowanie do impedancji w torze transmisyjnym. Wszystkie kable krosowe Ortronics są poddawane rygorystycznym procedurom testowym gwarantującym dopasowanie do toru transmisyjnego Ortronics. Firma gwarantuje, że stosując je jako rozwiązanie systemowe, nie tylko nie obniżymy jakości toru, ale w znaczący sposób podniesiemy jego parametry względem normy.

R. Pawlak ***W ofercie sprzętu Ortronics znajdują się m.in. półokrągłe panele krosowe. Czym różnią się one od klasycznych rozwiązań? Jaki jest powód ich krzywiżny?***

G. Niziński Ortronics jako wiodący producent okablowania strukturalnego nie tylko bierze udział w pracach komitetów normalizacyjnych, ale również w aktywny sposób przyczynia się do nadawania nowych kierunków i opracowywania nowatorskich rozwiązań w dziedzinie budowy okablowania strukturalnego. Bliski kontakt z klientami oraz zaawansowane centrum badawczo-rozwojowe przyczyniły się do wprowadzenia nowego produktu, jakim jest półokrągły panel krosowy (rysunek 13.3). U źródła tego rozwiązania leżały dwie rzeczy. Pierwszą był czynnik ekonomiczny. Wzrastające koszty utrzymania powierzchni serwerowych i data center zmuszają inwestorów do poszukiwania oszczędności w zakresie powierzchni wykorzystywanej na te cele. Stosowanie półokrągłych paneli umożliwia zupełnie nowy sposób organizacji kabli krosowych. W takim rozwiązaniu odprowadzane są one bezpośrednio do pionowych organizatorów znajdujących się po obu stronach racków. W tej sytuacji inwestor nie musi instalować poziomych organizatorów kabli, co pozwala dwukrotnie zwiększyć upakowanie szafy. Drugim powodem takiego rozwiązania były problemy z zachowaniem promienia gięcia kabli krosowych. Dla transmisji protokołów 1 Gb/s, a szczególnie 10 Gb/s, wszelkie zgięcia czy nadmierne naprężenie kabla krosowego powoduje spadek szerokości pasma, a co za tym idzie ograniczenie w transmisji danych. W instalacjach, gdzie stosuje się poziome organizatory, można zobaczyć, jak kable krosowe są zgniatane zaraz za wtykiem, aby można było je wprowadzić do tych płaskich organizatorów. Inwestorom, którzy myślą o przyszłości i o dużych, szybkich protokołach, polecamy nowe rozwiązania i nowy sposób organizacji kabli.

Rysunek 13.3.

Panel krosowy
półokrągły (Ortronics)



- R. Pawlak *Czy tego typu panele owalne wymagają specjalnych konstrukcji szaf dystrybucyjnych bądź stojaków, aby można było efektywnie z nich korzystać?*
- G. Niziński Tego typu rozwiązanie może być stosowane w większości dostępnych na rynku punktów dystrybucyjnych. Należy jednak pamiętać o kilku istotnych czynnikach, które związane są z wyborem takiego rozwiązania, i propozycjach, jakie w tym zakresie przygotowała firma Ortronics. Poza organizacją okablowania horyzontalnego nasz punkt dystrybucyjny odpowiada również za organizację urządzeń aktywnych, które wydzielają ciepło. Na przestrzeni ostatnich kilku lat wraz ze wzrostem transmisji danych wzrosła również szybkość pracy procesorów, a co za tym idzie ilość ciepła wydzielanego przez przełączniki i serwery. Klienci przyzwyczajeni są do stosowania zamkniętych szaf dystrybucyjnych z obiegiem powietrza wymuszonym przez wentylatory dachowe i termostat kontrolujący ich pracę. Biorąc udział w pracach projektowych, zwracamy uwagę na zapewnienie właściwej cyrkulacji powietrza wewnątrz szafy. Naszym klientom oferujemy rozwiązania, które wspomagają ten proces. Tradycyjne szafy zostały wyposażone w owalne drzwi, dzięki czemu, w porównaniu z klasycznym rozwiązaniem, zimne powietrze z dołu ma swobodniejszy przepływ do góry, gdzie wentylatory przełączników mogą pobierać je do chłodzenia układów elektronicznych. Owalny kształt drzwi doskonale komponuje się z półokrągłymi panelami, gwarantując przepływ powietrza na całej szerokości szafy. W przypadku zdecydowania się na stosowanie pionowej organizacji kabli należy pamiętać o wybieraniu szaf o szerokości 800 mm.
- Gdy pracujemy nad dużymi projektami, gdzie serwerownie to osobne pomieszczenia wyposażone w centralną klimatyzację, proponujemy klientom stosowanie racków Ortronics MightyMo 10, które zostały specjalnie zaprojektowane, aby optymalizować organizację kabli krosowych i zapewniać maksymalną cyrkulację powietrza. Dodatkowo dla osób wymagających ograniczonego dostępu do sprzętu stojaki można wyposażyć w perforowane drzwi z przodu i z tyłu.

- R. Pawlak ***Wiodący producenci sprzętu oferują różnorodne oprogramowanie wspierające prace projektowe. Warto posługiwać się takimi aplikacjami czy może jest to jeden z zabiegów czysto marketingowych?***
- G. Niziński Projektant systemu okablowania strukturalnego to osoba zajmująca wyjątkowe miejsce w procesie inwestycyjnym; swoją wiedzą i doświadczeniem powinien wspierać inwestora w doborze odpowiedniej technologii spełniającej obecne i przyszłe wymagania inwestycji.
- W takich sytuacjach wydaje się wskazane wykorzystanie aplikacji pomagających w pracach projektowych. Należy jednak pamiętać, że nawet najlepsze oprogramowanie nie zastąpi znajomości norm i standardów dotyczących projektowania i wykonawstwa sieci okablowania strukturalnego. Bardziej niż wybór aplikacji czy rozwiązania systemowego do projektowania wydaje się właściwy wybór technologii, w której będzie się projektować. W tej chwili nowe systemy okablowania strukturalnego powinno się projektować w oparciu o elementy kategorii 6., budując kanał klasy E, a dla bardziej wymagających użytkowników — klasy Ea z elementów kategorii 6a. W obu przypadkach zleca się stosowanie w okablowaniu pionowym światłowodów OM3 50/125 μm . Na koniec pragnę podkreślić, że generalnie wskazane jest korzystanie z dedykowanego oprogramowania, należy jednak pamiętać, że zwykle ogranicza się ono do rozwiązań jednego producenta i nie daje pełnych możliwości projektowania systemu.
- R. Pawlak ***Jakie skutki mogą powodować błędy w projekcie technicznym okablowania? Które najczęściej kosztują?***
- G. Niziński Po raz kolejny odniosę się do norm, standardów oraz zaleceń projektowych jako do najlepszego źródła wiedzy na temat unikania błędów w fazie projektowej. Znajomość powyższych zapisów oraz świadome z nich korzystanie pozwala na projektowanie funkcjonalnych i efektywnych struktur kablowych.
- Niestety, zwykle błędy projektowe powstają pod presją oszczędności na projekcie oraz z niewiedzy inwestora, który wymusza na projektancie kompromisy i projektowanie „na skróty”. Może opisać dwa błędy najczęściej popełniane w fazie projektowej. Pierwszym jest projektowanie okablowania pionowego zwanego backbone, w którym projektanci rezygnują z połączeń pośrednich pomiędzy dystrybutorami piętrowymi. W przypadku mechanicznego uszkodzenia kabla nie ma możliwości zorganizowania alternatywnego połączenia, dlatego zaleca się projektowanie minimum dwóch niezależnych torów łączących piętrowy punkt dystrybucyjny z punktem centralnym. W temacie okablowania pionowego warto również odpowiedzieć na dwa często zadawane pytania. Oto pierwsze: „W oparciu o jaką technologię projektować backbone?”. Odpowiedź: „W oparciu o najlepszą możliwą”.

Aktualnie zalecamy rozwiązanie światłowodowe wykorzystujące kabel wielomodowy 50/125 klasy OM3. A oto drugie pytanie: „Ile włókien muszą mieć kable używane w szkielecie?”. Odpowiedź: „Jak najwięcej, jednak w granicach zdrowego rozsądku i przewidywalnych wymagań użytkowników”. Na bazie naszego doświadczenia zalecamy minimum kable ośmiowłóknowe.

Innym problemem, o którym już wspominałem, jest nieumiejętne dobieranie punktów dystrybucyjnych pod względem cyrkulacji powietrza i zapewnienia odpowiedniego wentylowania sprzętu aktywnego. Każdy producent zapewnia sprawne działanie swojego sprzętu w określonym zakresie temperatury, w którym sprzęt pracuje wydajnie. Podwyższenie temperatury o kilka stopni wewnątrz urządzenia powoduje uruchomienie systemu obronnego, który obniża szybkość procesorów w celu ograniczenia emisji ciepła, co powoduje rzeczywisty spadek wydajności urządzenia. W konsekwencji administratorzy muszą pozostawiać szafy otwarte, aby sprostać wymaganiom wentylacyjnym. Wielu renomowanych producentów zaczyna stosować wentylację poprzeczną, czyli wentylatory umieszczane po bokach urządzenia, które przepychają powietrze z lewej strony na prawą. W takim przypadku zaprojektowanie punktu dystrybucyjnego o szerokości 600 mm może doprowadzić do uszkodzenia urządzenia z powodu przegrzania. Jeżeli pokusimy się o porównanie kosztów wykonania instalacji i właściwego doboru punktów dystrybucyjnych z kosztem urządzeń aktywnych, powinniśmy zrozumieć, że oszczędności w sferze okablowania strukturalnego mogą być powodem przyszłych problemów i kosztów związanych z serwisowaniem sprzętu aktywnego.

R. Pawlak ***Z jaką największą, a zarazem może i najtrudniejszą inwestycją spotkał się pan w swojej karierze?***

G. Niziński Inwestycja, która od razu przychodzi mi na myśl, nie została jeszcze zrealizowana. Ponieważ jest to obiekt rządowy, nie mogę zdradzić szczegółów, jednak mogę powiedzieć, że to spory budynek, w którym pierwsze okablowanie zostało wykonane na początku lat 90. jeszcze w technologii kategorii 5. i światłowodów 62,5/125 μm . W budynku znajduje się około 3000 linii, z czego ponad połowa obsługuje transmisję danych. Pomimo że pracownicy pracują na najnowszym sprzęcie komputerowym, a w szafach zainstalowane są przełączniki i routery renomowanych producentów, na wielu stacjach roboczych nie udaje się osiągnąć transferu wyższego niż 10 Mb/s. Cała sieć wydaje się przeciążona i nieefektywna. Właściciel obiektu stoi przed koniecznością modernizacji okablowania. Niestety nie jest to proste, gdyż ze względu na dużą liczbę pracowników w przepełnionych biurach nie ma logistycznej możliwości stworzenia tymczasowych stanowisk pracy. Jest to trudny problem organizacyjny, który pokazuje raz jeszcze, jak trudna w modernizacji jest warstwa fizyczna

sieci komputerowej i jak istotne jest używanie najlepszych materiałów do jej budowy. Rozmawiałem z informatykami zarządzającymi działem IT. Pytałem, ile razy modernizowali sprzęt pracowników. Odpowiedzieli, że obecnie pracuje już trzecia generacja komputerów i podobnie jest ze sprzętem aktywnym w serwerowni — niestety sieć jest cały czas pierwszej generacji.

- R. Pawlak *Wielu młodych inżynierów nurtuje pytanie, czy zajmując się systemem okablowania, można godnie zarabiać oraz czuć satysfakcję z wykonywanej pracy. Co mógłby pan doradzić początkującym projektantom?*
- G. Niziński Każdy projektant, niezależnie od rodzaju wykonywanych projektów, ma do spełnienia pewną misję, za której powodzenie odpowiada. W swojej pracy powinien kierować się dobrem inwestora i postępować zgodnie ze sztuką oraz zaleceniami branżowymi. Często również pełni rolę doradcy, polecając wybór rozwiązań i technologii — powinien zatem umieć bronić swoich racji i przekształcać je w realne korzyści dla inwestora. W związku ze wzrastającym zainteresowaniem rozwiązaniami data center oraz nowymi inwestycjami budowlanymi, zarówno komercyjnymi, jak i mieszkalnymi, wzrastać będzie również zapotrzebowanie na dobre projekty i na dobre okablowanie strukturalne. Jestem spokojny o pracę dla projektantów. Jaką mógłbym dać radę? Uczyć się od najlepszych i zawsze nadążać za uaktualnieniami norm i standardów. Niestety w okablowaniu strukturalnym pojawia się wiele zaleceń dotyczących budowy struktur kablowych, które dopiero po pewnym czasie stają się ostateczną normą. Aplikacje i szybkość transmisji danych zawsze wyprzedzają te aktualizacje, dlatego warto wiedzieć na bieżąco, co się dzieje w nowych technologiach i jakich parametrów będą one wymagały.

Rozmowa 4. — wypowiada się pan Janusz Jankowski

Jakiego rodzaju wiedzę powinien dysponować dobry instalator (projektant) systemu okablowania strukturalnego? Chciałbym obalić mit, iż wystarczy biegłe posługiwać się zasobem informacji stricte teleinformatycznych. O ile się nie mylę, instalator SOS powinien wykazywać się wiedzą z zakresu wielu innych dyscyplin, np. budownictwa, fizyki, geografii.

- J. Jankowski Na pewno bardzo pożądane są umiejętności typowo budowlane, a przede wszystkim umiejętność poprawnego przeczytania planów budowlanych, żeby nie popełniać karygodnych błędów, np. nie ustalić przebiegu okablowania przez belki stropowe.

Ponadto inżynier powinien znać przepisy przeciwpożarowe, żeby w wyniku swojej pracy nie stworzyć miejsc możliwego przenoszenia się ognia. Musi zatem wiedzieć, jak zabezpieczyć kanały, w których kable będą prowadzone.

Dodatkowo wskazana jest umiejętność sprawdzenia, czy dane pomieszczenie podlega wzmożonej ochronie przeciwpożarowej i czy trzeba stosować przewody palne, czy niepalne. Instalator musi także umieć oszacować, w jaki sposób powinny być zabezpieczone przepusty.

Wszystkie powyższe zagadnienia są bardzo ważne w fazie projektowej, żeby po wykonaniu naszej instalacji budynek mógł zostać odebrany np. przez straż pożarną.

R. Pawlak Należy przestrzegać pewnych zasad, aby później nie sprawić problemów przy odbiorze infrastruktury.

J. Jankowski Zasygnalizowałem tylko ważniejsze kwestie.

Bardzo ważna jest także znajomość całego systemu okablowania strukturalnego oraz wiedza na temat materiałów eksploatacyjnych. Należy wiedzieć, jakie istnieją kasety podłogowe, w jaki sposób trzeba je montować, jakie słupki i koryta są dostępne. Wiedza ta jest istotna, aby nie narażać inwestora na zbyt duże wydatki, a jednocześnie nie popełniać błędów projektowych w rodzaju zastosowania zbyt cienkich koryt czy koryt, które nie pasują do pozostałych elementów.

R. Pawlak Reasumując, warto znać jak najwięcej elementów, z których się buduje system.

J. Jankowski Dotyczy to wszystkich specjalistów budowlanych. Gdy ktoś buduje dom, zna rodzaje cegieł, wie, z jakiego materiału wykonać elewację. Instalator musi mieć całościową wizję realizowanego projektu. Nie może ograniczać się jedynie do znajomości kabli oraz ich prowadzenia — powinien patrzeć na budynek jako całość. Obiekt ten będzie przecież użytkowany. Sieć, która zostanie zbudowana, nie może sprawiać trudności technicznych czy chociażby budzić wątpliwości estetycznych. Instalator powinien uważać, aby nie zepsuć pomieszczenia poprzez np. ułożenie trzech koryt na jednej ścianie.

R. Pawlak Fakt! Czasami mamy do czynienia z budynkami zabytkowymi i wartościowymi.

J. Jankowski To zupełnie inna kwestia. Miałem w swojej karierze zawodowej kilka takich prac, w których musiałem się konsultować z konserwatorem zabytków.

R. Pawlak To były ciekawe zadania...

- J. Jankowski Przede wszystkim trudne z uwagi na to, że nie można było zniszczyć sztukaterii ani naruszyć boazerii. Inwestycję tę trzeba było dość dokładnie zaplanować. Praca przypominała trochę zabawę, ale została zakończona pomyślnie.



Umiejętność poprawnego korzystania z rysunków technicznych (budowlanych) stanowi podstawę w pracy nad systemami okablowania strukturalnego. Dokumentacja techniczna najczęściej dostępna jest, a przynajmniej powinna być, w formie papierowej. Jednak nie zwalnia to projektanta z konieczności posługiwania się programami typu CAD ani umiejętności tworzenia rysunków technicznych. Przystępując do projektowania systemu okablowania, praktycznie zaczynamy pracę od rozłożenia planów budynków (kondygnacji). Wszystkie umiejętności pozwalające biegle poruszać się w tym temacie są zatem pożądane.

Rozmawialiśmy przed chwilą na temat zakresu wiedzy teoretycznej. Uzupełnijmy ten wątek o niezbędne i pożądane umiejętności, jakimi powinien cechować się instalator systemu okablowania.

- R. Pawlak Powiedział pan trochę o niezbędnej wiedzy. A jakimi umiejętnościami powinien wykazywać się instalator?
- J. Jankowski Nawiazemy do punktu poprzedniego — niezwykle istotne jest czytanie planów i znajomość norm. Inżynier powinien umieć praktycznie zastosować te normy, np. nie naciągać zbyt wielu przewodów ani nie przekraczać promieni zgięcia — bo i takie przypadki miały miejsce.
- Instalator musi także wykazywać się kulturą techniczną. To bardzo ważne. Całe działanie instalatora powinno być skierowane na to, żeby nie uszkodzić nośnika, który jest już dostarczony jako odpowiadający normom, a tymczasem podczas prac instalacyjnych może ulec awarii.
- R. Pawlak A co z pracą typowo fizyczną, techniczną, np. terminowaniem gniazdek i spawaniem światłowodu?
- J. Jankowski Instalator musi posiadać także takie umiejętności. Przynajmniej nasza firma zawsze działała zgodnie z zasadą, że okablowanie wykonują tylko wykwalifikowani instalatorzy, którzy są przeszkoleni przez dostawców systemu okablowania strukturalnego.
- R. Pawlak Wynika z tego, że podejmując się takiego zadania, potencjalny instalator powinien już dysponować takimi umiejętnościami.
- J. Jankowski Tak, to oczywiste!

Producenci systemów (elementów) okablowania strukturalnego oferują szeroką gamę szkoleń (odpłatnych lub nieobciążonych żadnymi kosztami). Dlaczego warto uczestniczyć w takich warsztatach?

J. Jankowski Szkolenia są bardzo przydatne. Nie zawsze ma się ochotę śledzić nowości w internecie, nie zawsze mamy ochotę czytać fachowe czasopisma. Krótkie, jednodniowe szkolenia są jak najbardziej wskazane, ale już podróżowanie np. do Zakopanego na trzy dni jest stratą czasu.

Krótkie spotkania, na których prezentuje się nowości w dziedzinie systemów, są bardzo przydatne dla projektantów. Niestety inżynierom zwykle szkoda poświęcić jeden dzień pracy na zapoznanie się z ważnymi nowinkami. Później patrzą na instalację z pewnej perspektywy i odkrywają, że dane rozwiązanie można było wykonać prościej, że można było zamontować inne koryto lub słupki albo w ogóle doprowadzić kable inną drogą.

R. Pawlak Większy nacisk powinno się kłaść na praktykę, warsztaty techniczne czy raczej samą teorię?

J. Jankowski To zależy, kogo to dotyczy. Dla projektantów istotne jest przedstawienie elementów, czyli raczej teoria. Natomiast instalatorom przydadzą się zajęcia typowo praktyczne (ćwiczenia).



Niepodważalnym faktem jest to, że każdy instalator (projektant) musi posiadać pewną podstawową wiedzę. Szkolenia pozwalają na zapoznanie się z nowościami, aby jednak wynieść maksymalnie dużo korzyści z takich spotkań, należy biegło poruszać się w kluczowych zagadnieniach systemu okablowania strukturalnego.

System okablowania najpierw pojawia się na deskach kreślarskich. Następnie na podstawie przygotowanej dokumentacji wdrażamy całą infrastrukturę teleinformatyczną. Z jakiego rodzaju problemami (różnicami) wynikającymi z konfrontacji teorii i praktyki najczęściej spotyka się instalator? O ile jest to możliwe, proszę o udzielenie kilku rad, w jaki sposób można wybrnąć z tych kłopotliwych sytuacji. Może uda się także namówić pana na opowiedzenie anegdoty o jakiejś bardzo niezwykłej sytuacji?

J. Jankowski Teoretycznie nie powinny się pojawiać żadne różnice między teorią i praktyką. Jeżeli dostajemy plany budynków, powinniśmy zaprojektować taki system, jakiego życzy sobie inwestor. Jeżeli układ ścian jest zgodny z planem, podobnie powinno być z instalacją.

Natomiast często zdarza się, że inwestor zażyczy sobie czegoś, my to projektujemy i potem użytkownik — jeszcze w trakcie budowy (czyli mamy taki etap, że ściany stoją) lub remontu — zgłasza swoje uwagi.

Jeżeli osoby, które będą użytkowały dane pomieszczenie, powiedzą: „Przecież ja sobie to inaczej wyobrażałem”, to najczęściej dokonuje się poprawek w planach.

R. Pawlak Na bieżąco?

- J. Jankowski Tak, klient ma zawsze rację. Kiedy musimy dokonać takich zmian, powinniśmy zmienić też dokumentację — po uzgodnieniu tego faktu z inwestorem. Często zmienia się liczba gniazd lub ich rozmieszczenie w pomieszczeniach.
- R. Pawlak A co w starych budynkach? Jak się mają plany do rzeczywistości?
- J. Jankowski Przeważnie planów nie ma, więc najpierw należy je stworzyć. Potem nanosi się na nie projekt okablowania strukturalnego i po zatwierdzeniu się go realizuje. W takim przypadku jest mniej utrudnień, dlatego że użytkownik uczestniczy w pracach projektowych — w pewnym sensie je nadzoruje. Właściwie to on jest zleceniodawcą dla inwestora. Oczywiście może to być ta sama instytucja, gdzie inwestorem jest dział administracyjny.
- R. Pawlak Z jaką największą rozbieżnością się pan spotkał?
- J. Jankowski W nowej inwestycji zapomniano o wszystkich instalacjach (kablach). Zresztą to nawet nie była rozbieżność projektowa, to była wręcz rozbieżność logiczna. Nowa instytucja — centrum logistyczne — nie została wyposażona w sieć telefoniczną, informatyczną ani elektryczną.
- R. Pawlak W nowo wybudowanym budynku?
- J. Jankowski Tak!
- R. Pawlak Co robi się w takim przypadku?
- J. Jankowski Wykonuje się instalacje w korytach.
- R. Pawlak Cała estetyka zostaje zniszczona... Jest to naprawdę niezwykle. Wszystkie instalacje powinny być z założenia wtopione w inwestycję.
- J. Jankowski Albo było to przeoczenie głównego projektanta, albo ktoś nie dostarczył dokumentów i tak to zostało wykonane.
- R. Pawlak To chyba odpowiednio świadczy o nadzorującym budowę?
- J. Jankowski Szczerze mówiąc, nie wiem, jak to się stało.
- R. Pawlak Najważniejsze, że wybrnięto z sytuacji.
- J. Jankowski Jako ciekawostkę powiem, że są firmy, które zajmują się naprawianiem błędów budowlanych (ale nie w Polsce). Podróżują one od budowy do budowy i np. wycinają okna tam, gdzie powinny być, a gdzie ktoś zapomniał je zaprojektować.
- Norma niemiecka nie dopuszcza kucia w budynkach, natomiast zezwala na cięcie. Są więc firmy, które posiadają odpowiednie maszyny i tną drzwi w ścianach.
- R. Pawlak Mam nadzieję, że uda nam się wpłynąć na to, aby w Polsce nie poprawiano okablowania strukturalnego.

- J. Jankowski Niestety, do montażu okablowania strukturalnego dochodzi przeważnie na końcu prac. Niewielu inwestorów pamięta o instalacjach niskonapięciowych. Z reguły montowana jest instalacja przeciwpożarowa, znana od bardzo dawna, natomiast zdarza się jeszcze, że zapomina się o sieciach logicznych. Jest to poważny błąd, bo zarówno normy, jak i logika nakazują utrzymanie pewnych odległości między kablami. Gdy instalatorzy wchodzą na końcu, mają trudności z prawidłowym rozłożeniem przewodów.
- R. Pawlak Krótko mówiąc, przy nowych inwestycjach trzeba mieć od razu zaprojektowany system okablowania strukturalnego.
- J. Jankowski Tak, to bardzo ważne, aby wyznaczyć trasy kablowe, piony itp.



Układanie instalacji niskonapięciowych i energetycznych w korytach kablowych nie zawsze wynika z popełnionych wcześniej błędów projektowych. W obiektach, w których z założenia dopuszcza się częstą przebudowę (adaptację) ścianek działowych, instalacje w korytach są jak najbardziej wskazane. Położenie puszek podłogowych także nie zawsze będzie odpowiadało nowemu podziałowi powierzchni. Korytkowy system dystrybucji pozwala na łatwy demontaż rejonów okablowania i przeniesienie ich w inne miejsce, oczywiście w pewnych granicach.

Co się dzieje z systemem po jego implementacji i uruchomieniu? Analizując hipotetyczny przypadek, w którym to cały system został zaprojektowany i wdrożony przez jedną firmę, nie mogą wyobrazić sobie momentu całkowitego przejścia infrastruktury przez administratora sieci. Jaki jest udział firmy Legrand w dalszym utrzymywaniu infrastruktury?

- J. Jankowski Inwestycja kończy się podpisaniem protokołu i przekazaniem pełnej dokumentacji projektowej, w której są zawarte plany budynków łącznie z naniesionymi gniazdami oraz rozmieszczeniem punktów dystrybucyjnych. Osobom, które wiedzą, co to jest system okablowania strukturalnego, powinno to wystarczyć do eksploatacji całego systemu.

Po przekazaniu instalacji powinniśmy w ogóle zapomnieć, że coś takiego robiliśmy. Jeżeli sieć jest dobrze wykonana, nie powinna użytkownikowi stwarzać żadnych problemów.

Aspekty bezpieczeństwa i spójności danych towarzyszą praktycznie każdemu systemowi teleinformatycznemu. Załóżmy, iż jakiś agresor, działający z sobie tylko znanych pobudek, zechce podsłuchać lub zakłócić sygnał bezpośrednio w medium. Jaka może być skuteczność takich działań w stosunku do kabli UTP/FTP i światłowodów? W jaki sposób możemy się zorientować, że ktoś niepowołany „majstruje” w okablowaniu?

- J. Jankowski Podsłuchać kabel FTP lub UTP można. Właściwie podsłuchać da się każde medium, jeżeli się w nie ingeruje fizycznie. Dotyczy to zatem także światłowodów.

Jeżeli jednak chcemy podsłuchać transmisję, są na to lepsze sposoby od ingerencji w okablowanie strukturalne.

- R. Pawlak Jest to możliwe? Takie niebezpieczeństwo istnieje?
- J. Jankowski Tak. Oczywiście są normy bezpieczeństwa, które określają, że kable okablowania strukturalnego nie powinny przechodzić przez pomieszczenia innych użytkowników. To już wyklucza jakiś procent ryzyka związanego z podsłuchem. Natomiast jeżeli ktoś będzie chciał nas podsłuchać, a my będziemy mieli standardowy sprzęt komputerowy, to i tak nas podsłucha z odległości kilku kilometrów. Istnieją już metody przechwytywania danych na podstawie dźwięku wydawanego przez procesor.
- R. Pawlak Monitory kineskopowe także są łatwym do podsłuchania medium.
- J. Jankowski To prawda. Istnieje sprzęt, który jest specjalnie przeznaczony do obsługi materiałów poufnych lub tajnych, czyli tych, które podlegają ustawie o ochronie informacji niejawnych.
- Sieć jest jednym z zagrożeń, ale niejedynym.
- R. Pawlak W jaki sposób możemy się zorientować, że ktoś fizycznie podłączył się do sieci?
- J. Jankowski Jeżeli zrobi to fachowiec, praktycznie nie jesteśmy w stanie się zorientować.
- R. Pawlak Czyli jedyną szansą jest przypadek?
- J. Jankowski Jeżeli podłączenia dokonuje fachowiec, musi pan najpierw zobaczyć fizyczne naruszenie zabezpieczeń. A jeżeli to jest nasłuch fali elektromagnetycznej, nie jest pan w stanie określić, ile osób w danym momencie słucha tego „radia”.
- Można się trochę ustrzec przed włamaniami, stosując kable FTP, czyli w pełni ekranowaną sieć. Określenie „w pełni” należy traktować dosłownie: kable ekranowane, panele z dodatkowymi osłonami elektromagnetycznymi — wszystkie elementy powinny być bardzo dobrze uziemione.



Dobra, przemyślana i spójna polityka bezpieczeństwa, która będzie uwzględniać wszystkie aspekty związane z ryzykiem podsłuchania sieci czy włamania się do niej, jest podstawowym dokumentem. Powinien on być w 100% przestrzegany i objęty najściślejszą tajemnicą, gdyż od niego zależy praktycznie byt instytucji.

Wiele się mówi na temat wstecznej zgodności systemów okablowania strukturalnego. Co naprawdę kryje się pod tym pojęciem?

- J. Jankowski Powstają nowe systemy, czyli kategorii 6. i 7. Zgodność powinna polegać na tym, że urządzenia, które pracują w standardzie np. kategorii 6. (w zależności od tego, którą z klas wykorzystamy), powinny również działać w niższych kategoriach (tak to funkcjonuje). Stosując okablowanie wyższej kategorii, nie wykluczamy urządzeń pracujących w niższych kategoriach, nawet w sensie styku.

R. Pawlak Istotne jest, aby płynnie przechodzić między systemami.

J. Jankowski Zgadza się.

Podstawową funkcją systemu okablowania strukturalnego jest zagwarantowanie wielodostępności usług teleinformatycznych. Jak inwestorzy reagują na propozycje instalacji pozornie nadmiarowej liczby punktów abonenckich? Powiedzmy także o zaletach tego zabiegu.

J. Jankowski Korzyści są zarówno ekonomiczne, jak i funkcjonalne. Oczywiście dotyczy to tylko sytuacji, w których budynek został dobrze wykonany od początku do końca. Pierwszy inwestor powinien zadbać o to, aby w budynku była odpowiednia liczba odpowiednio rozmieszczonych gniazd. Zagwarantuje to łatwą adaptację pomieszczeń do aktualnych potrzeb. Niezależnie od tego, czy w pomieszczeniach znajdzie się sekretariat i dyrektor, czy też firma marketingowa, która będzie korzystać tylko z sieci LAN i usług telefonicznych, wszystkie zmiany administracyjne nie będą wymagały rozbudowy sieci.

W czasach, w których firma IBM działała w branży okablowania strukturalnego, przyjęto założenie, że dwa podwójne gniazda mają przypadać na 9 m². W pomieszczeniu o wymiarach 3×3 m powinny zatem znajdować się cztery gniazda logiczne. Z reguły to wystarczy, ale czasem trzeba przewidzieć ich więcej.

Często używa się drukarek sieciowych czy też urządzeń do uwierzytelniania (np. za pomocą kart), które podłączone są bezpośrednio do przełącznika. W takich sytuacjach gniazd może zabraknąć.

R. Pawlak Projektant powinien wykazać się logicznym myśleniem?

J. Jankowski Tak.

R. Pawlak Warto wiedzieć, jak rozplanować gniazda pod względem logicznym, aby później nie trzeba było szukać prowizorycznych rozwiązań.

J. Jankowski W przypadku drobnych inwestorów należy projektować sieć nie według potrzeb użytkowników, ale zgodnie z parametrami budynku (pomieszczenia). Zabezpieczymy się w ten sposób przed wezwaniami do dalszej rozbudowy sieci po upływie kilku miesięcy. Są obiekty, do których wracaliśmy po kilka razy, żeby rozbudowywać, rozbudowywać i rozbudowywać (zmiana przeznaczenia, zwiększenie liczby użytkowników itp.). To wszystko oznacza konieczność instalacji nowych koryt lub ich wymiany oraz dobudowywanie nowych tras, bo np. przepusty są wypełnione.

R. Pawlak Rozbudowa sieci stanowi duży kłopot?

J. Jankowski Tak, zarówno finansowy, jak i logistyczny.

Czy należy instalować punkty abonenckie w serwerowni i w punktach dystrybucyjnych? Czy wpływa to w jakiś sposób na bezpieczeństwo i spójność danych?

- J. Jankowski Najlepiej, gdy wykorzystujemy gniazdko, ponieważ szafy dystrybucyjne są elementem końcowym. Jeżeli będziemy podłączać urządzenia bezpośrednio w szafie, nie będziemy korzystać z panelu, ale z kabla prowadzonego po podłodze. Najlepiej, kiedy z szafy (panelu krosowego) kabel doprowadzony jest do gniazdko w ścianie.
- R. Pawlak Niezależnie od tego, w jakim pomieszczeniu się znajdujemy?
- J. Jankowski Zgadza się.
- R. Pawlak Wszystko sprowadza się do tego, aby szafy pozostawić w spokoju?
- J. Jankowski Tak, dla bezpieczeństwa sieci.

Jakie błędy najczęściej popełnia instalator (projektant) systemu okablowania strukturalnego?

- J. Jankowski Błędów jako takich projektant popełnia bardzo niewiele. To zbyt mała siła przebicia projektanta sprawia, że błędy te się pojawiają. Mam na myśli uległość w stosunku do inwestora. Projektant chciałby pracować zgodnie ze sztuką, a inwestor go przekonuje, że trzeba coś pominąć albo ograniczyć. Inwestorzy często namawiają do przedłużenia odcinków kabla do ponad 90 metrów, bo nie chcą montować drugiego punktu dystrybucyjnego, itp.
- Błędy się zdarzają. Przeważnie projektant broni się przed nimi, np. umieszczając gniazdko, które znajduje się w odległości większej niż przewiduje norma, poza systemem. Fizycznie ono istnieje, ale nie jest wykazywane w dokumentacji.
- R. Pawlak Jest martwe?
- J. Jankowski To wstyd dla projektanta!
- R. Pawlak Domyślałem się, że przyczyną jest ograniczanie kosztów?
- J. Jankowski Tak. Dla jednego punktu należałoby podłączyć dodatkowy przełącznik.
- Jeżeli nie ulegniemy inwestorowi, nie wprowadzimy błędów w okablowaniu strukturalnym. Żaden projektant tego nie robi, chyba że na wyraźne życzenie inwestora.
- R. Pawlak Trzeba tutaj rozgraniczyć odpowiedzialność za ewentualne zmiany.
- J. Jankowski Żaden z projektantów nie będzie chciał odpowiadać za kabel, który jest zaprojektowany niezgodnie ze sztuką. W tym momencie musimy przenieść odpowiedzialność na inwestora.

Jakiej dokumentacji projektowej oczekuje certyfikowany instalator? Co ona powinna zawierać?

J. Jankowski Wszystko to co zwykła dokumentacja budowlana, tzn. przebiegi tras kablowych, rozmieszczenie gniazd oraz tzw. materiałówkę (wykaz niezbędnych elementów) — instalator musi wiedzieć, jakie materiały będą mu potrzebne. Dobra dokumentacja pozwoli na skrócenie czasu pracy do minimum oraz wyeliminuje niespodziewane przestoje.

W przypadku okablowania strukturalnego warto, aby na projekcie, chociażby w wersji roboczej, były naniesione numery gniazd na rozkładzie panelu krosowego. Każdy kabel powinien być oznaczony z obu stron. Jeżeli instalator będzie miał wszystko poprawnie oznaczone, może już podczas budowy systematycznie podłączać kable w szafie.

Jeżeli natomiast instalator ułoży pełną wiązkę kabli i będzie później podłączać je do panelu, znacznie utrudni sobie pracę. Głównie chodzi o przejrzystość całej instalacji, o to, żeby sekwencja kabli była odpowiednio zachowana.

System okablowania strukturalnego nie jest instalacją podobną do elektrycznej, gdzie operujemy obwodami, które łączymy. Tutaj każdy kabel jest układany w topologii gwiazdy.

Gdzie jest granica opłacalności wdrażanego systemu? Czy jest ona zależna od liczby punktów abonenckich i rozległości infrastruktury?

R. Pawlak Załóżmy, że w budynku będzie 20 punktów abonenckich. Czy tu się opłaca wdrażać system okablowania?

J. Jankowski Opłaca się. Istnieją systemy, które są przeznaczone specjalnie do niedużych powierzchni, małych biur. Istnieją szafy o szerokości tylko 10" — praktycznie ich instalacja opłaca się już dla sześciu gniazd.

Mamy wtedy pewność, że kable są dobrze połączone. Ponadto będziemy mieli gdzie umieścić przełącznik, który też musi się w takiej szafie znaleźć. Tylko wtedy, kiedy zastosujemy takie rozwiązania, połączenia będą mogły być solidne.

Układając kable na podłodze, tak jak w domu, tworzymy prowizorkę. Łącząc pięć komputerów sznurami połączeniowymi biegnącymi po pokoju, w żaden sposób nie tworzymy okablowania strukturalnego.

Montowaliśmy również sieci dla pracowni komputerowych. Jest to sieć okablowania strukturalnego dla jednego pomieszczenia, z szafą dystrybucyjną, z jednym przełącznikiem i zewnętrznym łączem internetowym. To zdecydowanie się opłaca.

Okablowanie strukturalne powinno zostać uzupełnione o wydzieloną sieć elektryczną — jest to w pełni profesjonalne rozwiązanie.

Reasumując, okablowanie opłaca się wdrażać nawet w najmniejszych sieciach, począwszy od kilku punktów. Uzyskujemy wtedy niezawodne i estetyczne łącza.

- R. Pawlak Trzeba tylko wybrać odpowiednie rozwiązanie?
- J. Jankowski Tak, istnieją tanie rozwiązania, które są przeznaczone do bardzo małych sieci.

Firma Legrand ma bogate doświadczenie w tworzeniu instalacji teleinformatycznych. Jak wygląda proces układania okablowania międzybudynkowego?

- J. Jankowski Różnie to bywa. Oczywiście okablowanie strukturalne międzybudynkowe może być wykonane tylko przy użyciu światłowodu, głównie z powodu możliwych problemów z przepięciami, bezpieczeństwa oraz odległości.
- Do wykonania instalacji między budynkami przeważnie nie są wymagane zezwolenia, choć nie dotyczy to np. budowania studzienek. Są to przypadki sporadyczne, które wymagają ułożenia kilku metrów kabla pod jezdnią.
- R. Pawlak Chodzi o przejścia przez jezdnię?
- J. Jankowski Głównie chodzi o instalacje pod chodnikiem. W takim przypadku trzeba uzyskać zezwolenie na budowę kanalizacji. Jest to bardzo kosztowne.
- R. Pawlak Czy mapka sytuacyjna również powinna się znaleźć w dokumentacji?
- J. Jankowski W typowej dokumentacji okablowania powinno się znaleźć rozmieszczenie punktów dystrybucyjnych oraz tras kablowych i światłowodowych wraz z dokładnym opisem, jakie kable są tam ułożone.
- R. Pawlak A jak ktoś przyjedzie koparką i nagle wyciągnie nasz światłowód, który zaraz popęka?
- J. Jankowski Sytuacja jest zależna od tego, czy inwestor posiada własny teren — np. czy jest to jakaś fabryka. Główny inżynier czy też zatrudniony geodeta powinien zaznaczyć na mapce, że w ziemi na danej głębokości leży „czyjs” kabel światłowodowy. Taki tor powinien być uwzględniony w dokumentacji.

Wszystkie kable i studzienki na ulicach miasta muszą być zinwentaryzowane. Analogicznie sprawa wygląda z liniami teleinformatycznymi. Unikamy w ten sposób zakłóceń w eksploatacji. Taka inwentaryzacja musi zostać przeprowadzona ze względu na funkcjonalność oraz bezpieczeństwo użytkowników i przyszłych inwestorów.

Jest to konieczne. Tak jak w mieście muszą być zinwentaryzowane kable leżące pod ulicą (każdy kabel i studzienka), tak i tu powinno być to udokumentowane.

Inwestor, znajdując kabel, powinien przerwać pracę i spróbować odnaleźć jego właściciela, żeby nie odpowiadać za ewentualne uszkodzenia.

Jakiego rodzaju sprzętem (narzędziami, aparaturą) posługuje się instalator?

J. Jankowski Instalator — narzędziami typowo budowlanymi i elektrycznymi, podobnie jak instalator elektryczny. Są to wszelkiego rodzaju wiertarki i maszyny do cięcia bruzd.

Z narzędzi specjalistycznych należy wymienić sprzęt do terminowania przewodów (przy czym do każdego systemu wymagane są inne narzędzia).

Reasumując, instalator powinien być wyposażony w specjalistyczne narzędzia zależne od systemu, w którym wykonuje instalację, oraz sprzęt typowo budowlany.

Przy inwestycjach prowadzonych w pomieszczeniach, w których trwa praca, warto wyposażać instalatorów w wiertarki z odkurzaczami. Są one bardzo przydatne i znacznie przyspieszają pracę, bo później nie trzeba sprzątać.

R. Pawlak Czy instalator na sam koniec dokonuje pomiarów sieci?

J. Jankowski Pomiary są wykonywane przez instalatorów. Potem powinny zostać sprawdzone przez projektanta lub nadzorującego budowę.

R. Pawlak Czy pomiary są konieczne?

J. Jankowski Teoretycznie tak. Z doświadczenia wiem, że bywa różnie, natomiast zawsze lepiej je wykonać. My zawsze sprawdzaliśmy instalację dwukrotnie. Najpierw za pomocą przyrządu statycznego, który określał prawidłowość ułożenia par (obszycie par w panelu i gnieździe, prawidłowość polaryzacji i drożność toru).

Następnie dokonywaliśmy pomiaru przyrządem dynamicznym. Nigdy się nie zdarzyło, by przyrząd statyczny wykazał prawidłowość instalacji, a przyrząd dynamiczny — błąd.

Jest to trochę śmieszne, bo wszyscy szczycą się swoimi pomiarami, tymczasem jest to po prostu potwierdzenie prawidłowego wykonania sieci.

R. Pawlak Ale chyba o to chodzi?

J. Jankowski Tak, o to chodzi. Pomiar statyczny zazwyczaj powinien wystarczyć.

Czym powinny charakteryzować się dobre systemy okablowania strukturalnego? Mówiąc ściślej, mam wątpliwości, czy wolno tak generalizować: „dobry” lub „zły”. Może lepiej klasyfikować je jako bardziej i mniej rozbudowane?

J. Jankowski Dobry czy zły system to właściwie wyłącznie kwestia jakości.

- R. Pawlak Może „niewystarczający”?
- J. Jankowski Też nie. Od systemu, który zostanie zbudowany i potem jest eksploatowany, użytkownik wymaga bezawaryjnego działania, nawet mimo pewnych luk. Natomiast są systemy, w których gniazda i panele są tak złej jakości, że po kilkakrotnym wyjęciu wtyczki i ponownym jej włożeniu system zaczyna źle działać. Zastrzeżenia można mieć jedynie do wykonania elementów przez niektórych producentów okablowania strukturalnego.
- R. Pawlak Nie powinniśmy mieć pretensji do instalatora, a winić elementy, jakich użył?
- J. Jankowski Tak, elementy, które narzucił inwestor.
- R. Pawlak Znowu kwestia kosztów?
- J. Jankowski Tak — oraz wynikająca z tego zła jakość. Każdy instalator z pewnością wybrałby sprzęt niewiele droższy, ale za to lepszy.
- R. Pawlak Zawsze może się pojawić jakiś aspekt niedosytu?
- J. Jankowski Tak, z winy inwestora, który narzucił jak najtańsze komponenty. Zdarzają się kable, które mają złą jakość, i podczas pomiarów okazałoby się, że te przewody do niczego się nie nadają przy normalnych odległościach (według norm). Wszystkie inne parametry całego systemu (gniazda, panele) zostają zachowane, tymczasem nie są spełnione normy mechaniczne, tzn. dotyczące powtarzalności styku — zdarzają się takie sytuacje.
- R. Pawlak Doświadczony instalator powinien to zauważyć?
- J. Jankowski Jest to dość trudne, bo np. dopiero po roku okazuje się, że dany panel źle działa. Ktoś włożył wtyczkę raz, drugi i za trzecim razem nie było połączenia. Poruszał wtyczką, popatrzył i okazało się, że blaszka w gnieździe była odgięta na stałe.
- Wiele firm, które do tej pory zajmowały się tylko elektryką lub telekomunikacją, próbuje, zgodnie z życzeniem inwestora, wykonywać okablowanie strukturalne. Oczywiście dotyczy to niedużych sieci. Takie firmy kupują sprzęt, kable i wykonują często dość dobrze całość. Brakuje natomiast wykończenia, gdyż inwestorowi zależy na niskich kosztach i zleca pracę firmie, która była już z nim związana.
- R. Pawlak To chyba jest możliwe tylko w wyniku powiązań personalnych oraz znajomości i zaufania do ludzi, a nie do konkretnych umiejętności.
- J. Jankowski Tak też może być. Tutaj nikt nie wykazuje złej woli. Wszyscy chcą jak najlepiej, natomiast komponenty, z których budowane jest okablowanie, są nie najlepsze.

Popularne powiedzenie głosi, że cel uświęca środki. Zdarzyło się panu wykryć próby fałszerstwa pomiarów okablowania, chociażby dla uzyskania gwarancji?

- J. Jankowski Zaskakuje mnie to. Jeśli pomiary nie wychodzą, potem będą kłopoty z siecią. Logicznie myślący instalator nie powinien dopuścić do takiej sytuacji. Wykona instalację, która nie będzie działać prawidłowo. Dla mnie to nielogiczne.
- R. Pawlak Może sprowadza się to do pobierania opłat za liczbę zamontowanych złączy.
- J. Jankowski Tak, ale w złączach światłowodowych jest przecież dopuszczalne tłumienie. Urządzenia, które potem podłączymy do takiego łącza światłowodowego, nie będą działały albo będzie w ich przypadku występowało zbyt wiele błędów.
- Ktoś kręci w ten sposób bat na siebie — będzie miał kłopoty przy następnych instalacjach.
- R. Pawlak Zakończymy temat tą przestrogą.

Czy uzyskanie gwarancji na system okablowania strukturalnego jest koniecznością? Może tylko ulegamy szeroko zakrojonym zabiegom marketingowym?

- J. Jankowski Z doświadczenia wiem, że wystarczy gwarancja na komponenty oraz na to, że pierwszy pomiar został wykonany poprawnie i cała sieć została zbudowana prawidłowo. Z reguły nie ma później żadnych problemów, oczywiście o ile nikt mechanicznie nie uszkodzi kabli ani nie wyciągnie gniazdka ze ściany.
- R. Pawlak Wiele firm daje 15- lub 20-letnią gwarancję na system.
- J. Jankowski Ten sam producent dla jednego systemu daje 15 lat, a dla drugiego 20. Jednak z siecią naprawdę nic się nie dzieje przez wiele lat, jeżeli ktoś mechanicznie jej nie uszkodzi.
- R. Pawlak Trudno się spodziewać, że w ciągu 20 lat coś się stanie z kablem w środku, chyba że zajdą jakieś reakcje chemiczne.
- J. Jankowski W pewnym stopniu może się utlenić izolacja. Ale kabel musiałby być narażony na czynniki, które nie zostały w jego przypadku przewidziane. Gniazdo może być poddane działaniu jakichś czynników zbyt agresywnych w sensie chemicznym, ale to już jest poza zakresem gwarancji. Gwarancja laboratoryjna uwzględnia, że system jest zainstalowany w normalnych warunkach eksploatacji. Gdy występują jakieś czynniki agresywne, nie jest to normalna eksploatacja.

Jakie są rodzaje gwarancji oferowane przez firmę Legrand i w jaki sposób można je uzyskać?

- R. Pawlak To pytanie pominiemy, gdyż tutaj należy udać się do źródła.
- J. Jankowski Tak, oczywiście.

Jaka była przyczyna powstania systemu okablowania strukturalnego? Czy genezy powinniśmy szukać w przesłankach ekonomicznych, czy też w ówczesnym bałaganie panującym w instalacjach teletechnicznych?

- J. Jankowski Dążono do uniwersalizacji wszystkich systemów, czyli stworzenia jednego okablowania dla różnych sieci, np. Ethernet i Token Ring. Miałem dostęp do dokumentów okablowania, poczynawszy od 3. kategorii — już wówczas przedstawiano je jako system uniwersalny. Budowano urządzenia dla okablowania strukturalnego (przełączniki, topologia gwiazdy).

System okablowania powinien być spójny i jednolity pod względem parametru CAT (przypominam — oznacza on kategorię kabla, np. UTP CAT 5e). Załóżmy, że zaprojektowaliśmy infrastrukturę w standardzie 100Base-TX. Zastosowaliśmy okablowanie poziome kategorii 5e, a moduły w gniazdach — kategorii 6. Równolegle rozważmy odwrotną sytuację: gniazda mamy CAT 5e, a okablowanie CAT 6. Jak takie „rozwiązania” rzutują na sprawność systemu i czy w ogóle mają one sens?

- J. Jankowski To zależy od środków finansowych. Jeżeli nie mamy ich na tyle, żeby cały tor zbudować z komponentów CAT 7, warto ułożyć kable kategorii 7. i zakończyć je gniazdami kategorii 5e. De facto mamy wtedy cały tor w kategorii 5. czy 5e. Kiedy będziemy potrzebowali wyższych kategorii, wymienimy tylko gniazda i panele. Nie będziemy zatem prowadzić inwestycji w całym budynku — obejmie ona tylko wymianę paneli i gniazd.

- R. Pawlak Jeżeli musimy zaoszczędzić, układamy okablowanie wyższej kategorii, a panele i gniazda w zależności od aktualnych potrzeb, a nie odwrotnie?

- J. Jankowski Tak. Potem adaptację będziemy prowadzili tylko w punktach dystrybucyjnych i gniazdkach na ścianie, natomiast nie będziemy wyrwać kabli. Układanie kabli wiąże się z pracami w całym budynku, tymczasem wymianę gniazd i panelu można dość szybko przeprowadzić np. w nocy, gdy dana instytucja nie pracuje.

Do końca nie wiadomo, czy jakiś sposób kompresji lub transmisji nie zostanie na tyle udoskonalony, że do naszych zadań, do których teraz potrzebujemy komponentów CAT 7, w przyszłości wystarczy kategoria 5e, która pozwala na transmisję 1 Gb/s. Za chwilę może się okazać, że te wyższe prędkości też będzie można realizować przy użyciu elementów niższych kategorii. Nie wiemy, jakie programy badawcze naukowcy w tej chwili realizują.

- R. Pawlak Zgadza się.

- J. Jankowski Nigdy tego nie wiemy. Trzeba się długo zastanawiać przed inwestycją „na wyrost”. Powiedzmy, że uznajemy, iż w jakimś obiekcie za 10 lat będą potrzebne tory kablowe CAT 7, więc je układamy. Później, za trzy lata, może się okazać, że transmisję

możliwą obecnie tylko w przypadku CAT 7 będziemy mogli zrealizować za pomocą zwykłej skrętki — tej, której teraz używamy.

- R. Pawlak Istotne jest zatem, aby zaprojektować sieć optymalnie, a nie przerostowo.
- J. Jankowski Tak, inwestycja nie powinna polegać wyłącznie na fakcie posiadania instalacji — trzeba się zastanowić, czy ją wykorzystamy.

Przeglądając ofertę firmy Legrand, spotkałem się z nazwą „system VDI”. Zaobserwowałem, iż każdy z producentów SOS nadaje własne nazwy swoim rozwiązaniom. Czym się różni system VDI od innych systemów okablowania strukturalnego?

- R. Pawlak Każdy producent ma własne systemy i w zasadzie nie są one spójne.
- J. Jankowski W kategoriach 5., 5e i 6. wszystkie elementy do siebie pasują.
- R. Pawlak Czy buduje się systemy z komponentów pochodzących od różnych producentów?
- J. Jankowski Jak najbardziej. Oto bardzo prosty przykład: szafy produkcji polskiej są bardzo dobre, od innego producenta kupujemy panele, bo takie lubimy, ale inwestor zdecydował, że wszystkie gniazda elektryczne, logiczne i telefoniczne będą np. z serii SISTENIA firmy Legrand. Przy kategoriach niższych (5e) możemy z powodzeniem zastosować taką mieszankę.
- R. Pawlak Jeżeli mamy jeden panel z jednej firmy i następny z innej, to będziemy potrzebować dwóch różnych narzędzi?
- J. Jankowski Tak, oczywiście, ale to już są narzędzia, w które instalator i tak powinien być wyposażony.
- R. Pawlak Jest to więc jedyna trudność?
- J. Jankowski Zgadza się.

Jakimi przesłankami należy się kierować przy wyborze odpowiedniego systemu?

- J. Jankowski Przyzwyczajeniami oraz tym, z którymi dystrybutorami sprzętu współpracuje się wykonawcy najlepiej. Instalator często narzuca jakość i chciałby wykonać okablowanie w sobie znanym systemie.

Po ukończeniu instalacji każdy system jest poddawany procedurze testowania. Jakie są podstawowe parametry definiujące jakość systemu?

- J. Jankowski Dla wszystkich producentów są one identyczne, wynikają bowiem z norm okablowania strukturalnego. Mierniki są już tak zaprojektowane, że ich oprogramowanie automatycznie wskazuje, czy wszystkie parametry są zgodne z normami. Każdy z producentów musi spełniać pewne normy. Jeżeli się

podpisuje pod tym, że jest to kategoria 5e, to wiemy, że jest to 5e, a nie mniej. Niektórzy producenci mają wyniki pomiarów nieco wyższe niż parametry przewidziane np. dla kategorii 5e.

R. Pawlak Ale minimalne wartości muszą być zachowane?

J. Jankowski Tak, jeżeli ktoś się podpisuje pod tym, że wykonał instalację 5e, to musi ona zachowywać parametry dla kategorii 5e.

W jaki sposób możemy ocenić wiarygodność producenta i jakość oferowanych elementów?

J. Jankowski Szanujący się instalatorzy korzystają tylko i wyłącznie z komponentów, które już kiedyś sprawdzili i które mają znaczny udział w rynku. Unikają tych systemów, które się nagle pojawiają i znikają. Przecież kilka systemów w Polsce pojawiło się i zniknęło, tak jakby nie zdobyły miejsca na rynku.

Warto pamiętać, jakie firmy mają przedstawicieli w Komitecie normalizacyjnym oraz kto bierze udział w pracach badawczych dla systemu okablowania strukturalnego. To są wszyscy wielcy, którzy narzucają standardy.

Każdy produkt musi spełniać publikowane normy.

R. Pawlak Potem weryfikuje to rynek.

J. Jankowski Kilka firm właśnie się o tym przekonało. Często okazuje się, że jakiś panel ma taką konstrukcję, że do podłączenia 24 kabli potrzeba dosłownie 20 minut, a w innym systemie zajmuje to od 2,5 do 3 godzin.

Odpowiedziami na jakie pytania powinniśmy dysponować, aby poprawnie określić ogólne założenia sieci?

J. Jankowski To zależy od inwestora i tego, czy okablowanie ma uwzględniać wyłącznie parametry budynku, czy też potrzeby jego użytkowników.

Najważniejsze jest uzyskanie takich danych, które określą, ile gniazd w danym budynku ma być zainstalowanych.

Projektant musi także wiedzieć, czy projektuje sieć dla danego użytkownika (czy np. pod wynajem pomieszczeń), ile osób będzie pracowało i jakie media mają być zastosowane.

Powinniśmy mieć także określone warunki brzegowe liczby gniazd w budynku.

Ponadto warto uzyskać od inwestora plany budowlane wraz z danymi o wystroju wnętrza i wtedy już projektować zgodnie z parametrami budynku — jest to idealna praca dla projektanta.

Niemniej po oddaniu projektu przeważnie następuje jego weryfikacja w praktyce i minimalizacja sieci.

- R. Pawlak Czy dwa, trzy spotkania, na których ustala się, co powinno zostać zamontowane, są niezbędne?
- J. Jankowski Powinien być projekt wstępny, który będzie określał, ile gniazd zakładamy, oraz wstępny kosztorys, na którego podstawie sformułujemy naszą opinię. Inwestor z reguły po zapoznaniu się z nią stwierdza, że jest to za drogie rozwiązanie, i zaczyna się ciąć kosztów. Tak powstaje finalny produkt. Przeważnie tak to wygląda, chyba że jest to inwestycja w nowych biurach. Tam już inwestycje prowadzi się bardzo logicznie.
- R. Pawlak W inteligentnych budynkach?
- J. Jankowski Tak. Tu już nie ma ograniczeń ze strony inwestorów, dlatego że przeważnie rozumieją oni, iż jeżeli nie wykonają prawidłowo instalacji, potem będą mieli problemy podczas eksploatacji obiektu. Przeważnie są to budynki pod wynajem lub przeznaczone na biura własne.

W jaki sposób można uniknąć zakłóceń w systemie (przewodach)?

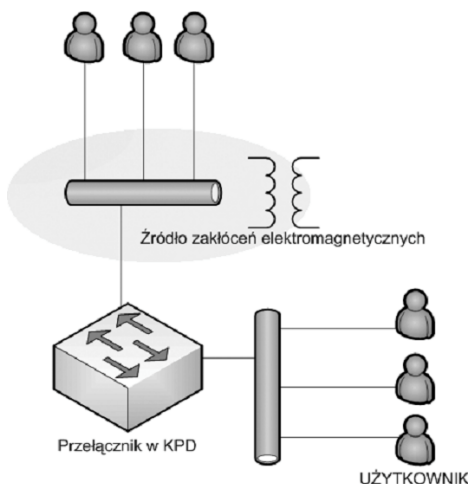
- J. Jankowski Należy zastosować się do norm, tzn. uwzględnić odległości od urządzeń elektrycznych i sieci energetycznej. Kolejną kwestią jest uziemienie poprowadzone do głównego punktu uziemienia w budynku odpowiednim kablem (należy właściwie uziemić szafy i panele krosowe, a co za tym idzie, odpowiednio połączyć ekrany w kablach).
- Często nie da się uniknąć zakłóceń całkowicie, np. kiedy instalujemy okablowanie strukturalne przebiegające w okolicach pieca hutniczego. Wtedy stosujemy tylko i wyłącznie światłowody.
- R. Pawlak Jeżeli są zbyt duże zakłócenia w przypadku miedzi, powinniśmy zastosować światłowód?
- J. Jankowski Tak. Gdy projektant będzie sprawdzał instalację, która ma być wykonywana, będzie wiedział, że w danym miejscu jest linia energetyczna, którą powinniśmy ominąć, i że należy zrobić gdzieś dalej punkt dystrybucyjny (podzielić punkt dystrybucyjny).

Określmy kluczowe zasady, które zagwarantują, że instalacja spełni stawiane jej wymagania.

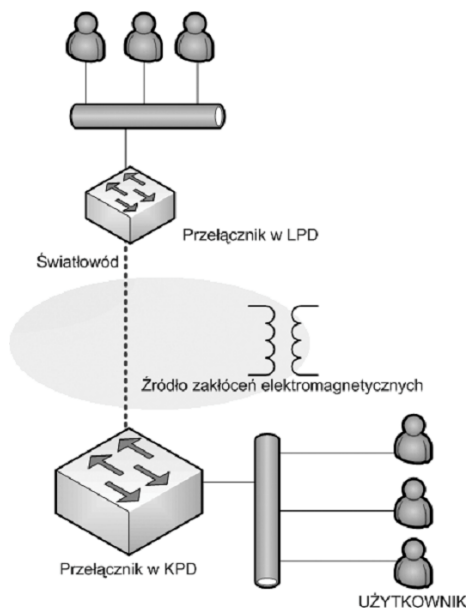
- R. Pawlak Jeżeli zastosujemy się do wszystkich norm i sztuki, to czy możemy powiedzieć, że nasz system jest w porządku?
- J. Jankowski Chyba tak.



Na rysunku 13.4 przedstawiona została hipotetyczna sytuacja, w której pewna część użytkowników korzysta z okablowania poziomego miedzianego przechodzącego przez obszar zakłóceń elektromagnetycznych. Na rysunku 13.5 demonstruję podział obszaru obsługiwanego przez KPD poprzez dodanie LPD. Zabieg ten ma na celu połączenie tych dwóch punktów dystrybucyjnych kablem światłowodowym, tak aby wyeliminować zakłócenia w przewodach miedzianych — wymaga to implementacji dodatkowego urządzenia aktywnego.



Rysunek 13.4. Źródło fal elektromagnetycznych wprowadza zakłócenia w segmencie odcinka miedzianego sieci



Rysunek 13.5. Ominięcie źródła zakłóceń poprzez wyprowadzenie dodatkowego punktu dystrybucyjnego poza obszar źródła fal elektromagnetycznych



Uwaga

Firma Legrand określiła 10 aspektów kluczowych dla optymalnego zaprojektowania systemu na bazie komponentów linii VDI. Powinniśmy uzyskać odpowiedzi na poniższe pytania.

- ♦ Ile gniazd RJ-45 ma być zainstalowanych?
- ♦ Jaka ma być kategoria okablowania?
- ♦ Gdzie są umieszczone zasoby (serwery, centrale telefoniczne)?
- ♦ Za pomocą jakiego medium zrealizujemy okablowanie kampusowe i pionowe?
- ♦ Jakie medium powinno zostać użyte w okablowaniu poziomym (UTP, STP)?
- ♦ Jakie aspekty mogą ograniczać naszą instalację?
- ♦ W ile gniazd i jakich ma być wyposażone stanowisko pracy?
- ♦ Jaki system oznaczeń powinien zostać zastosowany?
- ♦ Czy i, ewentualnie, gdzie może nastąpić przebudowa pomieszczeń?
- ♦ Czy wymagane jest przeprowadzenie testów instalacji?

Jaką rolę w instalacjach teleinformatycznych odgrywają światłowody? Czy kable miedziane zostaną całkowicie wyparte przez systemy optyczne?

- J. Jankowski Firma 3M opracowała kiedyś system o nazwie „światłowód prosto do biurka”. Chodziło o doprowadzenie światłowodu do stacji roboczych jak najmniejszym kosztem. System ten się nie przyjął, dlatego że obecne parametry kabli miedzianych są w tej chwili wystarczające.
- R. Pawlak Światłowód może okazać się jeszcze za drogi?
- J. Jankowski Jest już dość tani, ale wymaga dużej precyzji w wykonaniu.
- R. Pawlak Chodzi o przeszkolenie i kompetencje?
- J. Jankowski Tak — oraz o narzędzia, które są drogie.
- R. Pawlak Okablowanie światłowodowe w poziomie jest jeszcze dość drogie, ale stosuje się je już w pionie i między budynkami.
- J. Jankowski To tylko i wyłącznie światłowody. Nie dopuszcza się według założeń projektowych okablowania pionowego opartego na kablu miedzianym ze względu na przepięcia elektryczne. Piętra powinny być ze sobą połączone światłowodami.
- R. Pawlak Światłowód znalazł więc swoje miejsce.
- J. Jankowski Tak. Zawsze tam go wykorzystywano ze względu na odległości powyżej 90 metrów.

Co decyduje o wyborze medium w segmencie sieci?

- J. Jankowski Głównie odległości, a także to, czy przewidujemy, że w tej chwili będziemy potrzebować przepustowości wyższych niż

- 1 Gb/s. Dla miedzi doszliśmy już do 1 Gb/s. Przy użyciu światłowodów możemy osiągnąć wyższe przepustowości.
- R. Pawlak Jeżeli wdrożylibyśmy okablowanie światłowodowe w poziomie, to co z telefonami?
- J. Jankowski O tym zapomniałem. Konieczne są specjalne centrale telefoniczne, a na każdym piętrze multiplexer telefoniczny czy chociażby panele telefoniczne, które można podłączyć do każdego z pomieszczeń. Światłowody to utrudniają.
- R. Pawlak Nawet gdybyśmy zastosowali technologię VoIP, to żeby podłączyć telefon, musielibyśmy zastosować konwerter nośników.
- J. Jankowski Konwertery są już coraz tańsze.
- R. Pawlak Ale dalej musielibyśmy położyć kabel miedziany. W ten sposób na końcu zostalibyśmy i tak z miedzianą wtyczką.
- J. Jankowski Tak. Z miedzianą wtyczką, którą do telefonu dołączylibyśmy komputer.

Praca instalatora (projektanta) nie ogranicza się tylko do wykonywania nowych systemów. Zapewne spotkał się pan z instalacjami wykonanymi inną ręką. Jak pan ocenia poziom techniczny polskich sieci? Zmierzamy w dobrym kierunku?

- J. Jankowski Jak najbardziej.
- R. Pawlak Nie mamy się czego wstydzić?
- J. Jankowski Tak mi się wydaje. Są u nas obecni ci najwięksi, którzy dystrybuują okablowanie strukturalne. Największe firmy na świecie mają w Polsce przedstawicielstwa i zaopatrują bardzo duże segmenty rynku. Możemy się wstydzić, że nie mamy za dużo pieniędzy i czasami instalacje wykonywane są troszkę po macoszemu, ale dotyczy to tylko klientów posiadających niewielkie środki. Natomiast w dużych firmach instalacje montuje się w sposób jak najbardziej prawidłowy.
- R. Pawlak A jak pan ocenia potencjał naszych inżynierów i instalatorów?
- J. Jankowski Jest coraz większy. Firm, które instalują okablowanie strukturalne, przybywa. Dawniej było ich mniej — okablowanie było wykonywane przez firmy, które miały certyfikaty i szkoliły instalatorów. W związku z tym korzystały one z pewnych upustów w dystrybucji i zakupie. Były to więc firmy niejako „namaszczone” przez dystrybutorów. Mogły robić zakupy i jednocześnie certyfikować daną sieć.

W tej chwili rynek jest podwójny. Jedni chcą, żeby instalacja u nich była wykonywana przez firmy certyfikowane, chcą takie certyfikaty uzyskiwać i mieć okablowanie z najwyższej półki. Inni, którzy mają mniej pieniędzy, otrzymują okablowanie wykonane przez niecertyfikowanych instalatorów oraz ze sprzętu, który też nie posiada certyfikatów. Ale to też działa.

R. Pawlak Każdy ma inne potrzeby.

J. Jankowski Właśnie. Czy zależy nam na jakiejś niezawodności?

To, czy pracownia komputerowa będzie w jakiejś szkole szwankowała przez 15 minut w ciągu roku, jest z reguły mało ważne.

Jeżeli natomiast w instytucji finansowej okablowanie nie będzie działało przez 15 minut w ciągu roku, będzie to już poważny problem. Musimy zdecydować, czy warto wydać pieniądze na najlepszą firmę i certyfikację, czy też możemy sobie pozwolić na przeznaczenie mniejszych środków i uzyskanie prawdopodobnie działającej instalacji.

R. Pawlak To zależy, kto ma co do stracenia.

J. Jankowski Jeżeli komuś na tych 15 minutach w roku zależy, lepiej nie ryzykować i powierzyć pracę certyfikowanemu instalatorowi.

Podobno zawsze się znajdzie jakaś czarna owca. Spotkał się pan z systemem mocno odbiegającym od obowiązujących kanonów? Może doświadczył pan przy okazji nowego poziomu abstrakcji informatycznej?

J. Jankowski Instalator nie powinien dopuścić do tego, aby inwestor narzucił swoją wolę i aby okablowanie strukturalne było z założenia złe.

R. Pawlak Czyli należy uciekać, jeżeli ktoś będzie za mocno naciskał?

J. Jankowski Trudno powiedzieć. Nie sądzę, aby inwestor wprowadził w projekcie aż takie zmiany, żeby dana instalacja była tak zła, by nie można było się pod nią podpisać.

Owszem, można gdzieś tam dalej umieścić gniazdo, można poprowadzić kabel nie tak, jak by się chciało, ale nie w sposób, który zburzyłby całą koncepcję.

Dla równowagi z pytaniem poprzednim: czy można zaprojektować instalację, górnolotnie mówiąc, idealną?

R. Pawlak Najbardziej idealne instalacje wykonuje się w nowo powstałych wieżowcach, gdyż one są już specjalnie do tego przeznaczone.

J. Jankowski Tak, projekt jest wykonywany w fazie projektowania całego obiektu. Ciągi kablowe są wtedy automatycznie projektowane. Na przykład jeżeli na korytarzu sufit jest podwieszany, to wiadomo, z której strony będą kable niskonapięciowe.

To komfort dla wykonawcy. Największą przyjemnością jest wykonać dobrą instalację w olbrzymim wieżowcu.

R. Pawlak Administrator takiej sieci będzie miał co robić...

J. Jankowski Będzie tylko przełączał kable w prosty i łatwy sposób.

R. Pawlak Dobrze jest później stanąć przed takim budynkiem...

J. Jankowski Tak, miło jest spojrzeć i pomyśleć, że zostało tu ułożonych tyle a tyle kilometrów kabla.

Standardy, normy, procedury! Jak te aspekty wpływają na pracę instalatora, projektanta?

J. Jankowski To najważniejsza sprawa dla instalatora — należy wykonywać sieć zgodnie z procedurami, normami i instrukcjami montażu paneli oraz gniazd, żeby działała przez wiele lat bez konieczności wracania i bez egzekwowania 25-letniej gwarancji.

R. Pawlak Przyjąłem, że cała teoria sieci okablowania strukturalnego wywodzi się ze standardów.

J. Jankowski Tak. Standardy określają niemal wszystko, np. sposób obchodzenia się z kablami. W zasadzie potrzeba może jeszcze trochę rozsądku, bo są przypadki, że murarz potrafi przejechać taczka po wiązce kabli.

Jak dobrze wykonać system dystrybucji okablowania w całej infrastrukturze teleinformatycznej?

J. Jankowski Najlepiej, gdy okablowanie strukturalne prowadzone jest w korytach kablowych. Dla instalatora jest to najkorzystniejsze rozwiązanie pod względem późniejszych zmian.

Bardzo wygodną formą jest też prowadzenie okablowania strukturalnego nad sufitem podwieszanym i robienie zejść w rurach do gniazd podtynkowych — tak jest najładniej w pomieszczeniach. Wtedy metalowe koryta układa się nad sufitem podwieszanym.

Słowniczek terminów

Pisząc ten dodatek, kierowałem się chęcią zebrania większości terminów i pojęć związanych z systemem okablowania strukturalnego. Czasami trzeba szybko rozszyfrować określony akronim lub też odświeżyć sobie jakąś rzadko używaną definicję. Przedzieranie się przez poszczególne rozdziały może być kłopotliwe. Utrudnione będzie wtedy także porównanie poszczególnych terminów. Mając to na uwadze, zebrałem poniżej najważniejsze pojęcia towarzyszące tytułowemu zagadnieniu tej książki.

ACR (ang. *Attenuation to Crosstalk Ratio*) — jeżeli ACT będzie bliskie 0 albo przyjmie wartość ujemną, odbiornik nie zdekoduje prawidłowo sygnału. Jest to parametr wyliczany.

ANSI — Amerykański Instytut Normalizacyjny zajmujący się opracowywaniem norm technicznych w USA.

apertura numeryczna (ang. *numerical aperture*) — określa kąt krytyczny, przy którym zachodzi jeszcze zjawisko całkowitego odbicia.

architektura (ang. *architecture*) — termin kojarzony z topologią sieci LAN (szyna, pierścień, gwiazda) oraz budową okablowania strukturalnego (hierarchiczna gwiazda).

ATM (ang. *Asynchronous Transfer Mode*) — asynchroniczny szerokopasmowy typ transmisji powszechnie używany w sieciach MAN i WAN. Cechą charakterystyczną tej technologii jest trójwymiarowy model protokołu ATM.

bajt (ang. *byte*) — jeden bajt składa się z ośmiu bitów.

bit (ang. *binary digit*) — najmniejsza porcja informacji. Jednostka logiczna, która może przyjmować tylko dwie wartości: 0 lub 1.

bandwidth — przepustowość pasma.

baseband — pasmo podstawowe.

bufor w światłowodzie (ang. *buffer*) — substancja ochronna otaczająca włókno światłowodowe.

CSMA/CD — protokół regulujący dostęp do medium w sieci Ethernet. Jeżeli dwie stacje w jednej domenie kolizji będą nadawać w tym samym czasie, transmisja zostanie przerwana, a następnie powtórzona. Wzrost liczby kolizji przekłada się na spadek wydajności sieci.

decybel (dB) — jednostka logarytmiczna równa 0,1 bel. W SOS używa się jej do określania poziomu tłumienności i wzmocnienia.

dielektryk — materiał nieprzewodzący prądu elektrycznego (izolujący).

dioda — element półprzewodnikowy (laserowy, elektroluminescencyjny) będący źródłem światła (sygnału). Fotodiody stosuje się do detekcji sygnału świetlnego.

DAS (ang. *Direct Attached Storage*) — rozwiązanie to charakteryzuje się bezpośrednim podłączeniem urządzenia archiwizującego do serwera.

dupleks — kabel światłowodowy dwużyłowy.

dyspersja — zjawisko „poszerzenia” się sygnału w trakcie przejścia przez światłowód. Wyróżniamy dyspersję chromatyczną, modową i falowodową.

dyspersja chromatyczna (ang. *chromatic dispersion*) — jeżeli źródłem światła są diody LED, promień świetlny nie jest monochromatyczny. Światło o różnym kolorze ma inną długość fali, co wpływa na prędkość jego propagacji w włóknie.

dyspersja falowodowa — jest to zjawisko polegające na przenikaniu części sygnału (światła) do płaszcza światłowodu.

dyspersja modowa — jej źródłem są różnice w kątach (modach) wprowadzania impulsów do włókna. W zależności od kąta, światło przebywa tę samą drogę w różnym czasie.

ELFEXT (ang. *Equal-Level Far End Crosstalk*) — parametr ten mierzy się na przeciwnym końcu kabla w stosunku do nadajnika. Określa on poziom przesłuchów oraz sygnałów zakłócających.

ferrula — centralna tuleja w złączu optycznym zawierająca włókna.

FEXT (ang. *Far End Crosstalk*) — proces mierzenia zakłóceń na przeciwnym końcu kabla w stosunku do sygnału je wywołującego.

fotodetektor — jest to urządzenie (układ), które przechwytuje sygnał na wyjściu światłowodu (dokonuje jego detekcji). Najczęściej do tego celu wykorzystuje się fotodiodę PIN lub diodę lawinową APD.

FRD — termin określający ognioodporność odnoszący się do kabli stosowanych w celu zachowania ścisłych norm przeciwpożarowych (używany w standardach dotyczących stosowania materiałów niedymiących i trudnopalnych).

IEEE (ang. *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*) — Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników zajmujący się tworzeniem standardów, np. IEEE 802.3 (100Base-T Ethernet).

interfejs modularny — wtyczka lub gniazdo modularne.

Internet — globalna sieć sieci oparta na protokole IP.

intranet — sieć korporacyjna zazwyczaj oddzielona od Internetu i używana wewnątrz firm. Nie musi być ograniczona geograficznie.

ISO (ang. *International Organization for Standardization*) — Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna.

kabel krosowy (ang. *patch cord*) — przewód zakończony z dwóch stron złączami (RJ-45, SC, ST), który służy do przydzielania sygnału do punktów abonenckich lub łączenia ze sobą urządzeń aktywnych.

kabel stacyjny (ang. *blin cord*) — odcinek kabla łączący terminale (jednostki) z punktami abonenckimi. Najczęściej są to przewody fabrycznie zakończone wtykami RJ-45.

klaster — zbiór serwerów. Wszystkie jego maszyny reprezentowane są przez jeden wirtualny adres (alias). Jeżeli ulegnie awarii jeden z węzłów klastra, obsługa usługi zostanie przełączona na następną maszynę. Dla użytkowników sieci LAN zmiana serwera nie będzie widoczna. Jest to rozwiązanie pozwalające na zachowanie ciągłości pracy systemu.

kod gniazda — to oznakowanie cyfrowe lub mieszane (cyfrowo-literowe) mające na celu zagwarantowanie łatwej identyfikacji lokalizacyjnej gniazda w punkcie abonenckim lub w panelu krosowym.

kod kolorowy (barwny) — żyły kabli w przewodach UTP mają cztery kolory: zielony, pomarańczowy, niebieski i brązowy. Drugi przewód stanowiący parę np. dla żyły zielonej posiada dodatkowo biały pasek. Analogicznie rozpoznaje się resztę par.

kwantowanie — jest to proces próbkowania sygnału analogowego w celu przekształcenia go na postać cyfrową.

LAN (ang. *Local Area Network*) — sieć lokalna ograniczona geograficznie do obszaru jednego przedsiębiorstwa.

linia transmisyjna (tor transmisyjny) — odcinek okablowania, który bezpośrednio łączy dwa punkty. Przykładowym połączeniem może być fragment kabla UTP od patchpanelu w szafie do gniazda w punkcie abonenckim.

luźna tuba (ang. *loose tube*) — tuleja ochronna okalająca wszystkie włókna światłowodowe w kablu. Kable o takiej konstrukcji stosuje się najczęściej na zewnątrz budynku. Tuba wypełniona jest żelem, aby dodatkowo zabezpieczyć włókna i nadać kablowi elastyczność. Bezpośrednio na takim przewodzie nie zakłada się złączy.

MAN (ang. *Metropolitan Area Network*) — sieć miejska, która łączy sieci LAN na obszarze jednej metropolii.

MMJ — gniazdo modularne sześciopinowe stosowane w sieciach DEC.

mod (ang. *mode*) — ścieżka, jaką wędruje impuls światła w falowodzie.

MUTO (ang. *Multi User Telecommunications Outlet*) — technika pozwalająca na zwiększenie promienia obszaru roboczego kosztem długości segmentu.

NAS (ang. *Network Attached Storage*) — jest to rozwiązanie obejmujące pamięci masowe. Polega na podłączeniu urządzenia archiwizującego bezpośrednio do sieci LAN.

NEXT (ang. *Near End Crosstalk*) — pomiar napięcia wyindukowanego w danej parze przewodów, które pochodzi z jednej z pozostałych trzech par w przewodzie UTP.

FTTD (ang. *Fibre to the Desk*) — instalacja okablowania strukturalnego, która oparta jest na światłowodzie wielomodowym. Kabel światłowodowy wykorzystany jest we wszystkich segmentach okablowania — „światłowod prosto do biurka”. Inne lokalizacje określa się analogicznie skrótem FTTX, gdzie *X* oznacza miejsce docelowe (D dla desk, H dla home, C dla curb itp.).

okablowanie poziome — segment systemu łączący gniazda w punkcie abonenckim z panelem w szafie dystrybucyjnej.

OTDR (ang. *Optical Time Domain Reflectometer*) — przyrząd umożliwiający analizę światła rozpraszanego w światłowodzie.

pionowe okablowanie szkieletowe (ang. *backbone*) — odcinki kabla sprzęgające wszystkie punkty rozdzielcze (dystrybucyjne).

płatcz światłowodu (ang. *cladding*) — materiał otaczający rdzeń światłowodu. Współczynnik załamania płaszcza jest mniejszy niż rdzenia.

polaryzacja — określa kształt gniazd i wtyczek, np. WE8W.

połączenie typu kanał (ang. *channel*) — jest to tor transmisyjny zawierający: okablowanie poziome, kable krosowe i stacyjne, gniazda w panelu i punkcie abonenckim. Alternatywnie można posługiwać się terminem połączenie podstawowe (ang. *basic*). Logicznym jest to poziome okablowanie szkieletowe.

POP (ang. *Point of Presence*) — punkt przyłączeniowy sieci LAN do Internetu.

Power Sum NEXT — wynik pomiaru poziomu sygnału indukowanego w danej parze jako sumy sygnałów pochodzących od wszystkich pozostałych par w przewodzie UTP. Pomiar tego parametru jest niezbędny podczas uruchamiania protokołu, który wykorzystuje wszystkie pary przewodów w kablu do transmisji, takiego jak Ethernet 100Base-TX.

promień zgięcia kabla — wartość, której przekroczenie grozi uszkodzeniem przewodu.

punkt abonencki (PA) — element systemu okablowania strukturalnego, z którym użytkownik ma bezpośredni kontakt. Powinien on zawierać co najmniej dwa gniazda sieci teleinformatycznej (RJ-45) oraz trzy gniazda wydzielonej sieci energetycznej. Zwykle stosuje się pochodzący z języka angielskiego akronim TO.

punkt konsolidacyjny (ang. *Consolidation Point* — CP) — standaryzuje go norma ISO 11801 z 2002 roku. Rozwiązanie to bardzo często stosowane jest w powierzchniach typu open space. Polega na kumulowaniu gniazd sieci strukturalnej (w tym i optycznych) oraz zasilających, tak aby można było do takiego punktu podłączyć wiele stanowisk pracy (komputer, telefon).

punkt rozdzielczy (ang. *distribution frame*) — miejsce (szafa), w którym zbiegają się wszystkie kable z rejonu podległego. Przykładowa hierarchia (ISO 11801, EN 50173):

- ◆ Międzybudynkowy punkt rozdzielczy (ang. *Campus Distributor* — CD) — centralne miejsce sieci LAN.
- ◆ Budynkowy punkt rozdzielczy (ang. *Building Distributor* — BD) — ogranicza się do obrębu jednego budynku.
- ◆ Piętrowy punkt rozdzielczy (ang. *Floor Distributor* — FD) — obsługuje pojedyncze kondygnacje.

rdzeń światłowodu (ang. *core*) — środek światłowodu. Jest wykonany ze szkła i charakteryzuje się wyższym współczynnikiem załamania niż współczynnik okalającego go płaszcz.

redundancja (nadmiarowość) — określa zapas wolnych włókien światłowodowych lub definiuje zdublowanie elementów systemu, np. agregat $\times 2$ (czyli redundancja 1:1).

reflektometr — urządzenie pomiarowe dla torów światłowodowych.

Return Loss — parametr ten określa straty odbiciowe (poziom szkodliwej fali zwrotnej — echa).

rozpraszanie wsteczne (ang. *backscattering*) — zjawisko odbicia sygnału w kierunku przeciwnym do właściwej transmisji. Jest niepożądane szczególnie w światłowodach.

SAN (ang. *Storage Area Network*) — jest to sieć pamięci masowych. Posiada własną infrastrukturę w postaci okablowania i przełączników.

sekwencja — nadaje żyłom kabla porządek, w jakim muszą zostać umieszczone w modułarnym gnieździe lub wtyczce, np. EIA/TIA 568B.

simplex — kabel światłowodowy jednożyłowy.

sygnał analogowy — jest to funkcja napięcia i czasu, która zmienia się w sposób ciągły.

sygnał cyfrowy — zmiana napięcia odbywa się skokowo. Przyjmuje ono zazwyczaj jeden z dwóch poziomów, 0 lub 1.

system binarny — jest to dwójkowy i pozycyjny system liczbowy. Podstawą kolejnych pozycji są potęgi liczby 2, np. $(1010)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 8 + 2 = (10)_{10}$.

system okablowania strukturalnego (SOS) — sieć okablowania miedzianego i (lub) światłowodowego obejmująca swym zasięgiem wszystkie budynki i pomieszczenia przedsiębiorstwa, gwarantująca wielodostępność usług teleinformatycznych.

światłowod gradientowy (ang. *graded index fiber*) — najlepszy światłowod wielomodowy. Jego współczynnik załamania minimalizuje zjawisko dyspersji.

światłowod jednomodowy (ang. *Single Fiber Optic* — *SM FO*) — jego konstrukcja umożliwia propagowanie tylko jednego modu.

światłowod wielomodowy (ang. *Multimode Fiber Optic* — *MM FO*) — umożliwia propagowanie większej liczby modów w jednym włóknie.

terminowanie — jest to proces umieszczania przewodu w gnieździe lub wtyczce. Wykonywane za pomocą specjalnych narzędzi.

tłumienie (ang. *attenuation*) — strata mocy sygnału wyrażana w dB/km.

tłumienie złącza (ang. *insertion loss*) — wartość tłumienia bezpośrednio wnoszona do toru transmisyjnego przez złącze.

topologia fizyczna — opisuje sposób fizycznego połączenia jednostek ze sobą:

- ♦ topologia magistrali (ang. *bus*) — wszystkie stacje są podłączone do jednej wspólnej szyny (kabla);
- ♦ topologia pierścienia — jednostki połączone są w pierścień, np. FDDI, Token Ring;
- ♦ topologia gwiazdy — pojedynczy przewód łączy ze sobą tylko dwa urządzenia.

transmisja szerokopasmowa (ang. *broadband*) — wykorzystywana jest na szeroką skalę przez telewizję kablowe. W jednym szerokopasmowym kanale przesyłany jest sygnał wideo i sygnał informatyczny.

układ logiczny — realizuje zdefiniowane funkcje przy użyciu algebry Boole’a. Układy logiczne rozpatruje się w oparciu o bramki logiczne.

układ równoważący (*balun*) — pozwala na połączenie np. skrętki UTP z kablem BNC wraz z dopasowaniem impedancji.

WAN (ang. *Wide Area Network*) — sieć rozległa, np. Polpak. Obejmuje obszar większy od pojedynczego miasta.

węzeł klastra — jest to pojedyncza maszyna (serwer), która wchodzi w skład klastra.

WLAN (ang. *Wireless Local Area Network*) — bezprzewodowa sieć lokalna.

źródło światła (generator optyczny) — jest to element generujący impuls, który następnie jest wprowadzany do światłowodu. Najczęściej stosuje się do tego celu diody laserowe lub LED.

Skorowidz

10 Gb/s Ethernet, 59
1000Base, 39
1000Base-CX, 110
1000Base-LX, 59, 110, 112
1000Base-SX, 59, 110, 112
1000Base-T, 39, 110, 112
100Base-CX, 112
100Base-FX, 59, 110, 111
100Base-LX, 48, 111
100Base-LX10, 111
100Base-SX, 112
100Base-T2, 112
100Base-T4, 112
100Base-TX, 17, 39, 110, 111
10Base-2, 37
10Base-5, 37
10Base-FL, 110
10Base-T, 39, 78, 110
10GBase-E, 112
10GBase-L, 112
10GBase-LX4, 112
10GBase-S, 112
356A, 77

A

A/C, 34
ACR, 44, 45
adres IP, 31
agregat prądowórczy, 121, 215, 217
algebra Boole'a, 32
algorytm zarządzania bezpieczeństwem sieci, 209
algorytm zarządzania incydem, 208
ANSI, 181
APD, 48
apertura numeryczna, 48, 281

architektura, 281
architektura logiczna systemu okablowania
 strukturalnego, 61
ATM, 59, 281
autorytet
 administracyjny, 141, 142
 charyzmatyczny, 141, 142
 finansowy, 141, 142
 formalny, 141, 142
 techniczny, 141, 142
awaria, 207
 przełącznika, 213
 przyczyna, 214
 skutek, 207, 214
 sprzętu, 126, 213
 systemu kontroli dostępu, 219
 systemu okablowania, 211
 układu chłodzenia, 216
 układu przeciwpożarowego, 218
 urządzeń aktywnych, 213
 zasilania, 214

B

backup danych, 195
bajt, 281
bandwidth, 281
baseband, *Patrz* pasmo podstawowe
bezpieczniki, 217
bit, 281
błędy, 27
BNC, 37
BPD, 66
budynkowy punkt dystrybucyjny, 66
bufor w światłowodzie, 282

C

C/A, 34
 centralny punkt dystrybucyjny, 66
 centrum danych, 123, 124
 cienki Ethernet, 37
 CPD, 66
 CSMA/CD, 16, 197, 282
 częstotliwość kabla, 44, 45

D

DAS, 196, 197, 282
 data center, 123
 decybel (dB), 282
 dekodery, 33
 demultiplexer, 33
 detektor sygnału, 48
 dielektryk, 282
 dioda, 282
 elektroluminescencyjna, 48
 laserowa, 48
 dokumentacja projektowa
 cele, 139
 proces tworzenia, 141
 zadania, 139
 dokumentacja projektowa, 139
 dokumenty legislacyjne, 183
 dopełnienie, 32
 dopuszczalny promień zgięcia, 44
 duplex, *Patrz* kabel światłowodowy dwużyłowy
 DUPLEX, 52
 dwójkowy system liczbowy, 29
 dwustopniowa budowa systemu okablowania
 strukturalnego bez redundancji torów
 transmisyjnych, 192
 dyspersja, 48, 282
 chromatyczna, 49, 282
 falowodowa, 49, 282
 modowa, 49, 282
 światła, 48

E

E-2000, 59
 EIA 568A, 77
 EIA 568B, 76
 EIA/TIA, 21, 182
 EIA/TIA 568, 21, 183, 186
 EIA/TIA 568A, 183
 EIA/TIA 569, 183, 186
 EIA/TIA 606, 183
 EIA/TIA 607, 183

EIA/TIA-568A, 183
 EL FEXT, 154, 155
 elektroniczna kontrola dostępu, 137
 ELFEXT, 44, 45, 282
 EN 50 173, 183, 184
 EN 50 173-1, 186
 EN 50 174-2, 186
 EN 50174, 184
 Ethernet, 16, 59, 110, 197
 ETSI, 181

F

F/UTP, 40, 42
 falowód, 49
 FC, 59
 FDDI, 59
 ferrula, 282
 FEXT, 44, 45, 282
 fotodetektor, 48, 282
 fotodioda lawinowa APD, 48
 FRD, 282
 FTP, 40
 FTTD, 116, 117, 284
 FTTX, 116
 funkcja NOT, 34

G

generator optyczny, *Patrz* źródło światła
 główny punkt dystrybucyjny, 67, 68
 gniazdo, 71
 DLPT[™], 119, 120
 RJ-45, 20
 gruby Ethernet, 37
 gwarancja
 aplikacyjna, 157
 elementowa, 157
 systemowa, 157

H

HFC-227ea, 239, 240
 HSSG, 112

I

ICT, 13
 IDF, 67
 IEEE, 181, 283
 IEEE 802.3u, 17
 IETF, 182
 iloczyn logiczny, 32
 impedancja charakterystyczna, 154

instalator systemu okablowania, 174
instytucje standaryzujące, 181
inteligentny budynek, 124
interfejs modularny, 283
Internet, 14, 283
intranet, 14, 283
IPv4, 31
IPv6, 31
ISO, 181, 283
ISO/IEC 11 801, 183
ISO/IEC IS 11 801
 2002, 186
ISO/OSI, 17
IT, 13

J

Jankowski Janusz, 237, 258

K

kable, 15
 elektryczne, 161
 F/UTP, 41, 43
 informatyczne, 161
 koncentryczne, 37
 krosowe, 103, 105, 283
 miedziane, 37, 162
 S/FTP, 42
 SF/UTP, 42, 43
 sieciowe, 15
 skręcane, 37
 stacyjne, 283
 światłowodowe, 49, 282
 teleinformatyczne, 161
 U/FTP, 42
 U/UTP, 41, 43
 UTP, 38
kanały kablowe, 172
karty sieciowe, 15
kaseta na złącza, 55
klastrer, 199, 201, 283
klasy kabli UTP, 39
klasyfikacja światłowodów, 50
kod gniazda, 283
kod kolorowy (barwny), 283
koder, 33
kolizje, 16
kolumny DLP, 172
kondygnacyjny punkt dystrybucyjny, 66
koniunkcja, 32
kosztorys, 150
KPD, 66
kwantowanie, 283

L

LAN, 14, 143, 197, 283
LC, 58, 59
LD, 48
LED, 48
Legrand, 56, 157
liczba par, 44
linia transmisyjna, 283
lokalny punkt dystrybucyjny, 66
LPD, 66
LS0H, 44
LSFR0H, 44
LSZH, 52
luźna tuba, 283

Ł

ład informacyjny, 13

M

maksymalne tłumienie, 44, 45
MAN, 14, 284
MDF, 67, 68
medium transmisyjne, 15
metody archiwizacji danych, 196
 DAS, 196, 197
 NAS, 196, 197, 198
 SAN, 196, 198, 199, 200, 201, 202, 203
metody wykonywania backupu, *Patrz* metody archiwizacji danych
miernik dla instalacji miedzianych, 152
miernik tłumienia, 176
Mini E-2000, 59
minimalny promienia zgięcia, 161
MM, 51
MMJ, 79, 284
moc
 bierna, 118
 chwilowa, 118
 czynna, 118
 pozorna, 118
 sygnału odbitego, 45
 sygnału wprowadzanego, 45
mod, 284
model
 gwiazda + pierścień, 190
 ISO/OSI, 16, 17
 podwójna gwiazda, 189
 podwójny pierścień, 190
 pojedynczy pierścień, 191
 redundancji, 191

modulacja, 33
 Molex Premise Networks®, 157
 multiplekser, 33
 MUTO, 114, 115, 284

N

nadajnik, 15, 47
 nadmiarowość, *Patrz* redundancja
 narzędzie do zdejmowania izolacji, 178
 narzędzie zaciskowe, 177
 NAS, 196, 197, 198, 284
 negacja logiczna, 32
 NEXT, 44, 45, 154, 284
 Niziński Grzegorz, 237, 251
 norma
 EIA/TIA 568, 183, 186
 EIA/TIA 568A, 183
 EIA/TIA 569, 183, 186
 EIA/TIA 606, 183
 EIA/TIA 607, 183
 EIA/TIA-568A, 183
 EN 50 173, 183, 184
 EN 50 173-1, 186
 EN 50 174-2, 186
 EN 50174, 184
 ISO/IEC 11 801, 183
 ISO/IEC IS 11 801
 2002, 186
 PN-EN 50174, 184
 PN-EN 50174-1, 184
 PN-EN 50174-2, 184, 185
 PN-EN 50174-3, 184
 SP-2840, 183
 TIA/EIA-568-B.1, 184
 TIA/EIA-568-B.2, 184
 TIA/EIA-568-B.3, 184
 TSB 36, 183
 TSB 40, 183
 TSB 67, 183
 TSB 72, 183
 NOT, 34

O

ochrona kabli, 160, 163
 ochrona przeciwpożarowa, 126
 odbiornik, 15, 47
 odbiór systemu okablowania, 151
 odległości między wzmacniaczami, 46
 okablowanie, 20
 międzybudynkowe, 61, 65
 normy, 181

 pionowe, 61, 64
 poziome, 24, 61, 284
 strukturalne, 15, 18, 19, 24, 195
 okna optyczne, 48
 OPEN DECONNET, 78
 operacje boole'owskie, 32
 opóźnienie, 153
 Oracle RAC, 199
 organizacje standaryzujące, 181
 ANSI, 181
 EIA/TIA, 182
 ETSI, 181
 IEEE, 181
 IETF, 182
 ISO, 181
 Unia Europejska, 182
 osłonka na spaw, 54
 OTDR, 284

P

panel krosowy półokrągły, 255
 parametry
 elektryczne, 44
 mechaniczne, 44
 transmisyjne, 44
 Parys Aleksandra, 237, 238
 pasmo podstawowe, 281
 PCS, 66, 68
 pigtaili, 54
 pionowe okablowanie szkieletowe, 284
 płaszcz światłowodowy, 284
 PN-EN 50174, 184
 PN-EN 50174-1, 184
 PN-EN 50174-2, 184, 185
 PN-EN 50174-3, 184
 polaryzacja, 284
 polerowanie
 APC, 59
 PC, 59
 POP, 68, 284
 pośredni punkt dystrybucyjny, 67
 Power Sum NEXT, 284
 powłoka kabla, 44
 poziom
 niski, 27
 wysoki, 27
 PPP, 39
 prawdopodobieństwo wystąpienia awarii, 205, 208
 Prawo Ohma, 118
 proces zarządzania bezpieczeństwem sieci, 208
 projekt informatyczny
 cel, 140
 audyt, 140

- definicja wymagań, 140
- obsługa, 140
- proces projektowania systemu, 140
- realizacja, 140
- testowanie, 140
- wdrożenie, 140
- projekt sieci, 221
- projekt systemu okablowania strukturalnego, 143
- promień zgięcia kabla, 284
- propagacja sygnału, 47
- protokół
 - CSMA/CD, 16
 - TCP/IP, 18
- próbkowanie, 26
- przepustowość pasma, 281
- przepusty kablowe, 172
- przesłuch, 154
- przetwornik
 - A/C, 34
 - C/A, 34
- przewodowe media transmisyjne, 25
- przewody
 - BNC, 37
- przewody UTP, 38, 40
- PS ELFEXT, 154, 155
- PS NEXT, 44, 45, 154, 155
- punkt abonencki, 69, 70, 71, 285
- punkt centralny sieci, 66, 68
- punkt konsolidacyjny, 285
- punkt rozdzielczy, 65, 285
 - budynkowy, 285
 - międzybudynkowy, 285
 - piętrowy, 285

R

- rama montażowa 42U, 86
- rdzeń światłowodu, 285
- reakcja na awarie, 205
- redundancja, 285
 - okablowania kampusowego, 187, 193
 - okablowania pionowego, 187
 - traktów, 187, 188
 - włókien, 187
- redundantne obwody, 217
- reflektometr, 156, 285
- Return Loss, 44, 45, 285
- rezystancja, 44
- RJ-11, 78
- RJ-12, 79
- RJ-45, 20, 78
- rodzaj powłoki, 44
- router, 15
- rozpraszanie wsteczne, 285

S

- S/FTP, 40
- SAN, 196, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 285
- SC, 57, 58, 59
- SC MM Duplex, 58
- sekwencja, 285
- sesja komunikacyjna, 16, 18
- SF/UTP, 40, 42
- S-FTP, 40
- sieć, 14
 - Ethernet, 16
 - Internet, 14
 - intranet, 14
 - LAN, 14, 143
 - MAN, 14
 - WAN, 14
- sieć elektryczna, 117
- simplex, 52, 285
- skrętka UTP, 19
- skutki awarii, 207
- SM, 50
- SOS, *Patrz* System Okablowania Strukturalnego
- SP-2840, 183
- sposoby łączenia włókien, 54
- sprzęt pasywny, 98
- S-STP, 40
- ST, 58, 59
- stałoprądowa odporność pętli, 153
- standard
 - 1000Base, 39
 - 1000Base-T, 39
 - 100Base-TX, 39
 - 10Base-T, 39
 - PPP, 39
- STP, 40
- straty odbiciowe, 45, 153
- suma logiczna, 32
- switch, 15
- sygnał, 25
 - analogowy, 25, 26, 29, 285
 - cyfrowy, 25, 26, 27, 28, 32, 285
 - dyskretny, *Patrz* sygnał cyfrowy
 - odbity (echo), 45
 - sinusoidalny, *Patrz* sygnał analogowy
 - światlny, 46
 - tłumienie, 28
 - zniekształcenie, 28
- symbole bramek logicznych, 35
- system
 - binarny, 29, 285
 - dwójkowy, 29
 - informacyjno-telekomunikacyjny, 13

system

- okablowania strukturalnego, 16, 18, 20, 117, 151, 160, 286
- okablowania, 15
- oznaczyków kablowych, 74
- telekomunikacyjny, 15

szafa

- elementy chłodzące, 92
- elementy porządkujące przewody, 94
- uziemiaenie, 97
- dystrybucyjna, 83

Ś

średnica przewodnika, 44

środek gaśniczy, 239

światło, 46

światłowód

- budowa, 49
- bufor, 49
- DUPLEX, 52
- falowód, 49
- gradientowy, 286
- indeks skoku, 47
- jednomodowy, 50, 286
- kabel, 49
- kable w luźnej tubie, 51
- kąt krytyczny, 47
- klasyfikacja, 50
- MM, 51
- nadajnik, 47
- odbiornik, 47
- okna optyczne, 48
- osłodka na spaw, 54
- płaszcz, 49
- rdzeń, 49
- SIMPLEX, 52
- SM, 50
- sposoby łączenia włókien, 54
- wielomodowy, 50, 51, 286
- włókna, 46, 49, 50
- zasada działania, 47
- zestaw pigtaili, 54
- zestaw przejściowy, 53
- zjawisko odbicia, 47
- źródło sygnału, 48

T

TCP/IP, 18

technologie informacyjne, 13

terminowanie, 286

tester kabli, 180

tester SLT3, 175, 176

TIA/EIA 568A, 21

TIA/EIA-568-B.1, 184

TIA/EIA-568-B.2, 184

TIA/EIA-568-B.3, 184

tłumienie, 286

złącza, 286

tłumienie sygnału, 28

topologia

drzewiasta, 21, 23

fizyczna, 21, 286

gwiazdy, 21, 22, 23, 286

hierarchicznej gwiazdy, 21, 23, *Patrz też*

topologia drzewiasta

magistrali, 21, 22, 286

pierścienia, 21, 286

systemu, 21

tor transmisyjny, *Patrz* linia transmisyjna

transmisja szerokopasmowa, 286

trójstopniowa hierarchia systemu okablowania strukturalnego, 191

TSB 36, 183

TSB 40, 183

TSB 67, 183

TSB 72, 183

TSB 75, 114

twierdzenie Kotelnikowa-Shannona, 26

typy

sygnałów, 25

topologii fizycznych, 21

U

U/FTP, 42

U/UTP, 40, 42

układ

cyfrowy, 33

logiczny, 34, 286

równoważący, 286

układanie kabli w gruncie, 164

uniwersalna kaseta na złącza, 55

UPS, 214, 217

urządzenia aktywne sieci, 15

urządzenia UPS, 214, 217

USOC, 77

UTP, 19, 38, 40, 162

ACR, 45

częstotliwość kabla, 45

ELFEXT, 45

FEXT, 45

maksymalne tłumienie, 45

NEXT, 45

PS NEXT, 45

Return Loss, 45

uziemiaenie przewodów, 45

W

Wala Krzysztof, 237, 246
WAN, 14, 286
warstwa fizyczna, 17, 18
warstwa sprzętowa, *Patrz* warstwa fizyczna
wartości logiczne, 32
WE4W (RJ-11), 78
WE6R (MMJ), 79
WE6W (RJ-12), 79
WE8W (RJ-45), 78
węzeł dostępu do Internetu, 68
węzeł klastra, 286
WLAN, 286
włókna światłowodowe, 46, 50
 klasyfikacja, 52

Z

zabezpieczenia sieci elektrycznej, 217
zaciskarka, 178, 179
zagrożenia danych, 125
zagrożenia fizyczne, 125
zakłócenia, 27
zalecenia instalacyjne, 160
zarządzanie incydemem
 algorytm, 208

zasilanie awaryjne, 120
zaśleпка ST, 55
zatrząsk modułu RJ45, 83
zestaw pigtaili, 54
zewnątrzna średnica kabla, 44
zjawisko
 kolizji, 16
 odbicia, 47
złącze
 FC, 59
 LC, 59
 MTRJ, 58
 optyczne, 57
 SC, 57, 58, 59
 SC MM Duplex, 58
 ST, 58
 ST, 59
 światłowodowe, 57
złączka mechaniczna Ultrasplice, 55
zniekształcenia, 27
zniekształcenia sygnału, 28

Ź

źródło
 sygnału, 15
 światła, 286

PROGRAM PARTNERSKI

— GRUPY HELION —

- 
- A top-down view of four hands of different skin tones holding four interlocking puzzle pieces. The pieces are arranged in a 2x2 square. The top-left piece is red, the top-right is a darker teal, the bottom-left is a lighter teal, and the bottom-right is a medium teal. The hands are positioned at the corners of the square, with fingers gripping the edges of the puzzle pieces.
1. ZAREJESTRUJ SIĘ
 2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
 3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA
Helion 

KOMPLEKSOWO SZKOLIMY NOWOCZESNY BIZNES



IT



BIZNES



PROJEKTY



PROCESY

NASZE SZKOLENIA SĄ PROWADZONE
ZGODNIE Z METODĄ

BLENDED LEARNING

modelem kształcenia, który łączy tradycyjne szkolenie
z dostępem do nowoczesnych narzędzi - videokursów,
e-booków i audiobooków

T: 609 850 372 E: SZKOLENIA@HELION.PL

WWW.HELIONSZKOLENIA.PL