

32

Normy i zalecenia dotyczące montażu okablowania strukturalnego

ZAGADNIENIA

- Jakie organizacje ustanawiają normy dotyczące okablowania strukturalnego?
- Jakie normy dotyczące okablowania strukturalnego obowiązują w Polsce?
- Jakie są najważniejsze zalecenia wynikające z norm okablowania strukturalnego?
- Jakie są maksymalne długości kabla poziomego?
- Jakie wartości przyjmuje minimalny promień gięcia?
- Jaka jest minimalna odległość kabla od źródeł zakłóceń?

Okablowanie strukturalne ma za zadanie umożliwić przyłączenie do sieci dowolnego sprzętu wyprodukowanego przez różnych wytwórców. Aby to było możliwe, urządzenia muszą być zgodne ze standardami opracowanymi przez instytucje standaryzacyjne. Do organizacji standaryzacyjnych zaliczamy między innymi:

- **ANSI** (*American National Standards Institute*) – amerykańska organizacja standaryzacyjna. ANSI jest prywatną, pozarządową instytucją typu „non-profit”. Zajmuje się normami technologicznymi, np. opracowała jeden ze standardów kodowania liter w komputerach.
- **IEEE** (*The Institute of Electrical and Electronics Engineers*) – organizacja zrzeszająca inżynierów z całego świata (opracowała między innymi standardy dotyczące Ethernetu).
- **ISO** (*International Organization for Standardization*) – międzynarodowa organizacja standaryzacyjna (opracowała między innymi model sieci ISO/OSI).
- **IETF** (*Internet Engineering Task Force*) – organizacja, która publikuje dokumenty RFC (*Request for Comments*), regulujące rozwój internetu.
- **Unia Europejska** - publikuje normy europejskie (EN).
- **EIA/TIA** (*Electronics Industry Association/Telecommunications Industry Association*) – organizacje, które stworzyły wiele standardów dotyczących komunikacji, np. normy RS-232 dotyczące wtyczek i kabli portów szeregowych (COM).

Stosowanie standardów instalacyjnych w sieciach okablowania strukturalnego umożliwia dołączanie sprzętu aktywnego pochodzącego od różnych producentów do infrastruktury kablowej. Standardy zapewniają elastyczność w momencie, gdy zachodzi potrzeba wymiany sprzętu lub zmiany jego umiejscowienia. W nowym miejscu wystarczy podłączyć sprzęt do istniejącego już przyłącza sieciowego i dokonać odpowiednich zmian w szafie dystrybucyjnej. Prace standaryzacyjne nad okablowaniem strukturalnym zapoczątkowane zostały w USA. Pierwszą normą dotyczącą okablowania strukturalnego była norma amerykańska EIA/TIA 568. Na niej wzorowane są normy międzynarodowa ISO 11801 i europejska EN 50173. W Polsce obowiązują ponadto normy krajowe:

- 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.

Najważniejsze zalecenia wynikające z powyższych norm:

1. Okablowanie poziome powinno tworzyć nieprzerwane połączenie od punktu dystrybucyjnego do punktu abonenckiego.
2. Należy umieścić jeden punkt abonencki (2xRJ-45) na każde 10 m² powierzchni biurowej.
3. Na każdym piętrze budynku powinien być punkt dystrybucyjny (w przypadku małej liczby punktów abonenckich możliwe jest ich przyłączenie do punktu dystrybucyjnego na innym piętrze).
4. Wszystkie kable muszą być zakończone w gniazdach abonenckich i szafach dystrybucyjnych.
5. W obrębie całej sieci powinno się stosować jednakowe przewody (kable miedziane o jednakowej impedancji i średnicy, a kable światłowodowe o jednakowych włóknach).
6. Rozplot kabla UTP nie powinien być większy niż 13 mm.
7. Każdy element systemu powinien być czytelnie oznaczony (jednakowe oznaczenie na obu końcach kabla).
8. Sieć musi posiadać pełną dokumentację.

32.1. Zalecenia dotyczące kabli w przebiegach poziomych

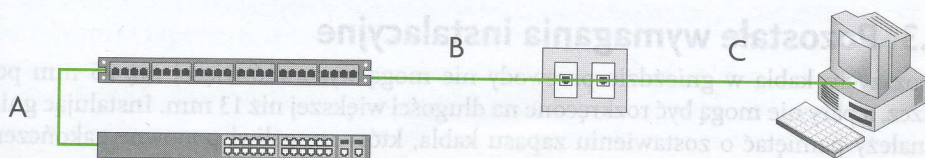
Normy zalecają stosowanie 4-parowego symetrycznego kabla STP lub UTP kategorii co najmniej 5e dla wszystkich kanałów poziomych. Kabel musi spełniać parametry wymagane przez normy:

- średnica przewodów: 0,45/0,65 mm,
- nominalna impedancja: $100 \Omega \pm 15\%$,
- tłumienność: dla kategorii 5 przy $f = 100$ MHz – 24,0 dB, dla kategorii 6 przy $f = 100$ MHz – 21,1 dB.

Całkowita długość kanału nie może przekroczyć 100 m. W okablowaniu poziomym maksymalna długość przebiegu kabla poziomego pomiędzy punktem abonenckim a punktem dystrybucyjnym w panelu krosowym (*patch panel*) wynosi 90 m (na rysunku 32.1 oznaczona literą B). Maksymalna długość kabli krosowych pomiędzy panelem krosowym a przełącznikiem wynosi 6 m (na rysunku 32.1. oznaczona literą A). Łączna długość kabla stacyjnego i krosowego może mieć maksymalnie 10 m (na rysunku 32.1. oznaczona literą A+C).

Podczas układania kabla w przebiegach poziomych należy przestrzegać następujących zasad:

- kable biegnące ponad sufitem podwieszanym nie powinny być mocowane do konstrukcji sufitu;



Rys. 32.1. Kanał kablowy poziomy

- odległości pomiędzy punktami mocowania kabli poziomych nie powinny być większe niż 1,2 – 1,5 m;
- aby zachować przejrzystość instalacji i ułatwić obsługę, należy wszystkie kable prowadzić prostopadle lub równoległe do korytarza;
- kable wchodzące i wychodzące do/z pomieszczeń (pod kątem 90°) powinny skręcać łagodnie (minimalny promień skrętu = 8 średnic kabla);
- instalując kable, należy sprawdzać, czy nie są naprężone na końcach i na całym swoim przebiegu. Jeżeli kable znajdują się na otwartej przestrzeni, powinny być umieszczone w jednej płaszczyźnie, nie wolno owijać kabli dookoła rur, kolumn, itp.;
- kable, na całej długości od gniazda abonenckiego do punktu dystrybucyjnego, powinny być wolne od sztukowań, zagnieceń i nacięć lub złamań;
- nie można rozdzielać par przewodów na dwa kanały komunikacyjne;
- kable powinny być wyprowadzane i wprowadzane z głównych tras przebiegu pod kątem 90°, zaś promień ich zagięć w kanałach powinien być zgodny z zaleceniami producenta kabla. Jeżeli producent nie zaleci inaczej, przyjmuje się minimalny promień zgięcia:
 - dla skrętki UTP – 4 średnice kabla,
 - dla skrętki STP – 6 średnic kabla,
 - dla kabla światłowodowego od 10 do 20 średnic w zależności od sposobu wykonania.

Ustalając trasę przebiegu kabla, należy zachować następujące odległości od źródeł zasilania:

- 30 cm od wysokonapięciowego oświetlenia (światłówki),
- 90 cm od przewodów elektrycznych 5 KVA lub więcej,
- 100 cm od transformatorów i silników.

32.2. Wymagania instalacyjne dla przebiegów pionowych

Do budowy przebiegów pionowych zalecane jest używanie kabli światłowodowych lub – w wyjątkowych przypadkach – skrętki. Do prowadzenia kabli między piętrami stosowany jest rękaw lub szyb. Zaleca się rękawy o średnicy co najmniej 10 cm (mogą one wystawać od 2,5 cm do 10 cm powyżej płaszczyzny podłogi) lub prostokątne szyby o minimalnym wymiarze 15 cm × 22,5 cm.

Jeżeli trasa przebiegu kabli pionowych obejmuje więcej niż dwa piętra lub gdy kable są wyjątkowo ciężkie (np. wieloparowe kable miedziane), muszą być one mocowane. Mocowanie można wykonać np. za pomocą specjalnej żyły podtrzymującej, ułożonej po całej trasie kabla między najwyższym piętrzem i piwnicą. Kabel należy połączyć z żyłą podtrzymującą co 90 cm, przy czym na jedno piętro powinny przypadać minimum trzy punkty wiązania. Dla dużych ilości kabli lub dla kabli wyjątkowo ciężkich powinna być użyta obejma lub osłona dla grupy kabli z każdego piętra. Ze względu na ochronę przeciwpożarową przejścia pomiędzy piętrami powinny być uszczelnione za pomocą specjalnych uszczelniaczy, powłoki przeciwpożarowej, pianki, kitu itp.

32.3. Pozostałe wymagania instalacyjne

Po rozszyciu kabla w gnieździe przewody nie mogą wystawać więcej niż 25 mm poza płaszczyznę, a pary nie mogą być rozkręcone na długości większej niż 13 mm. Instalując gniazda, należy pamiętać o zostawieniu zapasu kabla, który umożliwi ponowne zakończenie kabla. Kabel należy przymocować opaską do modułu.

• Kable doprowadzone do punktów dystrybucyjnych powinny być logicznie pogrupowane, aby ułatwić ich zakończenie w szafie. Należy zapewnić odpowiedni zapas kabla, który umożliwi przeprowadzenie prac konserwacyjnych. Przy prowadzeniu kabli na panelu z wieszakami należy zwrócić uwagę na zapewnienie minimalnego promienia zagięcia.

Punkty dystrybucyjne umożliwiają krosowanie przebiegów poziomych do portów sprzętu aktywnego lub do przebiegów pionowych. Każdy punkt dystrybucyjny powinien być zlokalizowany tak, aby przebiegi poziome nie przekraczały 90 metrów. IDF powinny być podzielone na logiczne sekcje, grupujące połączenia o podobnej funkcji, obszarze itp. Tablice z uchwytnymi na kable powinny być zlokalizowane powyżej i poniżej sekcji krosowań. Boczne wieszaki należy mocować w odstępnie 3 do 4 pozycji (U), aby ułatwić trzymanie kabli krosowych poza obszarem pola krosowego.

SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. Sporządź wskazówki dla monterów, którzy będą instalowali okablowanie w projektowanej przez Ciebie sieci.



Przełączniki z warstwy dostępu i przekazują te dane do przełączników z warstwy dystrybucyjnej i dalej do warstwy jądrowej. Funkcje routingu i agregacji są wykonywane w warstwie jądrowej oraz funkcjonalności warstwy jądrowej. Stosowanie kontrolnego dostępu (Access Control List, ACL) umożliwia określenie typu ruchu i niezezwalanie na komunikację między urządzeniami. Nadmiarowość – zaleca się, aby wszystkie urządzenia elektryczne, zdolnym do wymiany w ruchu. Elementy sieci powinny być zaplanowane tak, aby umożliwiły agregację łącz – nowsze przełączniki oferują prędkości do 10 Gigabit Ethernet. Obsługa jakości usług (QoS) – aby został z przełączników z warstwy dostępu. Przełączniki z warstwy rdzenia i jądrowej powinny być wyposażone w zasilacze, które można wymieniać bez przerywania z możliwością wymiany wentylatorów bez konieczności. Przełączniki z warstwy rdzenia i jądrowej powinny być wyposażone w 10 Gigabit Ethernet i zapewniać obsługę jakości usług (QoS). W podrzędnych punktach dystrybucyjnych należy być umieszczone przełączniki obsługujące warstwę dostępu. W głównym punkcie dystrybucyjnym przełączniki obsługujące warstwę dostępu umożliwiają podłączenie urządzeń końcowych do sieci. Z tego powodu przełączniki te muszą być wyposażone w takie funkcje, jak:

33

Funkcje urządzeń sieciowych

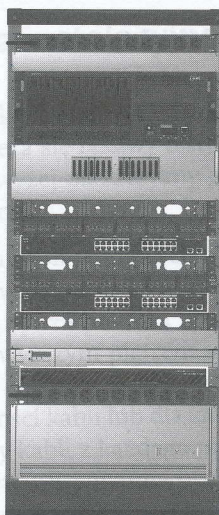
ZAGADNIENIA

- Jaki sprzęt jest montowany w szafach dystrybucyjnych?
- Jakie funkcje powinny posiadać urządzenia w warstwach dostępu, dystrybucji i rdzenia?

W punktach dystrybucyjnych gromadzony jest sprzęt aktywny, taki jak przełączniki i routery, umożliwiające przyłączenie do sieci urządzeń oraz przyłączenie sieci do internetu. Urządzenia te montowane są w specjalnych szafach dystrybucyjnych lub ramach montażowych – najczęściej typu RACK o szerokości 19". Oprócz tych urządzeń w szafach może znajdować się również inny sprzęt niezbędny do funkcjonowania sieci, taki jak:

- serwery (w obudowie typu RACK),
- moduły pamięci zewnętrznej,
- urządzenia aktywne zabezpieczające sieć, np firewalle, IPS/IDS,
- zasilacze UPS.

Przykładowe rozmieszczenie urządzeń w szafie pokazano na rysunku 33.1.



Panel wentylatorów 1 U
Listwa zasilająca 1 U
Zasłepka 1 U

Serwer 3 U

Macierz dysków RAID 2 U

Wieszak do kabli poziomy 1 U

Przełącznik 1 U

Panel krosowy 1 U

Router 1 U

Firewall 1 U

Zasilacz UPS 4 U

Rys. 33.1. Przykładowe rozmieszczenie urządzeń w szafie dystrybucyjnej

W pośrednich punktach dystrybucyjnych najczęściej będą umieszczane przełączniki obsługujące warstwę dostępu. Przełączniki obsługujące warstwę dystrybucji i rdzenia najczęściej będą umieszczane w głównym punkcie dystrybucyjnym. Przełączniki obsługujące warstwę dostępu umożliwiają podłączenie urządzeń końcowych do sieci. Z tego powodu przełączniki te muszą być wyposażone w takie funkcje, jak:

- **Zabezpieczenia portów** – umożliwia przełącznikowi podejmowanie decyzji, ile urządzeń może się łączyć z przełącznikiem lub jakie konkretne urządzenia mogą to robić. Decyzje te najczęściej podejmowane są na podstawie adresu fizycznego MAC przyłączonego urządzenia.
- **Obsługa sieci VLAN** – umożliwiają oddzielenie społeczności użytkowników lub różnych rodzajów ruchu, np. dane głosowe mogą być przesyłane w osobnej sieci VLAN, dzięki czemu można im zapewnić większą szerokość pasma.
- **Obsługa standardu Fast Ethernet/Gigabit Ethernet** – Fast Ethernet jest odpowiedni dla telefonii IP i transmisji danych w większości sieci, Gigabit Ethernet jest szybszy, ale przełączniki obsługujące ten standard są droższe (choć różnica w cenie jest coraz mniejsza, co skłania użytkowników do budowania nowych sieci w standardzie Gigabit Ethernet).
- **Zasilanie przez Ethernet (PoE)** – funkcja ta powinna być stosowana tylko wtedy, gdy jest wymagana obsługa telefonów IP lub bezprzewodowe punkty dostępowe i trudno jest doprowadzić zasilanie dożądanego miejsca.
- **Obsługę jakości usług (QoS)** – umożliwia nadawanie priorytetu określonych rodzajom danych, które administrator chciałby traktować w sposób szczególny, np. przysyłać szybciej niż inne rodzaje danych.
- **Agregacja łączy** – funkcja ta pozwala przełącznikowi na wykorzystywanie jednocześnie kilku portów jako jednego łącza logicznego o dużej szerokości pasma. Najczęściej wykorzystywane będzie do połączenia z przełącznikiem warstwy dystrybucji. Przełączniki z warstwy dystrybucji odbierają dane pochodzące ze wszystkich przełączników z warstwy dostępu i przekazują te dane do przełączników z warstwy rdzenia. Przełączniki z warstwy dystrybucji powinny zapewniać:
 - **funkcję routingu między sieciami VLAN** (wymagana jest większa wydajność przetwarzania oraz funkcjonalności warstwy 3);
 - **stosowanie zaawansowanych zasad zapewniających bezpieczeństwo ruchu w sieci** – listy kontroli dostępu (*Access Control List, ACL*) umożliwiają przełącznikowi zezwalanie na określony typ ruchu i niezezwalanie na inny oraz decydowanie, które urządzenia sieciowe mogą się komunikować w sieci;
 - **nadmiarowość** – zaleca się, aby współpracowały z więcej niż jednym zasilaczem energii elektrycznej, zdolnym do wymiany w ruchu bez konieczności wyłączenia urządzenia oraz umożliwiały takie zaprojektowanie infrastruktury, że w przypadku awarii pojedynczych elementów nie nastąpi przerwa w działaniu sieci;
 - **agregację łączy** – nowsze przełączniki pozwalają korzystać z zagregowanych łączy nadrzędnych 10 Gigabit Ethernet prowadzących do przełączników z warstwy rdzenia oraz dostępu;
 - **obsługę jakości usług (QoS)** – aby został utrzymany priorytet danych przychodzących z przełączników z warstwy dostępu, w których zaimplementowano mechanizmy QoS. Przełączniki z warstwy rdzenia są odpowiedzialne za obsługę większości danych przesyłanych w komutowanej sieci LAN i powinny zapewnić bardzo dużą szybkość przesyłania danych. Powinny cechować się dużą nadmiarowością, np. być zaopatrzone w nadmiarowe zasilacze, które można wymieniać bez przerywania pracy przełącznika, funkcje chłodzenia z możliwością wymiany wentylatorów bez konieczności wyłączenia przełącznika itp. Przełączniki z warstwy rdzenia powinny współpracować ze zagregowanymi połączeniami 10 Gigabit Ethernet i zapewniać obsługę jakości usług (QoS).

SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. Dobierz przełączniki (liczbę i typ), które będą używane w projektowanej przez Ciebie sieci.

34




Symbole graficzne dotyczące lokalnych sieci komputerowych

ZAGADNIENIA

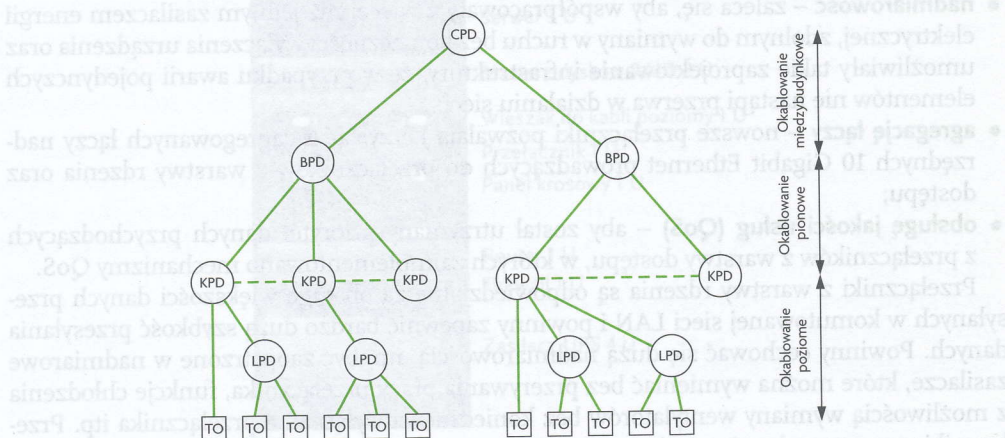
- Jakie symbole są używane do reprezentowania elementów sieci lokalnych?
- W jaki sposób na rysunkach umieszczać dodatkowe oznaczenia, np. sposób prowadzenia kabli?

Sieci komputerowe w dokumentacji przedstawiane są za pomocą schematów, w których poszczególne urządzenia zastępowane są za pomocą symboli. Na rysunkach schematycznych przedstawia się zasadnicze elementy bez określania szczegółów, np. wyglądu, wymiarów urządzeń itp. Schemat logiczny okablowania strukturalnego sieci pokazano na rysunku 34.1. Na schemacie tym można zobaczyć zależności i połączenia logiczne pomiędzy punktami dystrybucyjnymi sieci.

Na schemacie użyto symboli:

-  – punkt dystrybucyjny odpowiednio KPD-kondygnacyjny, BPD-budynkowy, CPD – kampusowy centralny,
-  – lokalny punkt dystrybucyjny LPD,
-  – gniazdo telekomunikacyjne TO.

Linia przerywaną zaznaczono kable opcjonalne, np. zapewniające nadmiarowość sieci.

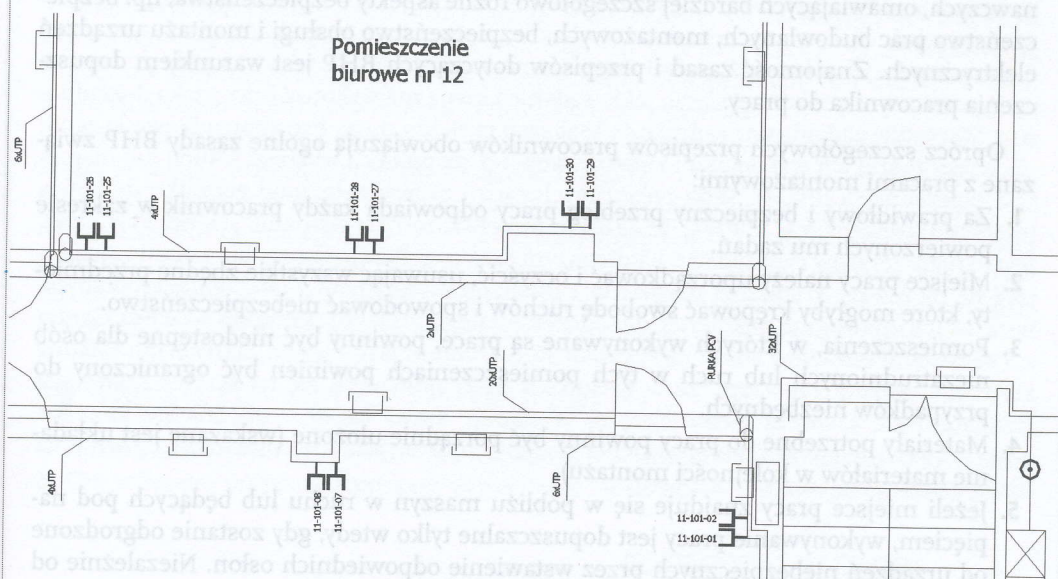


Rys. 34.1. Schemat logiczny sieci komputerowej

Monter sieci komputerowej w pracy posługuje się planem instalacji, na którym zaznaczono rozmieszczenie gniazd oraz liczbę i sposób prowadzenia kabli. W planach stosowane są symbole używane w rysunku technicznym elektrycznym opisane w normie PN- 92/E-01200. Symbole graficzne stosowane są w schematach. Przykłady symboli i ich znaczenie podano w tabeli 34.1.

Tabela 34.1. Przykłady symboli używanych w planach instalacji

Symbol	Opis symbolu	Symbol	Opis symbolu
	Gniazdo elektryczne ze stykiem ochronnym		Linia odchodząca w dół
	Gniazdo elektryczne		Linia przychodząca z dołu
	Gniazdo telekomunikacyjne – symbol ogólny		Korytko kablowe kryte
	Linia odchodząca w górę		Korytko kablowe kryte – oznaczenie końca
	Linia przychodząca z góry		Linia w rurze ochronnej



Rys. 34.2. Fragment planu instalacji okablowania strukturalnego

Oprócz symboli na planach umieszcza się również dodatkowe opisy, określające np. oznaczenia gniazd lub liczbę i typ kabla. Przykład fragmentu planu z naniesionymi oznaczeniami pokazano na rysunku 34.2.

SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. Używając symboli, wykonaj schemat projektowanej sieci.
2. Na rysunek techniczny budynku nanieś oznaczenia gniazd, kabli i sposobu ich prowadzenia (skorzystaj z oddzielnej warstwy).

35

Zasady bezpiecznej i higienicznej pracy podczas montażu

ZAGADNIENIA

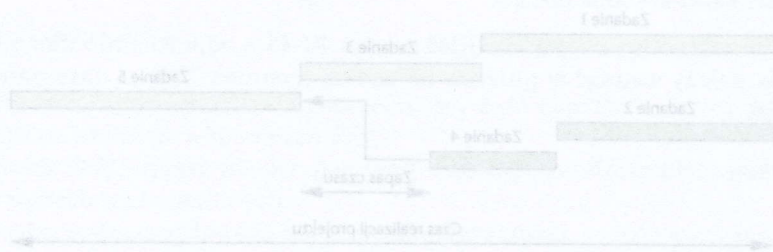
- Jakie przepisy prawa regulują kwestie związane z BHP?
- Jakie są podstawowe zasady BHP podczas prac montażowych?

Podstawowym aktem prawnym regulującym w ogólny sposób sprawy bezpieczeństwa i higieny pracy jest *Kodeks pracy*. Do *Kodeksu pracy* wydano wiele aktów prawnych wykonawczych, omawiających bardziej szczegółowo różne aspekty bezpieczeństwa, np. bezpieczeństwo prac budowlanych, montażowych, bezpieczeństwo obsługi i montażu urządzeń elektrycznych. Znajomość zasad i przepisów dotyczących BHP jest warunkiem dopuszczenia pracownika do pracy.

Oprócz szczegółowych przepisów pracowników obowiązują ogólne zasady BHP związane z pracami montażowymi:

1. Za prawidłowy i bezpieczny przebieg pracy odpowiada każdy pracownik w zakresie powierzonych mu zadań.
2. Miejsce pracy należy uporządkować i oczyścić, usuwając wszystkie zbędne przedmioty, które mogłyby krępować swobodę ruchów i spowodować niebezpieczeństwo.
3. Pomieszczenia, w których wykonywane są prace, powinny być niedostępne dla osób niezatrudnionych lub ruch w tych pomieszczeniach powinien być ograniczony do przypadków niezbędnych.
4. Materiały potrzebne do pracy powinny być porządnie ułożone (wskazane jest układanie materiałów w kolejności montażu).
5. Jeżeli miejsce pracy znajduje się w pobliżu maszyn w ruchu lub będących pod napięciem, wykonywanie pracy jest dopuszczalne tylko wtedy, gdy zostanie odgradzone od urządzeń niebezpiecznych przez wstawienie odpowiednich osłon. Niezależnie od osłon należy umieścić odpowiednie napisy ostrzegawcze. Wszystkich pracowników i inne osoby należy pouczyć o niebezpieczeństwie przekraczania wyznaczonego terenu pracy.
6. Na terenie robót muszą być przykryte lub odgradzone wszystkie otwory, doły i rowy, aby zapobiec przypadkowemu wpadnięciu w nie ludzi.
7. Miejsca pracy powinny być odpowiednio oświetlone, ale tak, aby nie oślepić pracowników.
8. Na każdym stanowisku powinna być zapewniona możliwość korzystania ze sprzętu zapewniającego bezpieczną pracę.
9. Monter odpowiada za dobre wykonanie montażu powierzonych mu instalacji, za bezpieczeństwo własne i swoich współpracowników, za oszczędne zużycie materiałów oraz za prawidłowe posługiwanie się narzędziami.

10. W czasie kucia otworów i bruzd w murach należy używać okularów ochronnych, bez których praca jest wzbroniona.
11. Podczas pracy należy zwracać szczególną uwagę na to, aby nie uszkodzić innych instalacji.
12. Dla umożliwienia doraźnej pomocy medycznej w razie wypadku, należy w miejscach widocznych i dostępnych umieścić apteczki.
13. Przy wykonywaniu prac na wysokości, narzędzia należy przechowywać w specjalnej torbie narzędziowej. Należy uważać, aby w czasie pracy nie wypuszczać narzędzi z ręki, gdyż upadając, mogą one skaleczyć innych pracowników. Zależnie od warunków i rodzaju miejsca pracy używane muszą być drabiny, rusztowania itp.
14. Na drabinie może przebywać tylko jedna osoba. Nie wolno wiązać ze sobą dwóch krótkich drabin w celu uzyskania jednej dłuższej. W czasie wchodzenia na drabinę obie ręce powinny być wolne, aby lepiej się jej trzymać.
15. Przed rozpoczęciem pracy przy użyciu sprzętu i narzędzi o napędzie elektrycznym, np. wiertarki, należy sprawdzić, czy działają one prawidłowo.



Rys. 36.1. Przykład sieci krytycznej

- Wyznacza się następujące właściwości właściwości sieci krytycznej:
 - w projekcie jest co najmniej jedna sieć krytyczna – na ogół tylko jedna;
 - pierwsze zadanie sieci krytycznej zaczyna się wraz z początkiem projektu;
 - każde kolejne zadanie sieci krytycznej może się zacząć dopiero po zakończeniu poprzedniego;

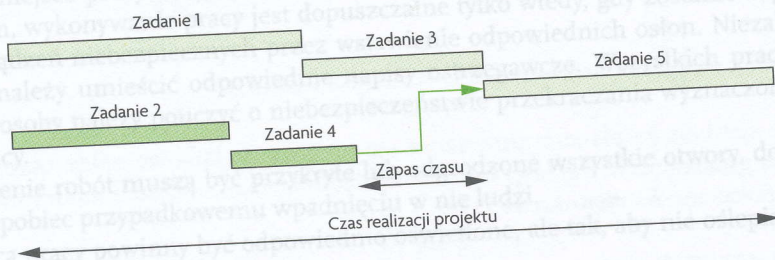
36

Zasady organizacji
pracy i analizy
harmonogramów prac

ZAGADNIENIA

- Czym jest ścieżka krytyczna i jak się ją wyznacza?
- Jakie właściwości ma ścieżka krytyczna?

Realizacja projektu, np. okablowania strukturalnego, wymaga zaangażowania materiałów oraz określonych środków zarówno ludzkich, jak i finansowych. Projekt powinien być zakończony w określonym czasie. Przez cały okres realizacji projektu podlega on procesowi zarządzania, mającemu na celu doprowadzenie go do szczęśliwego końca. Istotnym czynnikiem jest zapewnienie odpowiedniego harmonogramu pracy, tak aby każdy pracownik zaangażowany w projekt wiedział, jakie zadanie i kiedy ma wykonać oraz z jaką dokładnością. Wszystkie zadania prowadzące do realizacji projektu mogą być uporządkowane zgodnie z terminami ich wykonania i zilustrowane, np. za pomocą wykresu Gantta lub diagramu nadrzędności (PDM). Seria połączonych zadań prowadzących od początku do końca projektu nazywana jest ścieżką. W każdym projekcie można wyróżnić ścieżkę krytyczną. Jest to nieprzerwany ciąg zadań o najdłuższym czasie realizacji. Wszystkie zadania znajdujące się na ścieżce krytycznej nazywamy zadaniami krytycznymi. Opóźnienie któregośkolwiek z nich spowoduje późniejsze zakończenie całego projektu. Przykład wykresu Gantta z 5 zadaniami pokazany został na rysunku 36.1. Kolorem jaśniejszym zaznaczono zadania krytyczne. Można zauważyć, że w zadaniach nieznajdujących się na ścieżce krytycznej (zaznaczonych kolorem ciemniejszym) występuje **zapas czasu** – opóźnienie któregoś z tych zadań nie spowoduje opóźnienia całego projektu (pod warunkiem, że opóźnienie nie będzie większe niż zapas czasu).



Rys. 36.1. Przykład ścieżki krytycznej

Wyróżniają się następujące właściwości ścieżki krytycznej:

- w projekcie jest co najmniej jedna ścieżka krytyczna – na ogół tylko jedna;
- pierwsze zadanie ścieżki krytycznej zaczyna się wraz z początkiem projektu;
- każde kolejne zadanie ścieżki krytycznej może się zacząć dopiero po zakończeniu poprzedniego;

- zakończenie ostatniego zadania ścieżki krytycznej oznacza zakończenie projektu;
- czas trwania ścieżki krytycznej determinuje czas trwania całego projektu; w przypadkach, gdy istnieje więcej niż jedna ścieżka krytyczna, wówczas wszystkie ścieżki krytyczne mają ten sam sumaryczny czas trwania;
- ścieżka krytyczna może się zmienić w czasie trwania projektu, jeśli czasy wykonania poszczególnych zadań będą się różniły od początkowo zakładanych.

Skrócenie czasu realizacji zadania w niektórych przypadkach jest możliwe poprzez zaangażowanie większych zasobów, np. zwiększenie liczby pracowników. Jeżeli w zadaniu występuje szeroki front robót, a pracochłonność jakiegoś zadania jest obliczona np. na 10 roboczogodzin, to jeden pracownik będzie potrzebował dwa razy więcej czasu niż dwóch pracowników. W niektórych pracach lepsze efekty przynosi współdziałanie pracowników, np. zlecenie montażu okablowania dwóm pracownikom pozwala na szybsze wykonanie prac niż w przypadku, gdyby każdy z nich pracował oddzielnie. Istnieją jednak zadania, w których z przyczyn technologicznych skrócenie czasu realizacji jest niemożliwe, np. podczas kopania tunelu zwiększenie liczby pracowników nie powoduje zwiększenia wydajności, ponieważ tylko ograniczona liczba pracowników ma dostęp do miejsca pracy. W krańcowym przypadku może zajść sytuacja, w której zwiększenie zespołu pracowników spowoduje wydłużenie czasu realizacji, np. jeżeli istnieje konieczność przeprowadzenia uzgodnień dotyczących wykonywanej pracy pomiędzy pracownikami. Im większy zespół, tym więcej czasu trzeba poświęcić na komunikację wewnętrzną.

Zarządzanie projektem dotyczy również spraw związanych z finansami. Koszty ponoszone w trakcie realizacji projektu związane mogą być z wykorzystaniem zasobów, np. ludzkich, sprzętu itp. Stopień wykorzystania budżetu projektu powinien być porównywany z poziomem zaawansowania prac. Najczęściej analizy te sporządza się po zakończeniu pewnego etapu prac, spełnienia określonego warunku lub zrealizowania pewnego produktu cząstkowego (tzw. kamienie milowe projektu). W przypadku rozbieżności należy wprowadzić modyfikacje, aby jak najwcześniej zapobiegać przekroczeniu budżetu.



SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. Zidentyfikuj w swoim projekcie ścieżkę krytyczną. Określ wszystkie zadania krytyczne.
2. Czy w Twoim projekcie występuje zapas czasu? Jeśli tak, to jaki i w którym miejscu?

37

Narzędzia do montażu okablowania strukturalnego

ZAGADNIENIA

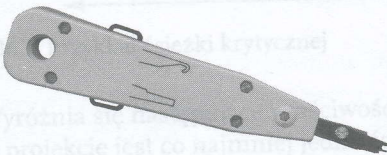
- Jakie narzędzia są wykorzystywane do montażu okablowania strukturalnego?
- Jak posługiwać się narzędziami do montażu okablowania strukturalnego?
- Dlaczego nie należy zaglądać do światłowodu?
- Na czym polega i jak wykonać spawanie światłowodu?

Instalator okablowania strukturalnego w swojej pracy musi posługiwać się różnymi narzędziami i urządzeniami. W zależności od rodzaju nośnika mogą to być narzędzia do kabli miedzianych lub światłowodowych. Generalnie można je podzielić na:

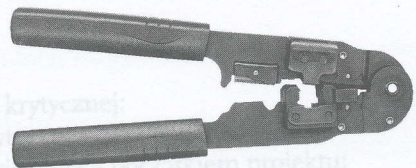
- narzędzia pracy,
- urządzenia diagnostyczne i pomiarowe.

Narzędzia pracy służą do wykonywania typowych zadań związanych z montażem danego typu nośnika oraz instalacji pomocniczych, np. koryt kablowych. Do najczęściej używanych narzędzi do montażu okablowania miedzianego zaliczamy:

- **Narzędzie uderzeniowe** – urządzenie (rysunek 37.1) wykorzystywane do „zaszywania” kabli sieciowych i telefonicznych w nożach (złączach) LSA/KRONE, gniazdkach komputerowych, telefonicznych, panelach krosowych w szafach itp. Narzędzie wyposażone jest w obcinacz nadmiaru kabla wystającego poza złącze oraz haczyki do demontowania zaszytych kabli. Aby zaszyć kabel w złączu LSA, należy umieścić poszczególne żyły w gniazdkach (bez ściągania izolacji), przyłożyć nóż do złącza i energicznym ruchem wcisnąć kabel w złącze. Nóż po dojściu do końca złącza wyda charakterystyczny dźwięk, a nadmiar kabla zostanie obcięty.
- **Narzędzie zaciskowe do wtyków RJ45** – wtyk RJ-45 z odpowiednio ułożonymi żyłami kabla należy wsunąć w gniazdo narzędzia (rysunek 37.2), a następnie zacisnąć dźwignię.

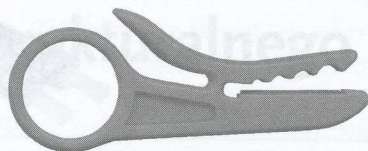


Rys. 37.1. Narzędzie uderzeniowe do montażu kabli



Rys. 37.2. Narzędzie zaciskowe do wtyków RJ-45

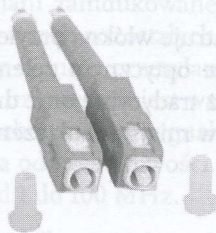
- **Narzędzie do zdejmowania izolacji** (rysunek 37.3) – pozwala na szybkie i wygodne zdjęcie izolacji zewnętrznej kabla. Narzędzie zabezpiecza kabel przed zbyt mocnym nacięciem izolacji, co mogłoby spowodować uszkodzenie przewodu.



Rys. 37.3. Narzędzie do zdejmowania izolacji

Montaż okablowania światłowodowego jest znacznie trudniejszy. Należy pamiętać, że przy uruchamianiu urządzeń aktywnych mamy do czynienia ze światłem o dużej mocy, zwykle emitowanym przez laser lub diodę LED. Typowe długości fali optycznej w transmisji danych są bliskie podczerwieni i wynoszą od 850 nm do 1550 nm – światła tego nie widać, jednak może ono poważnie uszkodzić oczy (nie warto patrzeć w nadajnik ani we włókno światłowodu, bo nawet jeśli nie uszkodzimy wzroku to i tak nic nie zobaczymy). W montażu okablowania światłowodowego wykorzystuje się gotowe, przygotowane wcześniej kable o określonej długości, zakończone odpowiednimi końcówkami (można je zakupić u producentów lub w wyspecjalizowanych firmach). Wybór typu końcówki jest zwykle narzucony poprzez standard, w którym wykonane są urządzenia aktywne. Najczęściej wykorzystywane są końcówki:

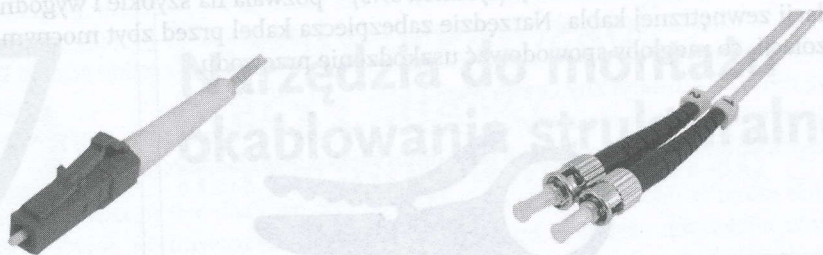
- **SC** (rysunek 37.4) – plastikowa obudowa i pewne połączenie,



Rys. 37.4. Końcówka kabla SC

- **LC** (rysunek 37.5) – mniejsze od poprzedniego, dość popularne ze względu na małe gabaryty i na użycie go w modułach SFP,
- **ST** (rysunek 37.6) – metalowe, przypominające elektryczne złącze BNC, stosowane częściej w sieciach wielomodowych.

Jeżeli wykorzystanie gotowego kabla z zamontowanymi końcówkami jest niemożliwe, można zakupić prefabrykowane tzw. pigtaile – z jednej strony zakończone złączem, a z drugiej gołym włóknom. Pigtail należy zespawać z włóknomi kabla przy pomocy spawarki do światłowodów (rys. 37.7). Spawanie światłowodu polega na zetknięciu dwóch włókien czołami i nadtopieniu ich łukiem elektrycznym, tak aby zostały trwale połączone. Dobrze wykonany spaw jest praktycznie niewidoczny dla światła. Spawanie wymaga wysokich kwalifikacji pracowników i poniesienia dużych nakładów na zakup spawarki oraz urządzeń testujących. Istnieje możliwość wykonania tzw. „spawów mechanicznych” – jest



Rys. 37.5. Końcówka kabla LC

Rys. 37.6. Końcówka kabla ST



Rys. 37.7. Spawarka do światłowodów

to specjalny mechanizm, który centruje włókna przylegające do siebie i ewentualne przerwy i niedoskonałości kompensuje optycznym żel wewnątrz. Połączenia wykonane taką techniką są gorszej jakości niż tradycyjne oraz droższe, ponieważ mechanizm „spawu” pozostaje na każdym włóknie w miejscu połączenia, jednak nie jest konieczny zakup spawarki.

SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. Sporządź listę narzędzi potrzebnych do wykonania okablowania w Twoim projekcie.
2. Wykonaj zaciskanie wtyku RJ-45. Przetestuj, czy złącze jest wykonane poprawnie.
3. Wykonaj montaż kabla w patchpanelu. Przetestuj, czy złącze jest wykonane poprawnie.

38

Metody i zasady pomiarów okablowania strukturalnego

ZAGADNIENIA

- Jakie pomiary okablowania wykonuje się podczas montażu, a jakie podczas odbioru sieci?
- Jakie obowiązują normy i standardy dotyczące pomiarów okablowania sieci?
- Jakie parametry są mierzone przed wystawieniem certyfikatu zgodności okablowania?

Podczas wykonywania okablowania strukturalnego instalator wykorzystuje urządzenia zdolne do sprawdzenia instalacji pod względem zgodności montażu i ciągłości kabli. Do tego celu można wykorzystać prosty tester okablowania, który pozwala na wykrycie usterek, takich jak niewłaściwe połączenia oraz brak przejść. Przy odbiorze instalacji okablowania należy wykonać bardziej szczegółowe testy, mające na celu sprawdzenie dodatkowych parametrów okablowania zgodnie z przyjętymi standardami i normami. W sieciach Ethernet pracujących z prędkością do 100 MB/s wykorzystywane do transmisji są tylko dwie pary przewodów. Dlatego zgodnie z biuletynem TIA/EIA/TSB-67 L.II, wystarczy przeprowadzić pomiar takich parametrów, jak:

Przesłuch zbliżny (*NEXT – Near End Crosstalk*) – pomiar przesłuchu zbliżnego NEXT polega na pomiarze poziomu sygnału zaindukowanego w jednej parze przewodów, od sygnału pochodzącego z dowolnej z trzech pozostałych par w kablu czteroparowym. Miarą parametru NEXT jest różnica mocy sygnału przesyłanego w parze zakłócającej i sygnału wytworzonego w parze zakłócanej. Im większa jest wartość bezwzględna NEXT, tym lepsza jest odporność na zakłócenia pochodzące od sygnałów w innych parach kabla. Wartość parametru NEXT jest silnie zależna od częstotliwości. W związku z tym należy dokonać pomiaru w paśmie częstotliwości od 1 do 100 MHz.

Tłumienie (*Attenuation*) – określa, o ile zmniejszy się moc sygnału w danej parze przewodów po przejściu przez cały tor kablowy. Parametr ten jest ściśle zależny od częstotliwości i pomiaru dokonuje się w paśmie od 1 do 100 MHz.

Mapa połączeń (*Wire map*) – określa, w jakiej sekwencji ułożone są w złączu lub gnieździe poszczególne pary przewodów. Najczęściej spotykanymi sekwencjami są EIA-568A i EIA-568B. Parametr ten służy do wykrycia błędów instalacyjnych, takich jak:

- zamienione pary (*crossed pairs*),
- zamienione poszczególne przewody (*split pairs*),
- zamienione przewody w parze (*reversed pairs*).

Długość (*Length*) – określa długość mierzonego toru transmisyjnego. Długość toru transmisyjnego na ogół jest większa od długości kabla, ponieważ pary są ze sobą skręcone, a dodatkowo wszystkie pary są skręcone wokół wspólnej osi. Rzeczywistą długość toru transmisyjnego wyznacza się poprzez pomiar czasu propagacji impulsu elektrycznego lub świetlnego przy znanej prędkości propagacji w danym typie kabla.

Wartości dopuszczalne poszczególnych parametrów wyspecyfikowane są w odpowiednich normach (np. EN 50173, TIA/EIA-568A).

Wymagania stawiane okablowaniu dla sieci pracujących z prędkością 1 GB/s są znacznie wyższe. Oprócz standardowych testów, zgodnie z biuletynem TIA/EIA/TSB-95, należy wykonać pomiar parametrów:

- **PowerSum NEXT** – jest rozwinięciem parametru NEXT, dodatkowo uwzględniającym wzajemne zakłócanie się par w kablu czteroparowym. Różnica pomiędzy pomiarem parametru NEXT i PowerSum NEXT polega na tym, że podczas pomiaru PowerSum NEXT mierzony jest poziom sygnału indukowanego w danej parze, pochodzący od sygnałów wszystkich pozostałych par. Przesłuch zbliżony mierzony metodą PowerSum ma znacznie większą wartość niż przesłuch mierzony metodą tradycyjną (NEXT) i lepiej oddaje charakter rzeczywistych przesłuchów występujących w torze transmisyjnym. PowerSum NEXT jest bardzo istotnym parametrem dla instalacji, w których będą działały protokoły transmisyjne wykorzystujące do transmisji wszystkie cztery pary.
- **PowerSum ACR** (*Attenuation to Crosstalk Ratio*) – określa różnicę pomiędzy tłumieniem a przesłuchem zbliżonym NEXT dla danej pary przewodów (odstęp sygnału użytecznego od szumu). Im większa wartość bezwzględna parametru ACR, tym lepiej. PowerSum ACR jest wynikiem obliczeń z parametrów mierzonych, czyli PowerSum NEXT i tłumienia.
- **FEXT** (*Far End Crosstalk*) – przesłuch zdalny – w przeciwieństwie do przesłuchu zbliżonego NEXT mierzony jest na przeciwnym końcu kabla niż sygnał wywołujący zakłócenie. Jest to parametr łatwy do pomiaru, ale trudny do wyspecyfikowania w normach, gdyż wartość jego jest zależna od długości (a więc tłumienia) kanału transmisji. W związku z tym im krótszy jest odcinek toru transmisyjnego, tym FEXT ma większy wpływ na jakość transmisji. Jest to parametr mierzony, ale rzadko podawany. Głównie służy on jako składowa do otrzymania parametru ELFEXT.
- **ELFEXT** (*Equal Level Far End Crosstalk*) – w odróżnieniu od FEXT jest niezależny od długości badanego toru, gdyż uwzględnia tłumienie wnoszone przez tor transmisyjny. Matematycznie jest to wynik otrzymany z różnicy pomiędzy wartością parametru FEXT i tłumienia dla danego toru transmisyjnego.
- **PowerSum ELFEXT** – parametr uwzględnia, że zakłócenia mogą pochodzić nie tylko od jednej, ale od trzech pozostałych par (w kablu czteroparowym). Jest wynikiem obliczeń z wartości parametru ELFEXT dla każdej pary przewodów w kablu.
- **Return Loss** – straty odbiciowe – parametr ten określa stosunek mocy sygnału wprowadzonego do toru transmisyjnego do mocy sygnału odbitego, który powstaje na skutek niedopasowania impedancji toru transmisyjnego. Sygnał ten może być źródłem zakłóceń dla sygnału użytecznego, co jest bardzo istotne w przypadku transmisji w dwóch kierunkach w tym samym torze transmisyjnym.
- **Propagation Delay Skew** – określa różnicę opóźnienia transmisji pomiędzy najszybszą i najwolniejszą parą w skętce. Przy dużych prędkościach transmisji może powstać problem ze spójnością sygnału nadawanego wszystkimi parami skętki na odległym końcu, gdyż odbiornik nie będzie w stanie zdekodować poprawnie informacji przycho- dzącej po wszystkich czterech parach przewodnika. Maksymalna dopuszczalna wartość różnicy opóźnień wynosi 45 – 50 ns.

Testowanie okablowania światłowodowego polega na sprawdzeniu tłumienia okablowania w oknach transmisyjnych. Światłowody wielomodowe korzystają z okien transmisyjnych dla fal o długości 850 nm i 1300 nm, a jednomodowe dla fal o długości 1310 nm i 1550 nm. Tłumienie należy sprawdzać w obu oknach transmisyjnych. Dodatkowo

długość kanału nie może być większa niż podana przez producenta. Jeśli w kanale jest stosowana większa liczba złączy i/lub spawów, to maksymalna długość kabla powinna być zmniejszona. Przed przyłączeniem miernika do toru optycznego należy przetrzeć złącza chusteczką nawilżoną spirytusem. Testowanie wykonuje się reflektometrem optycznym (*Optical Time-Domain Reflectometer – OTDR*). Umożliwia on pomiar lub certyfikację światłowodów, przeprowadzanie testów PASS/FAIL, pomiar odległości oraz tłumienia.

Podczas odbioru instalacji okablowania strukturalnego wykonuje się pomiary wszystkich torów komunikacyjnych. Pomiary wykonuje się w określonej kolejności: najpierw okablowanie pionowe, następnie okablowanie poziome i na końcu całość systemu (okablowanie pionowe, poziome łącznie z kablami krosowymi i stacyjnymi).

SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. Wyszukaj w internecie ofertę firmy (wskazanej przez nauczyciela lub działającej w Twojej miejscowości) świadczącej usługi certyfikacji sieci. Na podstawie cennika i liczby torów do przetestowania w Twoim projekcie oszacuj koszt uzyskania certyfikatu dla okablowania.

39

Metody pomiarów
sieci logicznej**ZAGADNIENIA**

- Jakie są strategie testowania sieci komputerowej?
- Jak odczytać informacje o wartości sygnału i szumu w sieci bezprzewodowej?
- Jak wykonać skanowanie pasma radiowego wykorzystywanego przez sieci bezprzewodowe?

Sieć komputerowa ze względu na swoją budowę jest obiektem trudnym do testowania. Z powodu złożoności, różnorodności struktury sieci LAN, różnych mediów transmisyjnych oraz znacznej liczby producentów sprzętu w sieciach może pojawiać się wiele błędów. Ich lokalizacja i usuwanie jest obowiązkiem administratora. W większości przypadków niepoprawna praca sieci komputerowej nie jest spowodowana fizycznym uszkodzeniem połączeń sieciowych, lecz jest wynikiem zakłóceń w kanale transmisyjnym lub niewłaściwej konfiguracji. Z tego powodu sieć powinna być w sposób ciągły testowana, a pojawiające się błędy usuwane. Istnieją dwie strategie testowania sieci: testowanie odgórne i oddolne.

Testowanie odgórne (*top down*) rozpoczyna się od najwyższej warstwy sieciowej, po czym kolejno są diagnozowane coraz niższe warstwy sieci. Najpierw sprawdza się poprawność aplikacji między głównymi węzłami sieciowymi, następnie komunikację węzłów pośredniczących i dopiero na końcu poprawność poszczególnych kanałów fizycznych sieci teletransmisyjnej. Metoda ta jest stosowana głównie w sieciach już działających. W strategii **testowania oddolnego** (*bottom up*) testowanie rozpoczyna się od warstwy najniższej, czyli sprawdzania kabli i połączeń fizycznych, a następnie przechodzi się do warstw coraz wyższych. Testowanie oddolne stosuje się zwykle podczas uruchamiania sieci nowych, w praktyce używa się naprzemiennie obydwóch sposobów diagnozowania sieci.

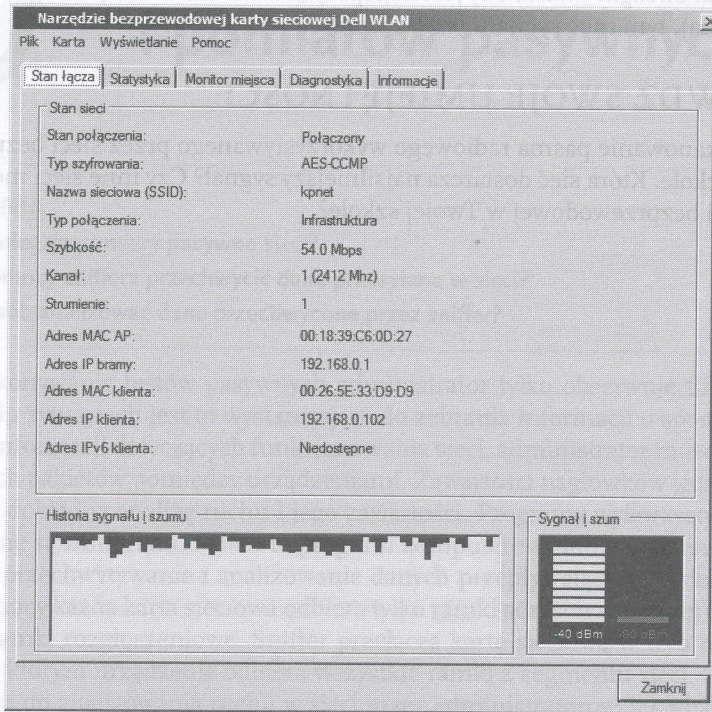
W sieciach komputerowych używa się modelu sieci ISO/OSI i przyporządkowuje błędy do poszczególnych warstw modelu. Upraszcza to testowanie, ponieważ w każdej warstwie występują inne typy błędów. Pomiary sieci komputerowych można podzielić na: **pomiary parametrów fizycznych** okablowania (miedzianego lub światłowodowego), **pomiary pasywne**, dokonywane wyłącznie przez obserwację funkcjonowania sieci, oraz **pomiary aktywne**, w których do sieci wprowadza się specjalne dane testowe.

Do najczęściej stosowanych procedur lokalizujących uszkodzenia i diagnozujących sieci komputerowe należą:

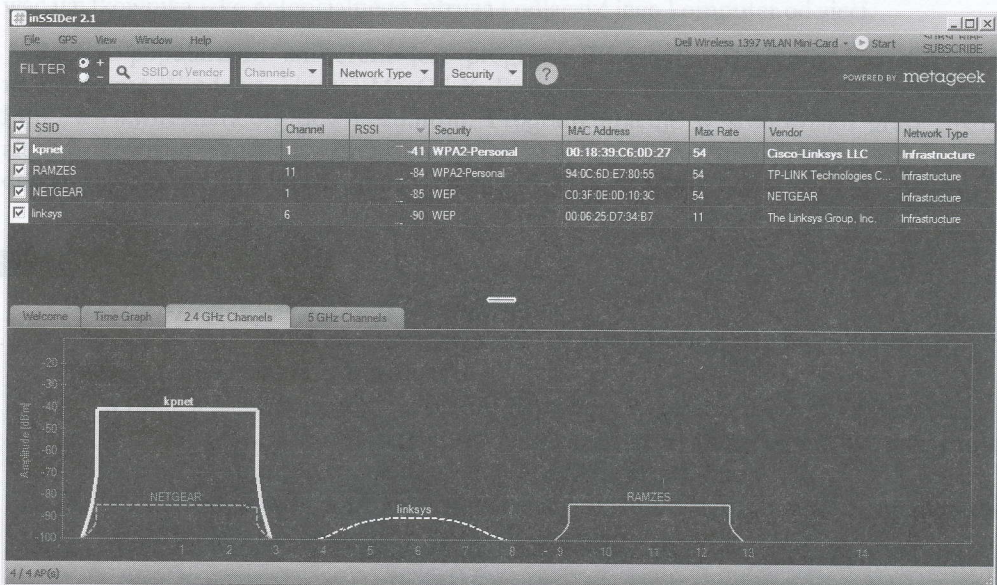
- testowanie okablowania,
- dekodowanie strumienia danych wraz z analizą pakietów i protokołów,
- testowanie połączeń między wybranymi węzłami sieci,
- statystyczna analiza ruchu sieciowego,
- analiza konfiguracji i bieżącego stanu sieci.

W przypadku bezprzewodowych sieci komputerowych duże znaczenie ze względu na szybkość i stabilność połączenia ma siła sygnału i stosunek sygnału do szumu docierającego do karty sieciowej.

Informacje o wartości mocy sygnału i szumu można odczytać z programu obsługującego bezprzewodową kartę sieciową. Na przykład wartości te można odszukać w prawym dolnym rogu rysunku 39.1.



Rys. 39.1. Okno programu obsługującego bezprzewodową kartę sieciową



Rys. 39.2. Wynik skanowania pasma radiowego wykorzystywanego przez sieci wifi

39

Metody pomiarów
sieci logicznej

ZAGADNIENIA

- Jakie są strategie testowania sieci komputerowej?
- Jak odczytać informacje o wartości sygnału i szumu w sieci bezprzewodowej?
- Jak wykonać skanowanie pasma radiowego wykorzystywanego przez sieci bezprzewodowe?

Sieć komputerowa ze względu na swoją budowę jest obiektem trudnym do testowania. Z powodu złożoności, różnorodności struktury sieci LAN, różnych mediów transmisyjnych oraz znacznej liczby producentów sprzętu w sieciach może pojawiać się wiele błędów. Ich lokalizacja i usuwanie jest obowiązkiem administratora. W większości przypadków niepoprawna praca sieci komputerowej nie jest spowodowana fizycznym uszkodzeniem połączeń sieciowych, lecz jest wynikiem zakłóceń w kanale transmisyjnym lub niewłaściwej konfiguracji. Z tego powodu sieć powinna być w sposób ciągły testowana, a pojawiające się błędy usuwane. Istnieją dwie strategie testowania sieci: testowanie odgórne i oddolne. **Testowanie odgórne** (*top down*) rozpoczyna się od najwyższej warstwy sieciowej, po czym kolejno są diagnozowane coraz niższe warstwy sieci. Najpierw sprawdza się poprawność aplikacji między głównymi węzłami sieciowymi, następnie komunikację węzłów pośredniczących i dopiero na końcu poprawność poszczególnych kanałów fizycznych sieci transmisyjnej. Metoda ta jest stosowana głównie w sieciach już działających. W strategii **testowania oddolnego** (*bottom up*) testowanie rozpoczyna się od warstwy najniższej, czyli sprawdzania kabli i połączeń fizycznych, a następnie przechodzi się do warstw coraz wyższych. Testowanie oddolne stosuje się zwykle podczas uruchamiania sieci nowych, w praktyce używa się naprzemiennie obydwóch sposobów diagnozowania sieci.

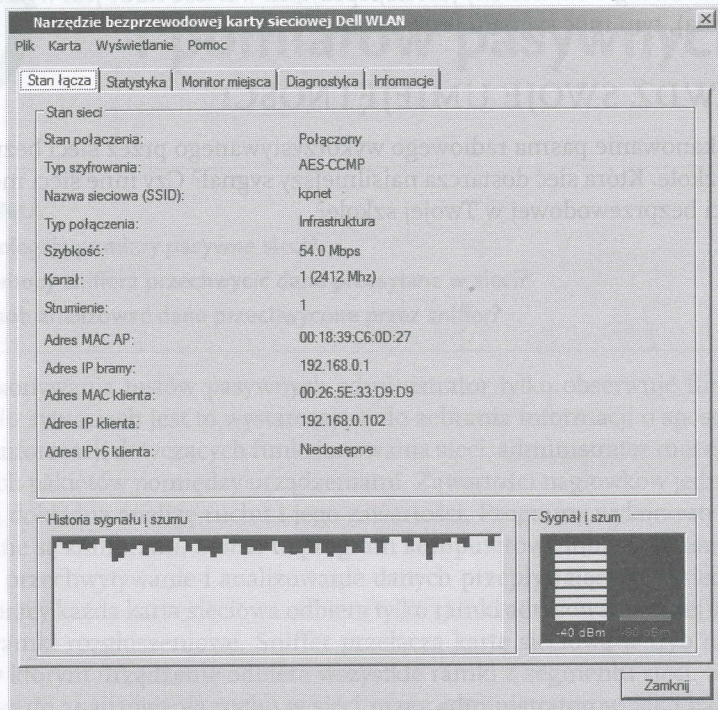
W sieciach komputerowych używa się modelu sieci ISO/OSI i przyporządkowuje błędy do poszczególnych warstw modelu. Upraszcza to testowanie, ponieważ w każdej warstwie występują inne typy błędów. Pomiary sieci komputerowych można podzielić na: **pomiary parametrów fizycznych** okablowania (miedzianego lub światłowodowego), **pomiary pasywne**, dokonywane wyłącznie przez obserwację funkcjonowania sieci, oraz **pomiary aktywne**, w których do sieci wprowadza się specjalne dane testowe.

Do najczęściej stosowanych procedur lokalizujących uszkodzenia i diagnozujących sieci komputerowe należą:

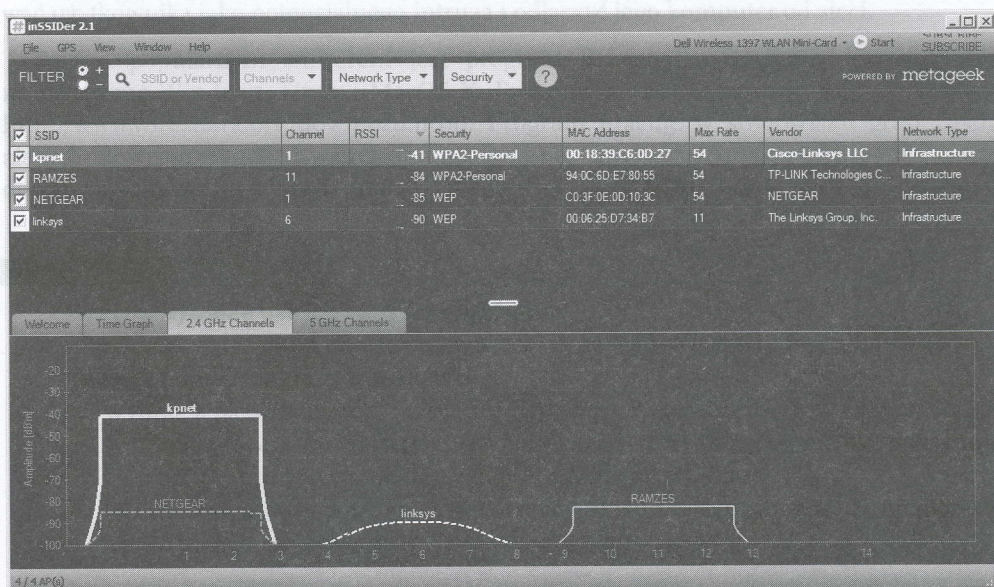
- testowanie okablowania,
- dekodowanie strumienia danych wraz z analizą pakietów i protokołów,
- testowanie połączeń między wybranymi węzłami sieci,
- statystyczna analiza ruchu sieciowego,
- analiza konfiguracji i bieżącego stanu sieci.

W przypadku bezprzewodowych sieci komputerowych duże znaczenie ze względu na szybkość i stabilność połączenia ma siła sygnału radiowego, wartość szumu i stosunek sygnału do szumu docierającego do karty sieciowej.

Informacje o wartości mocy sygnału i szumu można odczytać z programu obsługującego bezprzewodową kartę sieciową. Na przykład wartości te można odszukać w prawym dolnym rogu rysunku 39.1.



Rys. 39.1. Okno programu obsługującego bezprzewodową kartę sieciową



Rys. 39.2. Wynik skanowania pasma radiowego wykorzystywanego przez sieci wifi

Na rys 39.2. pokazano wynik skanowania pasma radiowego wykorzystywanego przez sieci bezprzewodowe za pomocą programu inSSIDer. Najlepszą moc sygnału posiada sieć kpnnet, pracująca na kanale 1. Jej **RSSI** wskaźnik mocy odbieranego sygnału radiowego (*Received Signal Strength Indication*) jest najlepszy. Im wartość RSSI jest wyższa (mniejsza wartość ujemna), tym moc sygnału jest większa.



SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

- Wykonaj skanowanie pasma radiowego wykorzystywanego przez sieci bezprzewodowe w Twojej szkole. Która sieć dostarcza najsilniejszy sygnał? Czy inne sieci mogą zakłócać sygnał sieci bezprzewodowej w Twojej szkole?

Sieć komputerowa... testowania.
Z powodu z... transmisyjnych
oraz znaczne... błędów. Ich
lokalizacja i... przypadków nie-
poprawna p... dzeniem po-
łączeń sieci... niewłaściwej
konfiguracji... pojawiające
się błędy us... i oddolne.
Testowanie... poprawność
kolejno są d...
aplikacji mie...
uczających i dopiero na...
transmisyjnej. Metoda ta jest stosowana głównie w sieciach już działających. W stronę
testowania od jednego (biedrag) testowanie rozpoczyna się od wyznaczenia

rys 39.2. Wynik skanowania pasma radiowego wykorzystywanego przez sieci bezprzewodowe w Twojej szkole

40

Rodzaje testów i pomiarów pasywnych

ZAGADNIENIA

- Na czym polegają pomiary pasywne sieci?
- Jak przy pomocy sniffera przechwycić dane przesyłane w sieci?
- W jaki sposób analizować dane przechwycone przez sniffer?

Podczas wykonywania testów pasywnych administrator tylko obserwuje funkcjonowanie sieci. W wielu sytuacjach jest to wystarczające do zebrania informacji o sposobie działania sieci. Dużo informacji dotyczących funkcjonowania sieci, administrator może uzyskać, monitorując ruch pakietów pomiędzy urządzeniami. Zawartości nagłówków jednostek danych umożliwiają dokładną analizę ruchu i jego zawartości. Programy wykorzystywane do tego celu nazywane są snifferami. **Sniffer** to program komputerowy lub urządzenie, którego zadaniem jest przechwytywanie i analizowanie danych przepływających w sieci. W normalnym trybie pracy każda karta sieciowa odbiera tylko ramki adresowane na jej adres fizyczny MAC oraz ramki rozgłoszeniowe. Sniffer przełącza kartę sieciową w tryb mieszany (*promiscuous*), w którym urządzenie odbiera wszystkie ramki z segmentu sieci. Sniffery wykorzystywane są do analizowania ruchu w sieci przez administratorów, jak i hakerów. Z tego powodu podczas pracy w sieci nie wolno bez powodu uruchamiać tego typu programów. Administrator sieci po wykryciu uruchomionego sniffera na komputerze może potraktować użytkownika jako potencjalnego intruza i odłączyć jego komputer od sieci.

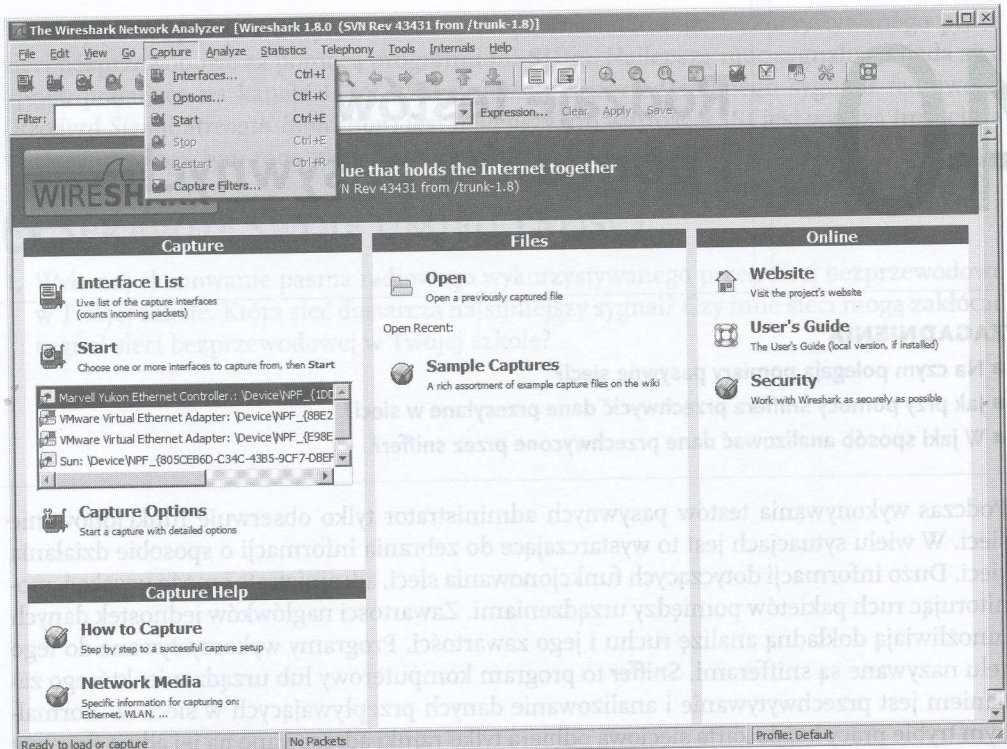
Bardzo popularnym snifferem jest program Wireshark. Dostępny jest w wersji na platformę Windows, Linux i MacOS X. Program można bezpłatnie pobrać ze strony <http://www.wireshark.org/download.html>. Program pracuje w środowisku graficznym, ale w środowisku Windows wymaga zainstalowanej biblioteki WinPcap (najnowsze wersje dostarczane są razem z biblioteką).

PRZYKŁAD 40.1.

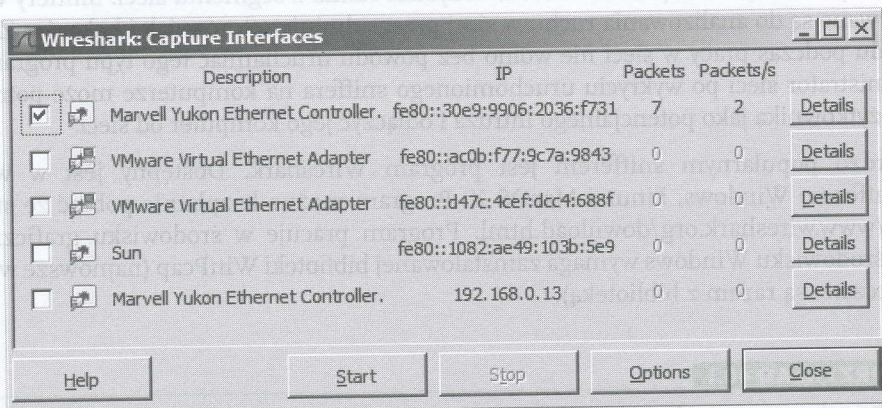
Przechwytywanie danych i analiza nagłówków

Aby przechwycić dane przesyłane w sieci i przeanalizować nagłówki, należy:

1. Uruchomić program Wireshark.
2. Wybrać z paska narzędzi polecenie Capture, a następnie Interfaces (rys. 40.1).
3. W oknie wyboru interfejsu (rys. 40.2) wskazać, który interfejs ma być ustawiony w trybie przechwytywania danych, i kliknąć przycisk Start.
4. Uruchomić dowolny program generujący przepływ danych w sieci, np. polecenie ping, albo zaczekać na pojawienie się ruchu w sieci.



Rys. 40.1. Włączenie przechwytywania danych



Rys. 40.2. Okno wyboru interfejsu do przechwytywania danych

5. Obserwować w oknie głównym programu przychwytywane dane. Po zebraniu wymaganej ilości danych zatrzymać przechwytywanie poleceniem Capture/ Stop. W oknie rozwinąć gałęzie Ethernet II i Internet Protocol Version 4. Na rysunku 40.3 strzałkami zaznaczone są ważne informacje uzyskane z analizy nagłówków:

- adres docelowy MAC – strzałka 1,
- adres źródłowy MAC – strzałka 2,
- adres źródłowy IP – strzałka 3,

- adres docelowy IP – strzałka 4,
- parametr TTL – strzałka 5.

Analiza ta pozwala na ustalenie adresów fizycznych i logicznych komputerów biorących udział w transmisji danych.

The screenshot displays the Wireshark interface with a filter set to 'icmp'. The packet list shows several ICMP Echo (ping) requests and replies. The details pane for frame 1159 is expanded, showing the following fields:

- Ethernet II, Src: AsustekC_17:dd:75 (00:22:15:17:dd:75), Dst: Cisco-L1_c6:0d:25 (00:18:39:c6:0d:25)
- Destination: Cisco-L1_c6:0d:25 (00:18:39:c6:0d:25) ← 1
- Source: AsustekC_17:dd:75 (00:22:15:17:dd:75) ← 2
- Type: IP (0x0800)
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.110 (192.168.0.110), Dst: 192.168.0.1 (192.168.0.1)
- Version: 4
- Header Length: 20 bytes
- Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00: Not-ECT (Not ECN-Capable Transport))
- Total Length: 60
- Identification: 0x3ae2 (15074)
- Flags: 0x00
- Fragment offset: 0
- Time to live: 128 ← 5
- Protocol: ICMP (1)
- Header checksum: 0x7e1f [correct]
- Source: 192.168.0.110 (192.168.0.110) ← 3
- Destination: 192.168.0.1 (192.168.0.1) ← 4
- [Source GeoIP: Unknown]
- [Destination GeoIP: Unknown]
- Internet Control Message Protocol

The packet bytes pane shows the raw data in hexadecimal and ASCII format.

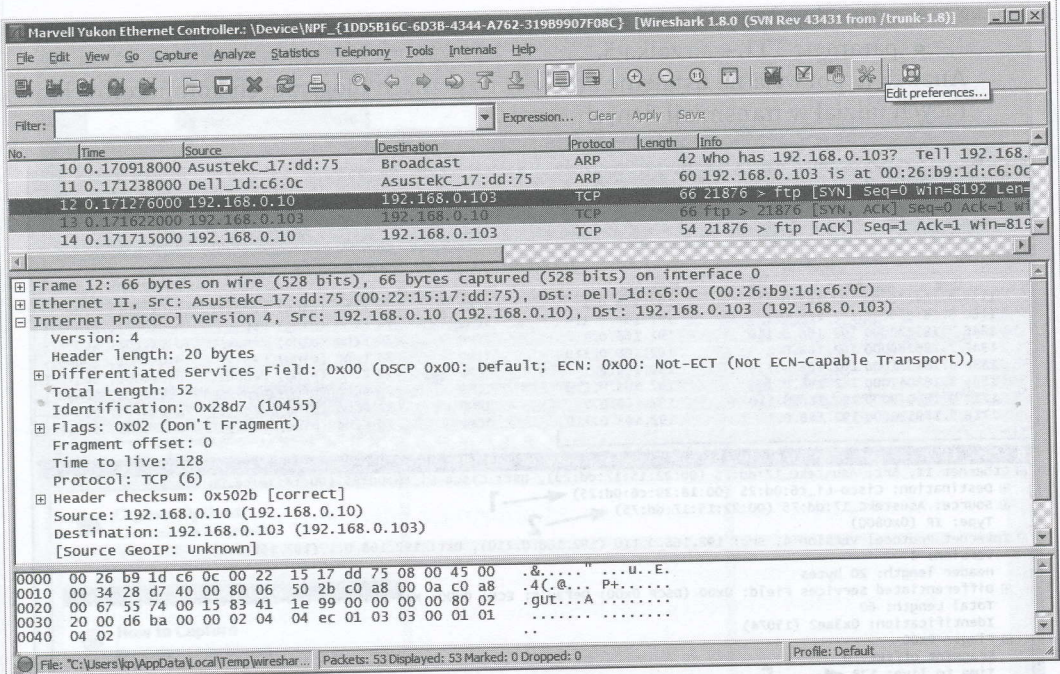
Rys. 40.3. Analiza nagłówków przechwyconych danych

PRZYKŁAD 40.2.

Analiza danych przesyłanych w sieci

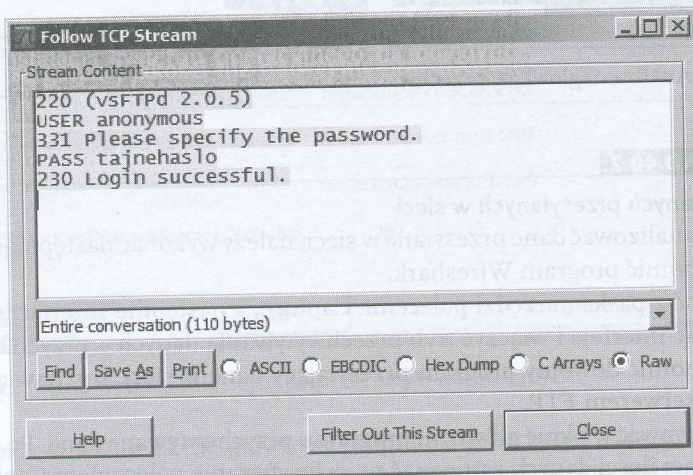
Aby przeanalizować dane przesyłane w sieci, należy wykonać następujące czynności:

1. Uruchomić program Wireshark.
2. Wybrać z paska narzędzi polecenie Capture, a następnie Interfaces.
3. Wybrać interfejs i włączyć tryb przechwytywania danych – przycisk Start.
4. Uruchomić dowolny program przesyłający dane w sieci, np. nawiązać połączenie z serwerem FTP.
5. Obserwować w oknie głównym programu przechwytywane dane. Po zebraniu wymaganej ilości danych zatrzymać przechwytywanie poleceniem Capture/Stop.
6. Odszukać w oknie dowolny fragment transmisji związanej z nawiązywaniem połączenia FTP. Na rysunku 40.4 pakiety o numerach 10 i 11 związane są z zapytaniem odpowiedzią protokołu ARP. W pakiecie 12 rozpoczyna się proces nawiązywania sesji między klientem a serwerem FTP (jest to jeden z pakietów związanych z transmisją) – można kliknąć ten pakiet lub inny należący do tej samej sesji.



Rys. 40.4. Wyszukiwanie pakietów związanych z połączeniem FTP

7. Z paska poleceń wybrać Analize/Follow TCP Stream. W nowym oknie zostaną zebrane dane z całego strumienia danych, a następnie wyświetlone w postaci tekstowej (rys. 40.5).



Rys. 40.5. Przesyłane dane wyświetlone w postaci tekstowej

Uwaga

Jeżeli dane były wysyłane bez stosowania szyfrowania, to zostaną wyświetlone łącznie z nazwami użytkowników i hasłami, jak na rysunku 40.5.

SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. Przechwyć i przeanalizuj przebieg transmisji danych związanych z uzyskiwaniem adresu za pomocą protokołu DHCP. W transmisji zlokalizuj:

- adres MAC i IP klienta przed i po uzyskaniu adresu,
- komunikaty: DHCPDISCOVER, DHCPOFFER, DHCPREQUEST, DHCPACK.

Uwaga

Sniffer należy uruchomić na serwerze DHCP lub pobrać dane dla klienta w maszynie wirtualnej.

41

Rodzaje testów i pomiarów aktywnych

ZAGADNIENIA

- Jak przeprowadzać pomiary aktywne w sieci?
- Jak zmierzyć jakość usług sieciowych?
- Kto ustanawia standardy dotyczące jakości usług sieciowych?
- Jakie parametry służą do oceny jakości usług sieciowych?
- Jak wykorzystać programy ping i traceroute do pomiarów sieci?

Podczas wykonywania testów aktywnych administrator wprowadza do sieci dodatkowe dane, które ułatwiają wykonywanie pomiarów lub diagnozowanie sieci. Testy te mogą być wykonywane podczas normalnej eksploatacji sieci. Umożliwiają uzyskanie wiedzy o stanie sieci, jak również o zjawiskach w niej zachodzących. Metody aktywne uwzględniają podczas pomiarów obciążenie sieci ruchem generowanym przez aplikacje użytkowników, jak i samą sieć (np. protokoły routingu, DHCP, DNS).

Pomiary aktywne pozwalają na określenie **jakości usług sieciowych** (*Quality of Service – QoS*). QoS określa poziom gwarantowanych wartości parametrów sieciowych w celu osiągnięcia satysfakcji użytkownika. Użytkownicy w różny sposób oceniają jakość usług poprzez takie parametry, jak:

- przepustowość sieci,
- opóźnienie przesyłania danych,
- różnice opóźnienia poszczególnych pakietów,
- straty pakietów danych.

W celu zapewnienia porównywalności wyników, pomiary aktywne wykonywane są na podstawie metryki zdefiniowanej przez organizacje standaryzacyjne, np. ITU-T lub IETF. Przykładowo organizacja IETF zdefiniowała metryki:

- **Dostępność usługi** – możliwość przekazu pakietów między danym źródłem a urządzeniem docelowym. Urządzenie docelowe uznawane jest za dostępne, jeśli pakiet dotrze w określonym czasie.
- **Opóźnienie w jednym kierunku OWD** (*One Way Delay*) – czas przekazu pakietu między dwoma punktami w sieci. OWD jest mierzone jako czas od momentu, w którym źródło wysłało pierwszy bit pakietu, do momentu, w którym urządzenie docelowe odebrało ostatni bit pakietu. Wielkość pakietu pomiarowego ma wpływ na opóźnienie i musi być zdefiniowana przed pomiarem. Wartość metryki podawana jest w postaci parametrów statystycznych próbki:
 - minimalne opóźnienie OWD (*One Way Delay Minimum*) – najmniejsza wartość opóźnienia w próbce,
 - średnie opóźnienie OWD (*Mean One Way Delay*) – średnia wartość opóźnienia w próbce,

- percentyl opóźnienia OWD (*One Way Delay Percentile*) – x-ty percentyl opóźnienia danej próbki,
- mediana opóźnienia OWD (*One Way Delay Median*) – wartość mediany danej próbki.
- **Zmienność opóźnienia przekazu pakietów IPDV** (*IP Packet Delay Variation*) – różnica pomiędzy wartością OWD dla dwóch pakietów w mierzonej próbce pakietów (zwykle przyjmuje się różnicę opóźnienia sąsiednich pakietów).
- **Opóźnienie pakietów w pętli RTD** (*Round Trip Delay*) – opóźnienie przekazu pakietu mierzone na drodze źródło → przeznaczenie → źródło. Wartość mierzona jako czas od wysłania pierwszego bitu pakietu do odebrania ostatniego bitu pakietu przez źródło.
- **Straty pakietów OWL** (*One Way Loss*) – w przypadku poprawnego odebrania pakietu przyjmuje wartość 0, w przeciwnym wypadku – 1.
- **Poziom strat pakietów IPLR** (*IP Packet Loss Ratio*) – stosunek liczby pakietów straconych do liczby pakietów wysłanych w danym okresie pomiarowym.

Podstawowym narzędziem do wykonywania testów aktywnych w sieciach opartych na protokole IP jest program ping. Ping pozwala na sprawdzenie, czy istnieje połączenie pomiędzy dwoma punktami w sieci. Umożliwia on zmierzenie liczby zgubionych pakietów oraz opóźnień w ich transmisji. Program korzysta z protokołu ICMP, wysyła pakiety *ICMP Echo Request* i odbiera *ICMP Echo Reply*. Aby wykonać test przy użyciu polecenia ping, należy w wierszu polecenia wpisać polecenie ping i adres IP lub nazwę domenową komputera, który ma zostać osiągnięty. Odpowiedź „Sieć docelowa jest nieosiągalna” oznacza, że nie istnieje trasa prowadząca do miejsca docelowego. Odpowiedź „Upłynął limit czasu żądania” oznacza, że w domyślnym czasie 1 sekundy nie nadeszła odpowiedź na polecenie ping. Informacje o dodatkowych opcjach programu można uzyskać poprzez wywołanie pomocy do programu (w systemie Windows ping /?). Przykładowe opcje programu ping:

- **n liczba** – określa liczbę pakietów testowych do wysłania. Wartością domyślną dla Windows jest 4, dla Linuksa pakiety są wysyłane do odwołania,
- **l rozmiar** – określa rozmiar pakietu testowego (domyślnie 32 bajty),
- **t** – wysyłanie ciągle pakietów testowych (dotyczy systemu Windows).

Na rysunku 41.1 pokazano wynik działania programu ping. Pierwsze polecenie testuje połączenie z bramą. Wysłano 5 pakietów testowych o standardowym rozmiarze. Wszystkie zostały dostarczone w czasie poniżej 1 milisekundy. Drugie polecenie testuje połączenie z serwerem w sieci. Zastosowano pakiet o rozmiarze 64 bajtów. Również wszystkie pakiety zostały dostarczone, ale czas przesyłu był dłuższy. Parametr TTL oznacza czas życia pakietu i pozwala na określenie liczby routerów na trasie.

Do badania trasy, po której przesyłane są pakiety, i mierzenia czasu pomiędzy poszczególnymi routerami można wykorzystać program traceroute (w systemie Windows tracert). Działanie traceroute opiera się o protokole ICMP. Wysyłane są pakiety z polem TTL (*Time To Live*) ustawionym na kolejne wartości, zaczynając od 1. Wartość ta jest zmniejszana przez każdy router na trasie. Jeżeli pole TTL osiągnie wartość 0, to pakiet jest odrzucany, a router wysyła informację zwrotną do komputera źródłowego. W ten sposób komputer źródłowy uzyskuje kolejne adresy IP routerów na trasie. Na początku wysyłany jest pakiet z polem TTL ustawionym na 1, co pozwala na ustalenie adresu IP pierwszego routera na trasie. Następnie wysyłany jest pakiet z polem TTL 2. Pierwszy router zmniejszy tę wartość do 1 i przekaże do drugiego routera na trasie. Drugi router zmniejszy TTL do 0 i odrzuci pakiet, wysyłając komunikat do komputera źródłowego. Testowanie kończy się po osiągnięciu miejsca docelowego lub przekroczeniu dopuszczalnej liczby routerów (standardowo 30). Na rysunku 41.2. pokazano wyniki działania programu tracert. W pierwszym poleceniu testowano trasę do bramy; trasa składała się tylko z 1 routera. Trasa do serwera

```

C:\Users\kp>ping -n 5 192.168.0.1

Badanie 192.168.0.1 z 32 bajtami danych:
Odpowiedź z 192.168.0.1: bajtów=32 czas<1 ms TTL=64
Odpowiedź z 192.168.0.1: bajtów=32 czas<1 ms TTL=64
Odpowiedź z 192.168.0.1: bajtów=32 czas<1 ms TTL=64
Odpowiedź z 192.168.0.1: bajtów=32 czas<1 ms TTL=64
Odpowiedź z 192.168.0.1: bajtów=32 czas<1 ms TTL=64

Statystyka badania ping dla 192.168.0.1:
Pakiety: Wysłane = 5, Odebrane = 5, Utracone = 0
(0% straty),
Szacunkowy czas błędzenia pakietów w milisekundach:
Minimum = 0 ms, Maksimum = 0 ms, Czas średni = 0 ms

C:\Users\kp>ping -l 64 www.wp.pl

Badanie www.wp.pl [212.77.100.101] z 64 bajtami danych:
Odpowiedź z 212.77.100.101: bajtów=64 czas=35ms TTL=245
Odpowiedź z 212.77.100.101: bajtów=64 czas=32ms TTL=245
Odpowiedź z 212.77.100.101: bajtów=64 czas=33ms TTL=245
Odpowiedź z 212.77.100.101: bajtów=64 czas=32ms TTL=245

Statystyka badania ping dla 212.77.100.101:
Pakiety: Wysłane = 4, Odebrane = 4, Utracone = 0
(0% straty),
Szacunkowy czas błędzenia pakietów w milisekundach:
Minimum = 32 ms, Maksimum = 35 ms, Czas średni = 33 ms

C:\Users\kp>

```

Rys. 41.1. Wynik działania programu ping

```

C:\Users\kp>tracert 192.168.0.1

Śledzenie trasy do 192.168.0.1 z maksymalną liczbą 30 przesk
1 <1 ms <1 ms <1 ms 192.168.0.1

Śledzenie zakończone.

C:\Users\kp>tracert www.wp.pl

Śledzenie trasy do www.wp.pl [212.77.100.101]
z maksymalną liczbą 30 przeskoków:

1 <1 ms <1 ms <1 ms 192.168.0.1
2 14 ms 7 ms 15 ms 10.36.0.1
3 7 ms 7 ms 8 ms 172.17.177.1
4 20 ms 19 ms 19 ms 172.17.28.14
5 32 ms 33 ms 33 ms 195.149.232.110
6 34 ms 33 ms 33 ms rtr4.rtr-int-2.adm.wp-sa.pl
7 34 ms 33 ms 33 ms www.wp.pl [212.77.100.101]

Śledzenie zakończone.

C:\Users\kp>

```

Rys. 41.2. Wynik działania programu tracert

w internecie była dłuższa i składała się z siedmiu routerów (ich adresy lub nazwy znajdują się po prawej stronie rysunku). Na podstawie pomiaru administrator może określić łącza, w których występuje największe opóźnienie.

Na działanie polecenia ping może mieć wpływ zaporę sieciową skonfigurowaną na testowanym komputerze. Wiele zapór standardowo blokuje wysyłanie odpowiedzi na żądanie echa wysyłane przez program ping.

SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. Sprawdź możliwość komunikacji z bramą internetową w szkole, komputerem kolegi i z serwerem DNS.
2. Sprawdź adresy komputerów na trasie do dowolnego serwera w internecie. Na którym łączy występują największe opóźnienia?

42

Cenniki materiałów do montażu okablowania strukturalnego

ZAGADNIENIA

- W jakim celu stworzono systemy okablowania strukturalnego?
- Z jakich elementów składają się systemy okablowania strukturalnego?
- Jak dobrać system okablowania strukturalnego?

Wykonanie instalacji okablowania strukturalnego wymaga poniesienia nakładów finansowych. Wysokość tych nakładów powinna być oszacowana przed przystąpieniem do realizacji zadania, tak aby zamawiający miał świadomość koniecznych do poniesienia kosztów. Po zakończeniu inwestycji należy sporządzić dokładny kosztorys powykonawczy, aby rozliczyć z zamawiającym poniesione nakłady.

Podstawą do sporządzania kosztorysu powykonawczego jest dokumentacja budowy, która obejmuje:

- dokumentację techniczną wykonywanych robót,
- książkę obmiaru robót i potwierdzone przez zamawiającego zapisy w dzienniku budowy (dzienniku montażu),
- protokoły konieczności, np. zakupu dodatkowych materiałów, wprowadzenia zmian w projekcie,
- normy nakładów rzeczowych,
- ceny czynników produkcji – koszty robocizny, materiałów, sprzętu oraz dodatkowe koszty zakupu, koszty pośrednie i zysk, w wysokościach wynegocjowanych między zamawiającym i wykonawcą,
- obowiązujące zasady obliczania podatku VAT.

Przy obliczaniu kosztów materiałów należy uwzględnić koszty materiałów bezpośrednich, np. kable, złącza, jak i pośrednich, np. listwy montażowe, kołki mocujące itp. Wielu producentów oferuje systemy instalacji okablowania (rys. 42.1) zawierające różne elementy umożliwiające wykonanie instalacji (rys. 42.2).

Systemy te składają się z kanałów kablowych oraz zestawu typowych gniazd i elementów łączących, np. łączników, narożników itp.

Ceny jednostkowe tych materiałów można znaleźć w cennikach materiałów dostępnych na stronach internetowych producentów lub dystrybutorów. Fragment cennika producenta systemu okablowania pokazany jest na rysunku 42.3. Fragment cennika producenta kabli pokazano na rysunku 42.4.

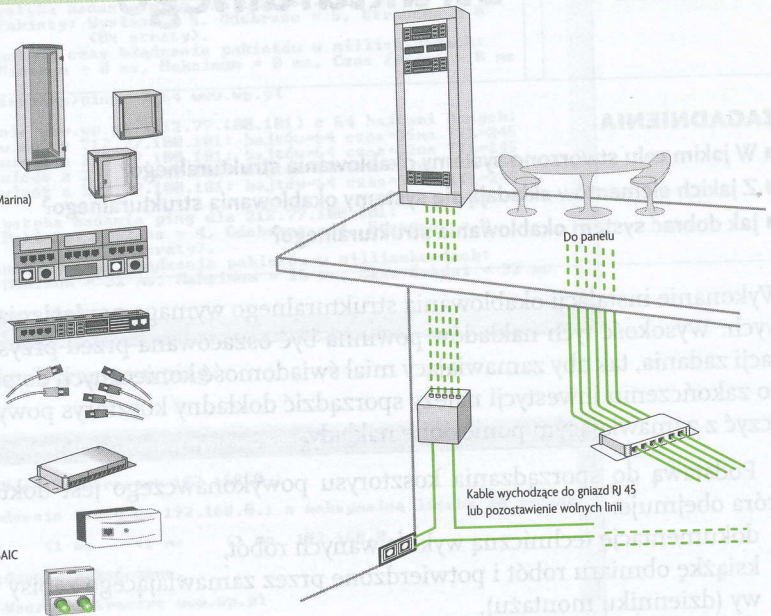
Przy ustalaniu kosztorysu okablowania należy wziąć również pod uwagę koszt związany z przeprowadzeniem odbioru instalacji. Aby sieć mogła uzyskać odpowiedni certyfikat potwierdzający zgodność wykonania z przyjętymi normami i standardami, należy

wykonać pomiary każdego toru transmisyjnego. Pomiar wykonuje uprawniony pracownik za pomocą urządzenia diagnostycznego. Ponieważ koszt takiego urządzenia jest bardzo wysoki, można zlecić wykonanie tej usługi firmie zewnętrznej lub wypożyczyć tester. Usługi tego typu świadczy wiele firm.

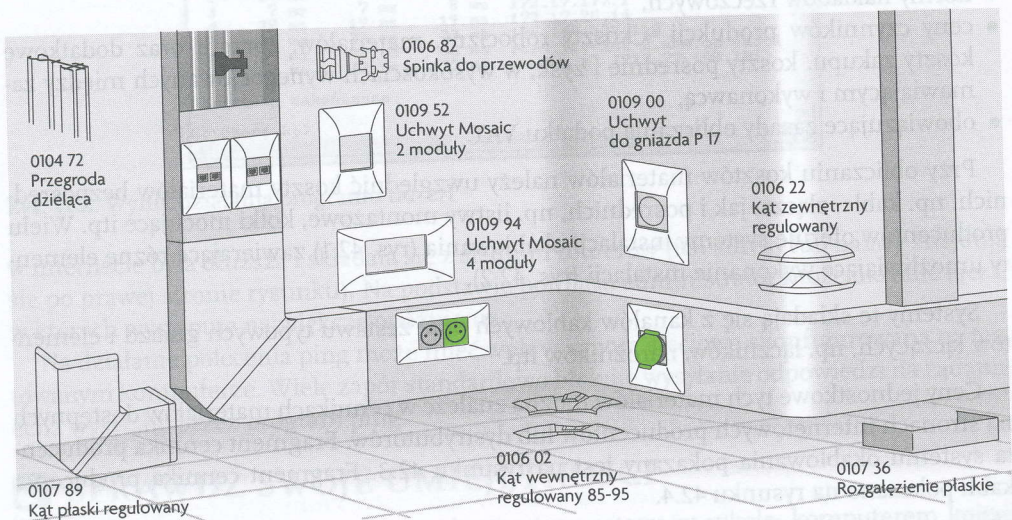
Składniki systemu

Produkty

- SZAFY DYSTRYBUCYJNE
SZFY WOLNOSTOJĄCE
- Szeroki wybór głębokości (600, 800, 1000 mm), szerokości (600, 800), od 24 do 47 U
- SZAFKI WISZĄCE
- Głębokości 400, 580 i 600 mm,
- od 6 do 21 U, stałe i odchylane
- Rama montażowa VDI do zastosowania w szafach o podwyższonym IP (Atlantic, Marina)
- PANELE KROSOWE
- Dostarczane niewyposażone lub wyposażone w gniazda (1-24)
- Dostępne opcje ze zintegrowanym panelem porządkującym
- MIEDZIANE I ŚWIATŁOWODOWE KABLE TRANSMISYJNE I KROSOWE
- STREFOWY PUNKT KONSOLIDACYJNY
- Przy pomocy od 1 do 12 gniazd RJ 45 rozprządza sygnały niskoprądowe
- Konsoliduje połączenia, zapewniając elastyczność instalacji oraz jej łatwą rozbudowę
- PUNKTY DOSTĘPNE WI-FI I GNIAZDA RJ 45
- Bez narzędziowy szybki montaż
- Wykończenie w estetyce Mosaic
- Instalacja podtynkowa lub natynkowa
- GNIAZDA OPTYCZNE PROGRAMU MOSAIC
- 2 moduły
- Do połączenia 2 włókien
- Standardy ST/SC/LC



Rys. 42.1. Składniki systemu okablowania strukturalnego



Rys. 42.2. Elementy systemu okablowania strukturalnego

Rodzina handlowa	Numer referencyjny	Nazwa produktu	Cena bazowa	J. m.	Opakowanie	Grupa rabat.
0104						
DLP-N	010411	DLP KANAŁ 35 x 80 BIAŁY B/POKR.	22,40	MB	20	C
DLP-N	010412	DLP KANAŁ 50 x 80 BIAŁY B/POKR.	33,19	MB	20	C
DLP-N	010421	DLP KANAŁ 35 x 105 BIAŁY B/POKR.	29,60	MB	20	C
DLP-N	010422	DLP KANAŁ 50 x 105 BIAŁY B/POKR.	41,84	MB	20	C
DLP-N	010432	DLP KANAŁ 50 x 150 BIAŁY B/POKR.	73,08	MB	10	C
DLP-N	010433	DLP KANAŁ 65 x 150 BIAŁY B/POKR.	77,22	MB	8	C
DLP-N	010453	DLP KANAŁ 65 x 195 BIAŁY B/POKR.	96,07	MB	8	C
DLP-N	010459	DLP KANAŁ 65 x 220 BIAŁY B/POKR.	104,01	MB	8	C
DLP-N	010472	DLP PRZEGR. DO POKR. DO WYS. 50	27,35	MB	48	C
DLP-N	010473	DLP PRZEGR. DO POKR. DO WYS. 65	29,96	MB	36	C
0105						
DLP-N	010500	DLP POKRYWA BIAŁA SZER 40	13,73	MB	24	C
DLP-N	010501	DLP POKRYWA BIAŁA SZER 65	16,68	MB	36	C
DLP-N	010502	DLP POKRYWA BIAŁA SZER 85	18,57	MB	32	C
DLP-N	010504	DLP POKRYWA BIAŁA SZER 130	31,84	MB	20	C
DLP-N	010520	DLP POKRYWA B. ELASTYCZNA SZER. 40	11,76	MB	20	C
DLP-N	010521	DLP POKRYWA B. ELASTYCZNA SZER. 65	14,21	MB	20	C
DLP-N	010522	DLP POKRYWA B. ELASTYCZNA SZER. 85	15,83	MB	20	C
DLP-N	010524	DLP POKRYWA B. ELASTYCZNA SZER. 130	26,75	MB	8	C
DLP-N	010526	DLP POKRYWA B. ELASTYCZNA SZER. 180	36,47	MB	8	C
DLP-N	010580	DLP USZCZ. PRZYPODŁ.	23,77	MB	24	C
DLP-N	010582	DLP PRZEGR. SEP. DO WYS. 35/50	14,90	MB	24	C
DLP-N	010583	DLP PRZEGR. SEP. DO WYS. 65/80	15,96	MB	48	C
DLP-N	010584	DLP PRZEGR. SEP. KANAŁ 35 x 80	13,61	MB	16	C
0106						

Rys. 42.3. Fragment cennika producenta systemu okablowania

Kategoria 5	
mm	zł/km
UTP 4x2x0,5 PVC	1 710
UTP dual 4x2x0,5 PVC	3 421
FTP 4x2x0,5 PVC	2 572
S-FTP 4x2x0,5 PVC	4 354
UTP 4x2x0,5 LSOH	1 971
UTP dual 4x2x0,5 LSOH	3 942
FTP 4x2x0,5 LSOH	2 943
S-FTP 4x2x0,5 LSOH	5 392
Kategoria 5e (+)	
mm	zł/km
UTP 4x2x0,5 PVC	1 886
UTP dual 4x2x0,5 PVC	3 766
FTP 4x2x0,5 PVC	2 835
UTP 4x2x0,5 LSOH	2 166
UTP dual 4x2x0,5 LSOH	4 330
FTP 4x2x0,5 LSOH	3 246
Kategoria 6	
mm	zł/km
STP 4x2x0,5 PVC	4 199
S-STP 4x2x0,5 PVC	5 241
STP 4x2x0,5 LSOH	4 807
S-STP 4x2x0,5 LSOH	6 019

Rys. 42.4. Fragment cennika kabli miedzianych

SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. Wyszukaj w internecie ofertę firmy (wskazanej przez nauczyciela lub działającej w Twojej miejscowości) produkującej lub będącej dystrybutorem systemów okablowania strukturalnego. Dobierz z jej oferty elementy potrzebne do wykonania okablowania Twojej sieci. Oblicz koszt instalacji.