
OKABLOWANIE STRUKTURALNE

Michał Kalewski

<http://www.cs.put.poznan.pl/mkalewski>

mkalewski@cs.put.poznan.pl*

§Id: wizwiossl.lyx,v 1.3 2004/09/16 12:09:44 mkalewski Exp §

Spis treści

1 Okablowanie Strukturalne	1
1.1 Elementy okablowania strukturalnego	2
1.2 Ogólne zalecenia dotyczące instalacji okablowania	3
2 Normy telekomunikacyjne dla okablowania strukturalnego	5
2.1 Normy amerykańskie	5
2.2 Normy międzynarodowe i europejskie	8
3 Dokumentacja	9
3.1 Elementy dokumentacji systemu okablowania strukturalnego	9
4 Dodatek A – gwarancje firmy Molex	10

Streszczenie

Artykuł stanowi krótki przegląd wymagań oraz zaleceń (firmy *Molex Premise Networks*¹) dotyczących instalacji okablowania strukturalnego w sieciach lokalnych. Wymagania zebrano na podstawie obowiązujących norm amerykańskich (TIA/EIA), europejskich (EN) oraz międzynarodowych (ISO/IEC) i odpowiednich biuletynów rozszerzających (TSB – ang. *Telecommunications Systems Bulletin*). W dokumencie zawarto także podstawowe informacje na temat okablowania strukturalnego, jego elementów, parametrów, pomiarów oraz dokumentowania.

1 Okablowanie Strukturalne

Istotą **systemów okablowania strukturalnego** [1, 2] jest umożliwienie wykorzystania w ramach jednej instalacji wielu systemów komputerowych i telefonicznych (również różnych producentów) oraz udostępnienie – równomiernie rozmieszczonych – **dostępowych punktów telekomunikacyjnych** (gniazd abonenckich); systemy takie są skalowalne i pozwalają na elastyczne modyfikowanie bieżących konfiguracji połączeń.

*Bardzo proszę o zgłaszanie wszystkich uwag i ewentualnych błędów w opracowaniu.

¹www.molexpn.com.pl

Okablowanie strukturalne budowane jest w oparciu o fizyczne połączenia w topologii *gwiazdy rozszerzonej* (czasami nazywanej *topologią drzewiastą*); punkty centralne gwiazd, nazywane **punktami dystrybucyjnymi**, połączone są **kablami szkieletowymi**, które transmitują dane pomiędzy urządzeniami (umieszczonymi w **ramach** lub **szafach dystrybucyjnych** tych punktów). Punkty dystrybucyjne i okablowanie szkieletowe stanowią rdzeń okablowania strukturalnego, które jest uzupełniane **kablami poziomymi** dostarczającymi połączenia do **gniazd abonenckich**. Wygodną modyfikację bieżącej konfiguracji połączeń w punktach dystrybucyjnych zapewniają **panele** oraz **kable krosowe** w szafach dystrybucyjnych – pozwalają one na zmianę podłączenia np. wybranego gniazda abonenckiego.

1.1 Elementy okablowania strukturalnego

Jak przedstawiono powyżej w systemach okablowania strukturalnego można wyróżnić kilka elementów, które realizują pewne wyodrębnione funkcje i w odniesieniu do których istnieją osobne wymagania i/lub zalecenia. Poniżej przedstawiono krótki opis podstawowych *elementów okablowania strukturalnego* (rysunek nr 1):

- **okablowanie pionowe** (szkieletowe) – kable lub światłowody łączące punkty dystrybucyjne sieci; okablowanie pionowe najczęściej umieszczone jest w pionach kablowych budynków;
- **punkty dystrybucyjne** – stanowią szafy (lub ramy) dystrybucyjne tworzące punkty centralne gwiazd całego systemu; wyróżnia się *główny punkt dystrybucyjny* (MDF – ang. *Main Distribution Frame*), czyli punkt centralny głównej gwiazdy topologii instalacji oraz *pośrednie punkty dystrybucyjne* (IDF – ang. *Intermediate Distribution Frame*); szafy punktów dystrybucyjnych są miejscem zbiegania się kabli pionowych i poziomych oraz służą do organizowania połączeń sprzętu sieciowego (aktywnego i pasywnego²) i okablowań;
- **okablowanie poziome** – kable łączące szafę punktu rozdzielczego z gniazdkiem abonenckim (punktem dostępowym);
- **gniazda abonenckie** (telekomunikacyjne punkty dostępowe) – zakończenie okablowania poziomego najczęściej w postaci dwóch gniazd RJ-45 (i ewentualnie dodatkowego gniazda światłowodowego); gniazda abonenckie pozwalają użytkownikom końcowym na dostęp do sieci okablowania strukturalnego;
- **połączenia systemowe oraz telekomunikacyjne** (innych budynków) – połączenia do systemów komputerowych dedykowanymi złączami i połączenia do innych budynków (najczęściej w postaci światłowodowej).

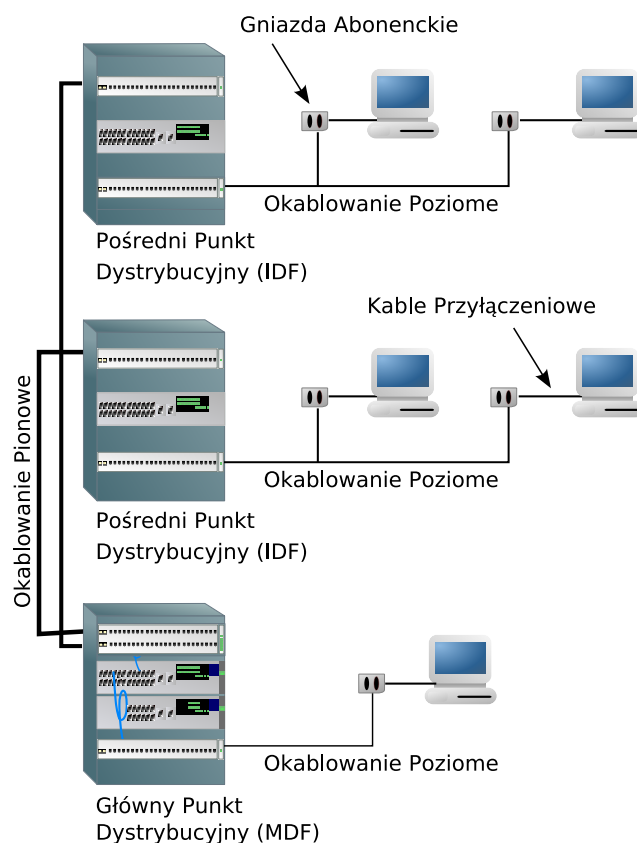
Istotną częścią każdej instalacji okablowania strukturalnego są *zakończenia projektowe* systemu; dotyczą one wyboru rodzajów kabli i ich parametrów, sekwencji połączeń poszczególnych żył kabla (np. dla skrętki cztero-parowej), określenia jakie normy będzie spełniała instalacja i jakie dodatkowe parametry (wymagania i/lub zalecenia) muszą być spełnione aby wykonane okablowanie strukturalne uznać za poprawne.

²Sprzęt aktywny stanowią wszystkie urządzenia techniczne technologii sieciowej; sprzęt pasywny to panele krosowe okablowania strukturalnego i inne połączenia.

Tab. 1: Minimalne promienie zgięcia kabli w odniesieniu do ich średnicy.

Kable miedziane:	UTP :: 4x	STP :: 6x
Kable światłowodowe:	ściśła tuba :: 10x	luźna tuba :: 20x

Rys. 1: Elementy okablowania strukturalnego.



1.2 Ogólne zalecenia dotyczące instalacji okablowania

Istnieją pewne zalecenia dotyczące instalowania okablowania strukturalnego, których przestrzegać należy w każdym warunkach; poniżej przedstawiono zalecenia podawane przez firmę *Molex PN* [2]:

- wprowadzanie i wyprowadzanie kabli do i z traktów kablowych powinno przebiegać pod kątem 90° , natomiast promienie zgięć kabli nie powinny przekraczać wartości minimalnych – tabela nr 1;
- kable biegnące w otwartej przestrzeni należy mocować co około 1,5m oraz należy stosować właściwe elementy podtrzymujące, np. rynny lub korytka; kable w otwartej przestrzeni powinny znajdować się w jednej płaszczyźnie, tzn. nie wolno ich np. owijać;
- kable instalowane nad sufitem podwieszonym powinny także być mocowane za pomocą właściwych elementów instalacyjnych, a nie spoczywać bezpośrednio na suficie podwieszonym;
- instalowane kable nie powinny być naprężone na żadnym odcinku przebiegu;

Tab. 2: Minimalne odległości od źródeł zakłóceń.

Rodzaj zakłócenia	Minimalna odległość
oświetlenie wysokonapięciowe	30 cm
przewody elektryczne 5kVA (lub więcej)	90 cm
transformatory i silniki	100 cm

- nie dopuszczalne jest używanie jakichkolwiek dodatkowych połączeń na trasie przebiegu kabla do gniazda abonenckiego; nie wolno stosować żadnych mostków czy złączy lutowanych;
- kable powinny być – w miarę możliwości – pogrupowane logicznie w celu ułatwienia ich ułożenia w panelu krosowym;
- instalacja kabli ekranowanych typu STP/FTP wymaga podłączenia drutu uziemiającego do właściwej szczeliny uziemiającej (!);
- kable powinny być oznaczone na obu końcach zgodnie z utworzoną dokumentacją;
- należy przestrzegać minimalnych odległości kabli od źródeł zakłóceń (np. transformatorów i oświetlenia wysokonapięciowego) i źródeł ciepła (np. grzejników) – tabela nr 2;
- możliwe jest prowadzenie kabli zasilających i sieciowych w jednym – wspólnym – korytku kablowym, pod warunkiem, że kable takie oddzielone są przegrodą i w kablach zasilających nie przekroczono 20A natężenia prądu o napięciu 240V (suma);
- ze względu na wartość parametru *NEXT* (patrz rozdział: 2.1) rozploty kabla na złączach IDC (dla kategorii 5) nie mogą być większe niż **12,5 mm** (!);
- maksymalny naciąg cztero-parowego kabla miedzianego (24 AWG³) UTP nie powinien przekroczyć 110N, a dla kabla STP 220N;
- rozkład komponentów w szafach punktów dystrybucyjnych powinien być zgodny z rozkładem przedstawionym na rysunku nr 2;
- co każde 48 portów w szafach dystrybucyjnych należy umieścić panel z wieszakiem (lub inny panel porządkujący przebiegi kablów) – wymóg firmy *Molex*;
- do tworzenia zabezpieczeń przeciwogniowych zaleca się stosowanie materiałów nie mechanicznych, takich jak kity, poduszki czy powłoki okręcane.

³**AWG** (ang. *American Wire Gauge*), wzorzec grubości przewodu używany do określania rozmiaru przewodu (im mniejsza średnica przewodu tym większe AWG).

Rys. 2: Rozkład elementów w szafach punktów rozdzielczych.



2 Normy telekomunikacyjne dla okablowania strukturalnego

Istnieje kilka różnych norm telekomunikacyjnych, które dotyczą systemów okablowania strukturalnego; normy te dostarczane są przez:

1. **Normy amerykańskie:** Electronic Industries Alliance (EIA)⁴; Telecommunication Industry Association (TIA)⁵;
2. **Normy europejskie:** European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)⁶;
3. **Normy międzynarodowe:** International Organization for Standardization (ISO)⁷; International Electrotechnical Commission (IEC)⁸.

2.1 Normy amerykańskie

- **EIA/TIA 568A** (ang. *Building Telecommunications Wiring Standards*) – dotyczy okablowania telekomunikacyjnego biurów; **568A-5** – dotyczy kategorii 5e oraz **568B.2-1** – dotyczy kategorii 6;
- **EIA/TIA 569** (ang. *Commercial Building Telecommunications for Pathways and Spaces*) – dotyczy traktów telekomunikacyjnych w budynkach;
- **EIA/TIA 606** (ang. *The Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Building*) – obejmuje zagadnienia związane z administracją infrastruktury w budynkach biurowych;
- **EIA/TIA 607** (ang. *Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for telecommunication*) – określa wymagania dotyczące uziemień w biurach i innych budynkach;

⁴<http://www.eia.org>

⁵<http://www.tiaonline.org>

⁶<http://www.cenelec.org>

⁷<http://www.iso.org>

⁸<http://www.iec.ch>

Tab. 3: Sekwencja 568B.

T2	R2	T3	R1	T1	R3	T4	R4
biało-pomarańczowy	pomarańczowy	biało-zielony	niebieski	biało-niebieski	zielony	biało-brązowy	brązowy

Tab. 4: Sekwencja stosowana przy rozszywaniu przewodów na złączu KATT.

biało-niebieski	niebieski	biało-pomarańczowy	pomarańczowy	biało-zielony	zielony	biało-brązowy	brązowy
-----------------	-----------	--------------------	--------------	---------------	---------	---------------	---------

- **TSB 67** (ang. *Transmission Performance Specification for Field Testing of Unshielded Twisted-Pair Cabling System*) – biuletyn dotyczący pomiarów wykonywanych na systemach okablowania strukturalnego;
- **TSB 72** (ang. *Centralized Optical Fiber Cabling Guidelines*) – biuletyn rozszerzający wprowadzający scentralizowane okablowanie światłowodowe;
- **TSB 75** (ang. *Additional Horizontal Cabling for Open Offices*) – biuletyn wprowadzający nowe elementy i rozwiązania okablowania poziomego dla biur o tzw. “zmiennej aranżacji wnętrza”.

Norma EIA/TIA 568A (w jej skład wchodzi także biuletyny: TSB 36, TSB 40 i TSB 40A) zawiera między innymi: całościowy opis elementów (i ich układu) systemów okablowania strukturalnego, wymagania w odniesieniu do parametrów kabli – pionowych i poziomych – oraz charakterystykę i specyfikację złącz. Norma ta wprowadza – powszechnie używane – kategorie kabli i złącz :

- **kategoria 3:** do 16 MHz (m.in. przesyłanie głosu, 10BaseT, 4 Mbps Token Ring, RS 232);
- **kategoria 4:** do 20 MHz (10BaseT, 16 Mbps Token Ring);
- **kategoria 5:** do 100 MHz (m.in. 100BaseT, ATM 155);
- **kategoria 5e:** do 100 MHz (1000BaseT) – EIA/TIA 568A-5;
- **kategoria 6:** do 250 MHz – EIA/TIA 568B.2-1.

Istnieją dwie sekwencje połączeń par przewodów definiowane przez EIA/TIA:

- **568A:** sekwencja używana w międzynarodowym standardzie ISDN, pary 2 i 3 są zamienione w stosunku do sekwencji 568B, pary 1 i 2 są zgodne z USOC⁹;
- **568B:** najbardziej znana sekwencja połączenia, określana także jako 258A; pary 2 i 3 są zamienione w stosunku do 568A – tabela nr 3.

Tabela nr 4 przedstawia sekwencję stosowaną przy rozszywaniu przewodów na złączu KATT. Najczęściej do określania jakości kabli używa się następujących parametrów:

- **NEXT** (ang. *Near End Crosstalk*): **przesłuch zbliżony** to stosunek mocy podawanej na jednej parze kabla UTP do mocy mierzonej (po tej samej stronie, po której podawany jest sygnał) – zaindukowanej – w innej, sąsiedniej parze tego kabla; zgodnie z normą (TSB 67) NEXT musi być mierzony w obie strony;
- **FEXT** (ang. *Far End Crosstalk*): **przesłuch na odległym końcu** to zakłócenie (NEXT) mierzone na przeciwnym końcu kabla niż sygnał podawany (wywołujący zakłócenie);

⁹USOC – początkowo standard gniazda modularnego, a ostatnio termin określający jedną z sekwencji połączeń.

Tab. 5: Maksymalne długości odcinków kablowych.

Odcinek kablowy	Długość
Kabel pionowy :: 100 Ω UTP/STP	90 m
Kabel pionowy :: 150 Ω STP	90 m
Światłowód w okablowaniu pionowym :: MM	2000 m
Światłowód w okablowaniu pionowym :: SM	3000 m
Kabel poziomy (pomiędzy panelem a gniazdem) – dotyczy także światłowodu	90 m
Kabel przyłączeniowy (pomiędzy gniazdem a stacją roboczą)	nie więcej niż 3 m
Kabel krosowy i kabel przyłączeniowy (łącznie)	10 m

- **ELFEX:** to różnica pomiędzy *przesłuchem na odległym końcu* i *przesłuchem zbliżonym*, czyli FEXT – NEXT;
- **PowerSum NEXT (PSNEXT):** stosunek poziomu sygnału indukowanego w danej parze od sumy sygnałów pochodzących od wszystkich pozostałych par przewodu:

$$PowerSumNEXT(P1) = 10\text{Log}_{10}\left(10^{\frac{NEXT(P2)}{10}} + 10^{\frac{NEXT(P3)}{10}} + 10^{\frac{NEXT(P4)}{10}}\right)$$

gdzie: PX oznacza numer pary;

- **tłumienie** (ang. *attenuation*): spadek poziomu mocy sygnału w miarę jego propagacji w przewodzie instalacji (zależny m.in. od częstotliwości); maksymalne dopuszczalne tłumienie dla kanału przesyłu danych zazwyczaj wynosi -20 dB;
- **opóźnienie wzajemne par** (ang. *delay skew*): określana – najczęściej – w nanosekundach różnica pomiędzy czasami propagacji sygnału w “najwolniejszej” i “najszybszej” parze kabla;
- **ACR** (ang. *Attenuation to Crosstalk Ratio*): stosunek tłumienia do przesłuchu wyrażany w dB.

Normy EIA/TIA określają także maksymalne długości wszystkich odcinków kablowych systemów okablowania strukturalnego – tabela 5.

Norma EIA/TIA 569 dotyczy traktów kablowych, ale określa także wymagania odnośnie m.in. właściwego oświetlenia punktów dystrybucyjnych, wielkości tych punktów i rozmiarów pomieszczeń, w których one się znajdują. Zgodnie z tą normą:

- zmiana kabla z zewnętrznego na wewnętrzny musi nastąpić nie dalej niż ≈ 15 m (50 stóp) od wejścia do budynku;
- kable mają być zakopywane na głębokość co najmniej ≈ 60 cm (24 cale);
- maksymalna odległość kabla pomiędzy uchwytami podtrzymującymi poziomymi wynosi $1,2 \div 1,5$ m ($48 \div 50$ cali).

Biuletyny TSB (ang. *Telecommunications Systems Bulletin*) wprowadzają pewne nowe elementy do systemów okablowania strukturalnego, które odpowiadają wymaganiom stawianym przez nowe rozwiązania techniczne i technologiczne. Biuletyn TSB 75 umożliwia stosowanie nowych rozwiązań dla budynków, w których stanowiska robocze są zestawione razem (lub w bardzo niewielkiej odległości) i duże przestrzenie biurowe odgródzone są np. przepierzeniem. TSB 75 umożliwia stosowanie tzw. **MUTO** (ang. *Multi User Telecommunication Outlet*) – **punkt abonencki dla wielu użytkowników** – oraz pozwala na redukcję okablowania poziomego poprzez stosowanie kabli wielo-parowych (np. 25 parowych kat. 5). Dodatkowo umożliwia się stosowanie dodatkowego punktu połączenia w części poziomej okablowania, tzw. **punkt konsolidacyjny**, który jest

Tab. 6: Skalowanie długości odcinków okablowania poziomego i obszaru roboczego (TSB 75).

Maksymalna długość okablowania poziomego	Maksymalna długość kabli obszaru roboczego	Maksymalna długość kabli obszaru roboczego i kabli krosowych (suma)
90 m	3 m	10 m
85 m	7 m	14 m
80 m	11 m	18 m
75 m	15 m	22 m
70 m	20 m	27 m

połączeniem mechanicznym (nie administracyjnym! – nie wolno dokonywać w tym punkcie krosowań) kabli 1 do 1. Zgodnie z tym biuletynem istnieje możliwość skalowania długości odcinków okablowania poziomego i obszaru roboczego, tak jak to pokazano w tabeli nr 6.

Biuletyn TSB 72 dotyczy okablowania światłowodowego i pozwala na realizację systemu okablowania strukturalnego, w którym wszystkie urządzenia aktywne umieszczone są w głównym punkcie dystrybucyjnym (MDF) a wszystkie punkty dostępne łączone są z nimi przy użyciu światłowodów. Możliwe są trzy realizacje tego rozwiązania: połączenia bezpośrednie (ang. *pull-thru*), połączenie przy użyciu złącza stałego (ang. *thru-splice*) oraz przy użyciu pośredniego punktu panelu krosowego (ang. *thru-connect*). Zgodnie z TSB 72 maksymalna długość kabla światłowodowego (wielomodowego) od głównego punktu dystrybucyjnego do gniazda abonenckiego wynosi 300 m.

2.2 Normy międzynarodowe i europejskie

- **ISO/IEC 11801** (ang. *Generic Cabling for Customer Premises*) – okablowanie strukturalne budynków (odpowiednik kategorii nr 5);
- **ISO/IEC 11801 2nd Edition** – odpowiednik kategorii nr 6;
- **EN 50173** (ang. *Generic Cabling System*) – dotyczy okablowania strukturalnego w budynkach (oraz EN 50167 – obejmuje okablowanie poziome, EN 50168 – obejmuje okablowanie pionowe, EN 50169 – obejmuje kable krosowe i kable obszaru roboczego).

Norma europejska EN 50173 opracowana przez CENELEC TC 115 i zatwierdzona w roku 1995 nie posługuje się kategoriami okablowania, ale wprowadza własne klasy:

- **klasa A:** dotyczy zakresu do 100 kHz;
- **klasa B:** dotyczy zakresu do 1 MHz;
- **klasa C:** dotyczy zakresu do 16 MHz (odpowiednik kategorii 3);
- **klasa D:** dotyczy zakresu do 100 MHz (odpowiednik kategorii 5/5e);
- **klasa optyczna:** dotyczy zakresu od 10 MHz

(brak klasy odpowiadającej kategorii 4); zapowiadane jest także pojawienie się klas E (do 250 MHz) i F (do 600 MHz).

Do najważniejszych wskazań normy EN 50173 należą:

- zaleca się co najmniej jeden punkt dystrybucyjny na każde piętro;
- zaleca się co najmniej jeden punkt dystrybucyjny na każde 1000 m² powierzchni;

Tab. 7: Maksymalne długości odcinków okablowania pionowego według normy EN 50173.

Od	Do	Maksymalna długość odcinka
CD (ang. <i>Campus Distributor</i>)	BD (ang. <i>Building Distributor</i>)	1500 m
BD (ang. <i>Building Distributor</i>)	FD (ang. <i>Flor Distributor</i>)	500 m
CD (ang. <i>Campus Distributor</i>)	FD (ang. <i>Flor Distributor</i>)	2000 m

- przy małym nasyceniu piętra punktami dostępowymi dopuszcza się podłączenie tych punktów do punktu dystrybucyjnego na sąsiednim piętrze;
- wskazuje się, że często stosowanym rozwiązaniem jest jeden punkt dostępowy (2xRJ-45) na każde 10 m² powierzchni;
- do drugiego gniazda punktu dostępowego można doprowadzona skrętkę lub światłowód;
- w jednej linii nie wolno stosować kabli miedzianych o różnych impedancjach oraz kabli światłowodowych o różnych średnicach rdzenia;
- w torze okablowania pionowym można stosować co najwyżej dwa punkty rozdzielcze połączone hierarchicznie;
- w przypadku bardzo rozległych instalacji dopuszcza się podział całości na mniejsze obszary, które spełniają wymagania dotyczące maksymalnych długości okablowania;
- maksymalna długość kabli części pionowej wynosi 2000 m (ta długość może być nie dostępna dla wszystkich rodzajów kabli!), z czego maksymalnie 500 m może być okablowaniem wewnętrznym; maksymalne długości dla odpowiednich odcinków w tej części okablowania przedstawia tabela nr 7.

3 Dokumentacja

Częścią każdej wykonanej instalacji systemu okablowania strukturalnego powinna być jej dokumentacja. Kompletna i prawidłowo wykonana dokumentacja po-wykonawcza powinna zawierać następujące elementy (wymagane w przypadku ubiegania się o gwarancję firmy *Molex* [2]): informacje ogólne, normy i zalecenia techniczne, ogólna struktura okablowania, okablowanie pionowe, okablowanie poziome, opis komputerowej instalacji zasilającej (opcjonalnie), punkty dystrybucyjne, testowanie systemu, opis sposobu oznaczania przebiegów poziomych, specyfikacja materia-łowa zastosowanych komponentów systemu, wyniki pomiarów oraz rysunki i schematy.

3.1 Elementy dokumentacji systemu okablowania strukturalnego

1. **Informacje ogólne:** przedmiot opracowania, dokładny adres obiektu, nazwisko admini-stratora i informatyka odpowiedzialnego za sieć, przyjęte założenia projektowe.
2. **Normy i zalecenia techniczne.**
3. **Ogólna struktura okablowania:** główne elementy systemu i ich specyfikacja techniczna, struktura sieci, ogólny opis rozwiązania, sekwencja i polaryzacja połączeń.
4. **Okablowania pionowe:** struktura okablowania pionowego, rodzaj zastosowanych elemen-tów, szczegółowy opis rozwiązania.

5. **Okablowanie poziome:** struktura okablowania poziomego, rodzaj punktów przyłączeniowych, opis przebiegów kablowych, charakterystyka systemów korytowych, opis sposobu uziemienia.
6. **Opis komputerowej instalacji zasilającej.**
7. **Punkty dystrybucyjne:** opis głównego punktu dystrybucyjnego (MDF), opis pośrednich punktów dystrybucyjnych (IDF).
8. **Testowanie systemu:** rodzaj użytego sprzętu i sposób wykonywania testów.
9. **Opis sposobu oznaczania przebiegów poziomych:** numeracja punktów dostępowych, identyfikacja kabla.
10. **Specyfikacja materiałowa zastosowanych komponentów systemu:** symbole elementów, ich nazwy i wykorzystane ilości.
11. **Wyniki pomiarów.**
12. **Rysunki i schematy:** schematy rozmieszczenia i numeracji gniazd w panelach, schematy połączeń między punktami dystrybucyjnymi, schematy punktów dystrybucyjnych z istniejącą zabudową panelową, schematy poszczególnych kondygnacji w formie podkładów budowlanych lub uproszczonych planów zawierających:
 - rozmieszczenie i numerację gniazd;
 - przebiegi tras kablowych;
 - przebiegi dedykowanej instalacji elektrycznej (opcjonalnie);
 - przebicia pomiędzy piętrami,
 - usytuowanie punktów dystrybucyjnych,
 - numerację pomieszczeń,
 - legendę objaśniającą zastosowaną symbolikę znaków graficznych.

4 Dodatek A – gwarancje firmy Molex

Firma *Molex PN* udziela następujące rodzaje gwarancji [2]:

- dla *użytkownika końcowego* i *nieautoryzowanego instalatora Molex* – brak gwarancji na system, roczna gwarancja na elementy systemowe;
- dla *partnerów Molex PN* – brak gwarancji na system, 25 letnia gwarancja na elementy systemowe;
- dla *certyfikowanych instalatorów Molex PN* – 25 letnia gwarancja na system certyfikowany, 25 letnia gwarancja na elementy, 25 letnia gwarancja na aplikacje.

Literatura

- [1] Breton Ch., *Projektowanie Sieci Wieloprotokółowych*, Wydawnictwo EXIT, 1998 r.
- [2] Molex PN, *Podręcznik Instalatora Systemu Okablowania Strukturalnego Molex Premise Networks*, 2000 r.
- [3] Spurgeon Ch.E., *Ethernet. Podręcznik Administratora*, Wydawnictwo RM, 2000 r.

[4] Tanenbaum A.S., *Computer Networks*, Prentice-Hall International, Inc. , 2003 r.

[5] *Vademecum Teleinformatyka I i II*, IDG Poland, 2002 r.

Proszę zapoznać się także z materiałami firmy Molex:

- podręcznik: *Podręcznik Instalatora Systemu Okablowania Strukturalnego Molex Premise Networks*, 2000 r.,
- główna strona internetowa: <http://www.molexpn.com.pl>,
- katalog produktów: <http://www.molexpn.com.pl/products/>,
- materiały: <http://www.molexpn.com.pl/products/white.html>.