



# Media transmisyjne

23 października 2014

Mirosław Juszcak,  
<http://juszczak.net.pl>

97

## Media transmisyjne



Komunikacja w środowiskach sieci LAN i WAN wymaga zastosowania odpowiedniego medium transmisyjnego.

Dostępne są dwa rodzaje mediów dla transmisji danych:

- media przewodowe  
obejmują przewody metalowe (miedziane, aluminiowe, itp.) oraz światłowody
- media bezprzewodowe  
odnoszą się do transmisji sygnałów przy użyciu fal radiowych

## Media transmisyjne



Podstawowe typy kabli używanych do transmisji przewodowej danych, to:

- kabel prosty (straight cable)
- skrętka (twister-pair cable)
- kabel koncentryczny (coaxial cable)
- kabel światłowodowy (fibre-optic cable)

Zauważmy, że trzy media z grupy mediów przewodowych oparte są na *kablu miedzianym* i jedna na *kablu światłowodowym*.

Zanim zajmiemy się szczegółami dotyczącymi charakterystyki poszczególnych mediów, omówimy ogólne własności kabli (miedzianych i światłowodowych) oraz poznamy charakterystyki kabla miedzianego.

## Media transmisyjne



### **Kabel miedziany (ogólne własności)**

1. jest to stosunkowo proste i dobrze dopracowane rozwiązanie.
2. Posiada on jednak różne charakterystyki elektryczne, ograniczające jego zastosowanie, np.:
  - a) miedź stawia opór przepływowi elektronów – wynika stąd ograniczenie co do długości kabla,
  - b) miedź wypromieniowuje energię w postaci sygnałów – sygnały te mogą być monitorowane,
  - c) miedź jest wrażliwa na promieniowanie zewnętrzne – wynikiem tego jest możliwość powstawania zakłóceń.

## Media transmisyjne



### **Kabel światłowodowy (ogólne własności)**

1. W przeciwieństwie do miedzi kabel światłowodowy transmituje sygnały świetlne (fotony) wzdłuż rdzenia wykonanego z czystego dwutlenku krzemu, który jest bardzo przejrzysty (wykonane z niego okno o grubości 5km nie zakłócałoby widoku).
2. Zapewnia więc szybką transmisję i jest wykorzystywany na dużych odległościach,
3. Nie wytwarza żadnej emisji na zewnątrz kabla i jest odporny na promieniowanie zewnętrzne – jest więc stosowany także w miejscach szczególnie narażonych na niebezpieczeństwo.

## Media transmisyjne



**Kable sieciowe** muszą posiadać także dodatkowe cechy:

1. odporność na ogień – zgodnie z przepisami NEC (National Electric Code) przewody pomiędzy sufitem a następnym piętrem lub dachem powinny być umieszczone w metalowych kanałach lub spełniać lokalne zabezpieczenia ppoż.
2. podczas działania ognia nie powinny wytwarzać niebezpiecznych oparów – zwykle kable posiadają płaszczce PCV natomiast kable prowadzone pomiędzy piętrami mają płaszczce wykonane z fluoropolimerów, takich jak Teflon firmy DuPont.

## Media transmisyjne

### Charakterystyka elektryczna kabla miedzianego



**Dane binarne** transmitowane są wzdłuż kabli miedzianych przez podawanie napięcia na jednym końcu i odczytu tego napięcia na końcu drugim. Taki stan reprezentuje napięcie wysokie czyli „1” lub niskie czyli „0”.

**Kabel miedziany** charakteryzuje się pewnymi cechami, które mogą powodować zakłócenia i przekłamania:

- tłumienie
- pojemność
- opóźnienia
- szumy

**Poziom tych zakłóceń** jest różny w zależności od użytego materiału oraz może być zredukowany przez stosowanie odpowiednich technik.

**Zależność zakłóceń** od długości kabla jest wprost proporcjonalna – im kabel jest dłuższy, tym większe jest prawdopodobieństwo wystąpienia zakłóceń.

Ponadto zwiększanie częstotliwości sygnału, czyli przyspieszanie transmisji danych, wymaga także zmniejszenia długości kabla.

## Media transmisyjne

### Charakterystyka elektryczna kabla miedzianego



#### Tłumienie (attenuation)

- Sygnał przesyłany na duże odległości podlega tłumieniu, co jest równoznaczne ze zmniejszeniem jego mocy (amplitudy).
- Tłumienie może także powstawać przez przerwy lub uszkodzenia kabli.
- Słaby sygnał jest powodem jego złej interpretacji lub braku interpretacji przez urządzenie odbiorcze. Jest to powodem występowania błędów co powoduje konieczność powtórzenia transmisji i zmniejsza wydajność sieci.
- Tłumienie mierzone jest w decybelach (dB). Każde 3dB oznaczają stratę połowy mocy (amplitudy) sygnału.

Aby zwiększyć moc sygnału podczas przesyłania na duże odległości, czyli zmniejszać ograniczenia co do długości kabla stosuje się wzmacniacze lub wzmacniaki (repeater).

Tłumienie mierzy się przy pomocy urządzeń nadających sygnał o znanej mocy na jednym końcu kabla i mierzących ten sam sygnał na drugim końcu.



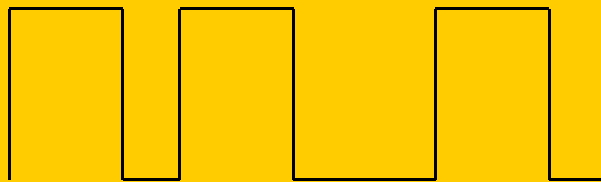
# Media transmisyjne

## Charakterystyka elektryczna kabla miedzianego



Efekt strat w sygnale pod wpływem tłumienia:

Sygnał nadany



Sygnał odebrany

+V

-V



## Media transmisyjne

### Charakterystyka elektryczna kabla miedzianego



#### Pojemność (capacitance)

- Pojemność określa zdolność materiału do przechowywania ładunku elektrycznego.
- Stanowi miarę ilości energii jaką może przechowywać kabel i jego izolacja.
- Kable miedziane posiadają pojemność, która może zakłócać sygnały w wyniku przechowywania energii poprzedniego bitu sygnału.
- Bliskość kabli w wiązce również związana jest z występowaniem pojemności.
- Testery kabli mogą wyznaczyć pojemność w celu określenia czy kabel nie jest zaplątany lub rozciągnięty.
- Cały kabel posiada znaną pojemność mierzoną w pikofaradach (pF).
- Skrętka stosowana w okablowaniu sieciowym ma pojemność 17-20 pF.

## Media transmisyjne

### Charakterystyka elektryczna kabla miedzianego



#### Impedancja i opóźnienia

- Sygnał złożony ze składowych o różnych częstotliwościach jest podatny na uleganie opóźnieniom spowodowanym przez *impedancję*, czyli *rezystancję* zmieniającą się razem z częstotliwością.
- Impedancja może powodować, że sygnały o różnych częstotliwościach nie będą docierały do odbiornika jednocześnie – będą ulegały opóźnieniom.
- Jeśli częstotliwość zwiększa się w celu przyspieszenia transmisji, efekt opóźnień również się intensyfikuje – może to doprowadzić do sytuacji, gdy odbiornik nie jest w stanie zinterpretować docierających do niego danych.
- Rozwiązaniem problemu opóźnień spowodowanych impedancją może być skrócenie kabla oraz zmniejszenie częstotliwości (spowolnienie transmisji).
- Pomiar impedancji może być pomocny w wykrywaniu uszkodzeń kabla i wadliwych połączeń.

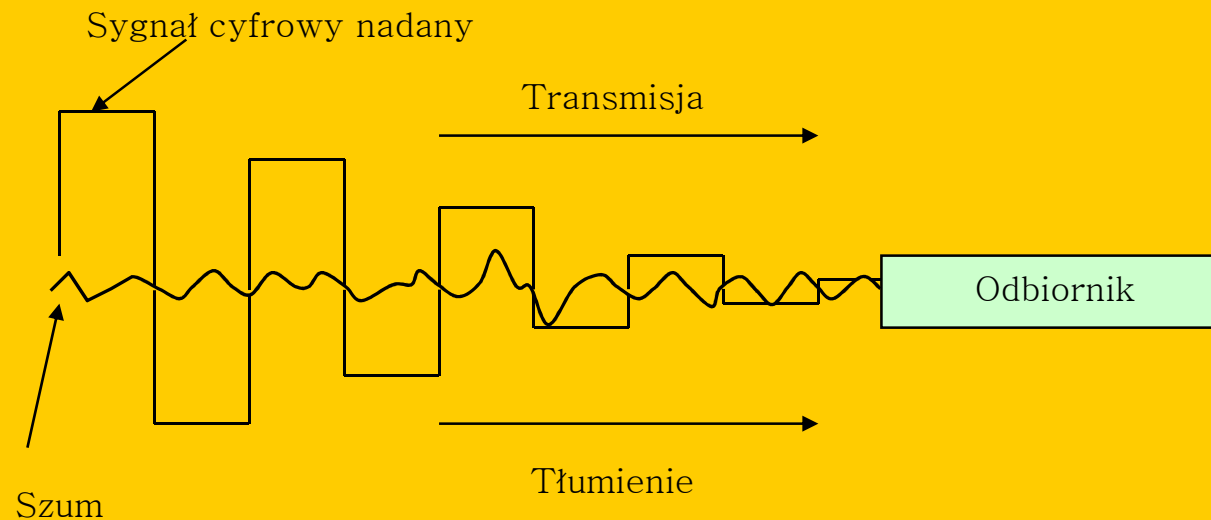
# Media transmisyjne

## Charakterystyka elektryczna kabla miedzianego



### Szumy

- Linie transmisyjne wprowadzają pewną ilość szumów tła, generowanych przez źródła zewnętrzne, nadajnik oraz linie sąsiednie.
- Szum ulega nałożeniu na transmitowany sygnał i zakłóca go.
- Nawet, jeśli szum jest niewielki, to efekt jego występowania jest potęgowany przez efekt tłumienia sygnału - jak pokazano na poniższym rysunku, pomimo że sygnał przy nadajniku jest większy od poziomu szumu, to przy odbiorniku poziomy te są równoważne.



## Media transmisyjne

### Charakterystyka elektryczna kabla miedzianego



#### Szumy c.d.

- Szum otoczenia w obwodach cyfrowych jest generowany przez oświetlenie jarzeniowe, silniki, kuchenki mikrofalowe oraz wyposażenie biurowe takie jak komputery, telefony i kopiarki.
- Przydatność przewodu można określić testując szumy i przesłuchy.
- Aby określić poziom przesłuchu, podaje się znany sygnał i mierzy przesłuchy na kablach sąsiednich.
- Jeśli szum stanowi problem w pewnych obszarach, można kabel poprowadzić z dala od źródeł zakłóceń albo zastosować kabel ekranowany lub światłowód.

## Media transmisyjne

### Charakterystyka elektryczna kabla miedzianego



#### Indukcyjność (inductance)

Indukcyjność pojawia się podczas przepływu elektronów w dwóch sąsiadujących przewodnikach metalowych. Pod wpływem przepływającego prądu wytwarza się pole magnetyczne, które może generować zakłócenia w dwóch sąsiednich przewodach.

Największym problemem związanym ze zjawiskiem indukcyjności jest problem przesłuchu zbliżonego (near-end crosstalk), inaczej NEXT. Występuje on w pobliżu nadajnika i wytwarza zakłócenia wpływające zazwyczaj na sygnały sąsiednich linii odbiornika.

Podstawowym sposobem eliminacji tego zjawiska jest stosowanie skrętki.

Skręcanie par przewodów powoduje znoszenie się generowanych przez indukcję ładunków dodatnich i ujemnych w kablu.



# Typy kabli

## Media transmisyjne - typy kabli



Kabel prosty (straight cable)



Izolator

Przewód miedziany

Kabel płaski



## Media transmisyjne - typy kabli



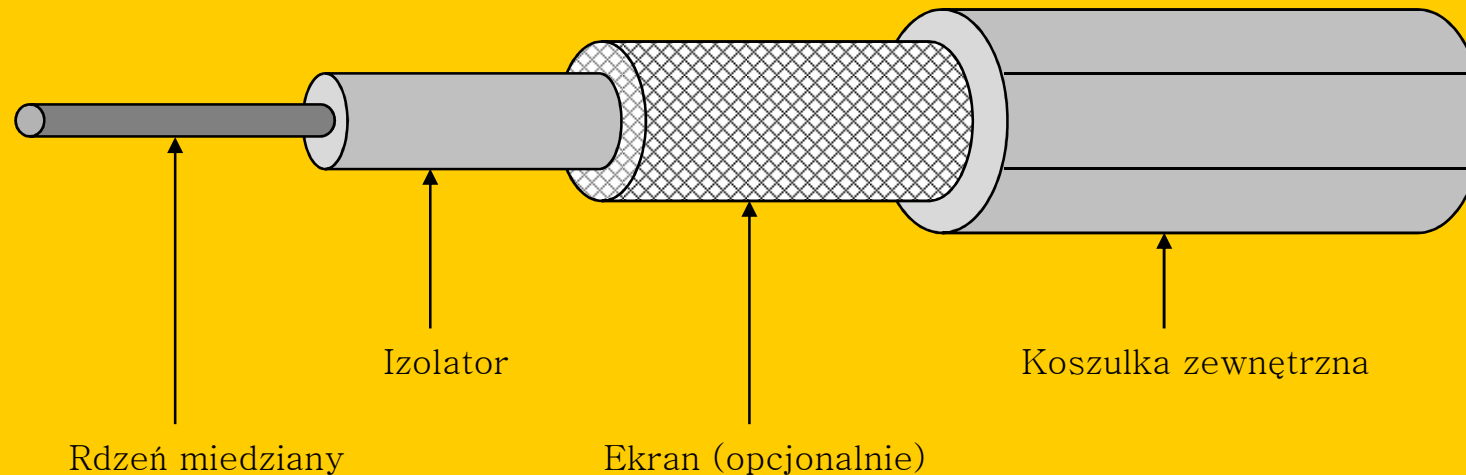
Kabel prosty (straight cable)  
cechy:

1. Najprostszy typ kabla.
2. Zbudowany jest z przewodów miedzianych otoczonych izolatorem.
3. Kable wykonane są jako wiązki przewodów lub płaskie taśmy i służą do łączenia różnych urządzeń peryferyjnych na krótkich dystansach.
  - a. Przykładem połączenia takimi taśmami mogą być wewnętrzne napędy dysków. Jest to kabel płaski z wieloma równoległe prowadzonymi przewodami służącymi do transmisji.

## Media transmisyjne - typy kabli



### Kabel koncentryczny (coaxial cable)



Kabel koncentryczny

Kabel koncentryczny zbudowany jest z litego miedzianego przewodu (rdzenia), otoczonego izolacją, ewentualnym wspólnym przewodem ekranującym i uziemiającym oraz zewnętrzną koszulką ochronną.

## Media transmisyjne - typy kabli



### **Kabel prosty (straight cable) główne typy:**

- RG58A/U – kabel 50-omowy, stosowany w sieciach Ethernet 10Base2 („cienki Ethernet”). Przekłada się to na szybkość rzędu 10Mbps dla odległości do 185m.
- RG59/U – kabel typu CATV, stosowany w sieciach TV-kablowych (kabel 75-omowy)
- RG-62/U – kabel 93-omowy, stosowany w sieciach ARCNET i do podłączania terminali IBM 3270.

## Media transmisyjne - typy kabli



### Porównanie „koncentryka” ze skrętka:

- Kable koncentryczne mają większy zasięg (185m dla Ethernet 10Base2) niż skrętka (ok. 100m).
- Skrętka jest tańsza.
- Skrętka jest łatwiejsza w instalacji.
- Ekranowanie kabla koncentrycznego zabezpiecza kabel przed wpływem sygnałów zewnętrznych.
- Obecnie najnowsze technologie skrętki pozwalają na uzyskiwanie szybkości transmisji znacznie większych niż możliwe do osiągnięcia przy użyci kabla koncentrycznego (Np. 100Mbps. 1Gbps).
- Na obu końcach kabla koncentrycznego musi być zainstalowany terminator, dodatkowo kabel wymaga pojedynczego uziemienia.
- W przypadku większych sieci opartych na kablu koncentrycznych istnieje zagrożenie nieumyślnego zamontowania więcej niż jednego punktu uziemienia, co powoduje szumy i zagrożenie porażeniem elektrycznym.
- Nowoczesne systemy okablowania strukturalnego wymagają skrętki do transmisji danych.

## Media transmisyjne - typy kabli



### Skrętka (twisted-pair cable)

- Skrętka dwużyłowa to kabel zbudowany z dwóch przewodów o miedzianym rdzeniu otoczonych izolacją, przewody są ze sobą splecione.
- Skręcenie równoważy promieniowanie elektromagnetyczne (zwane EMI), na jakie narażony jest każdy z przewodów.
- Tak skręcone dwa przewody stanowią obwód zrównoważony.
- Grubość przewodu wpływa na jego sprawność. Potencjalnie większa średnica kabla określa szersze pasmo komunikacji i większą długość maksymalną kabla.
- Wadą jest to, że wraz ze wzrostem szerokości pasma rosną także własności tłumienia.
- Konieczne jest zatem zrównoważenie długości kabla i występującego tłumienia.
- Określenie takiej równowagi jest jednym z istotnych punktów specyfikacji warstwy fizycznej.
- W sieciach LAN stosuje się przeważnie skrętkę złożoną z 4 par skręconych przewodów połączonych razem i osłoniętych koszulką z PCV lub teflonu.

## Media transmisyjne - typy kabli



### Skřętka (twisted-pair cable) c.d.

#### UWAGA:

Dwa proste (nie skręcone) przewody miedziane zbliżonej średnicy to

**antena**

antenę przechwytyją a nie zachowują promieniowanie elektromagnetyczne.

skrętkę jest podstawowym medium w standardzie TIA/EIA-568-A okablowania strukturalnego.

Standard ten definiuje różne typy kabli oraz specyfikuje ogólny projekt systemu okablowania.

Dwoma najczęściej stosowanymi rodzajami skrętek ośmiożyłowych są ekranowana i nieekranowana.

## Media transmisyjne - typy kabli



### Skrętka ekranowana (STP) i nieekranowana (UTP)

Ekranowana skrętka dwużyłowa (STP – shielded twisted pair) ma dodatkową warstwę folii lub metalowego przewodu oplatającego przewody. Taki ekran występuje bezpośrednio pod koszulką kabla.

Taki rodzaj skrętki ma swoje wady i zalety

## Media transmisyjne - typy kabli



### Skęćka ekranowana (STP) i nieekranowana (UTP)

wady i zalety:

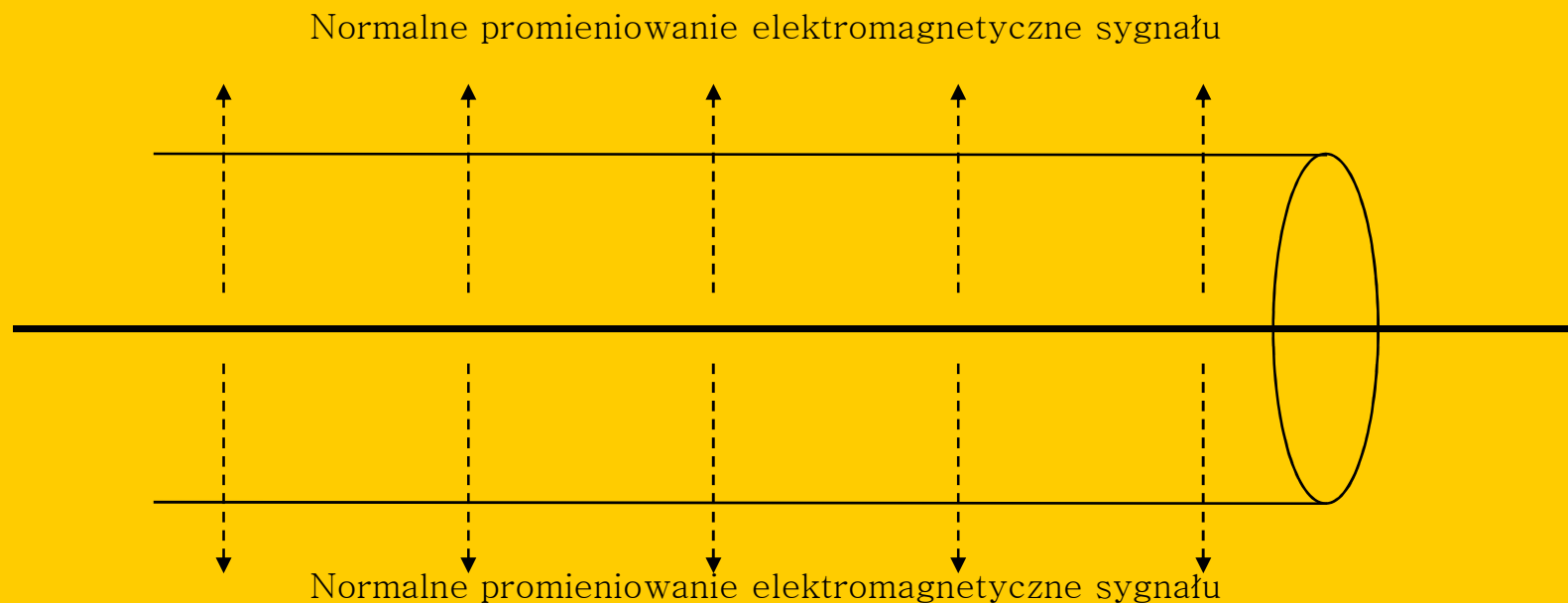
1. Można je stosować w środowiskach podatnych na zakłócenia elektromagnetyczne i zakłócenia częstotliwościami radiowymi.
2. Podczas przesyłania sygnału wytwarzane jest jednak dodatkowe promieniowanie elektromagnetyczne powodujące zakłócenia. Jest to wynikiem tego, że ekran chroni przed promieniowaniem zewnętrznym, ale zatrzymuje także promieniowanie wewnętrzne, czyli promieniowanie indukowane wytwarzane przez przewód podczas przesyłania przez niego sygnału. Promieniowanie to zostaje odbite przez ekran i kieruje się z powrotem do przewodu miedzianego, co może powodować uszkodzenie przesyłanego sygnału. Opis tej sytuacji przedstawia dalszy rysunek n kolejnych slajdach.
3. Skęćka ekranowana zapewnia jednak ochronę przed przesłuchami ze środowiska zewnętrznego.
4. Skęćka nieekranowana UTP (Unshielded Twisted-Pair) jest stosowana często także w sieciach telefonicznych.



## Media transmisyjne - typy kabli



### Skłętka ekranowana (STP) i nieekranowana (UTP) c.d.



## Media transmisyjne - typy kabli



### Skrętka – sposoby wyprowadzeń

1. Skrętka dwużyłowa niezależnie od jej typu używa odrębnych przewodów dla wyprowadzeń dodatnich i ujemnych, oddzielnie dla funkcji wysyłania i odbioru. Dwa urządzenia muszą uzgodnić, które nadaje, a które odbiera sygnał. Jest więc możliwe złe zarobienie wyprowadzeń.
2. W sytuacji połączenia urządzeń postaci komputer-koncentrator, które mają być połączone bezpośrednio, mają one zazwyczaj odpowiadające sobie interfejsy, które udostępniają funkcje **krzyżowania**. W takiej sytuacji można łączyć te urządzenia przy pomocy kabla ośmiożyłowego, którego przewody nie krzyżują się (nie występuje krosowanie), czyli tzw. **kabla prostego** (1:1).

## Media transmisyjne - typy kabli

### Skrętka – sposoby wyprowadzeń c.d.



Schemat połączenia dwóch interfejsów urządzeń, komunikacyjnego (np. porty koncentratora) i końcowego (np. karta sieciowa komputera) za pomocą kabla prostego: (DCE, DTE to urządzenia końcowe i terminale danych)

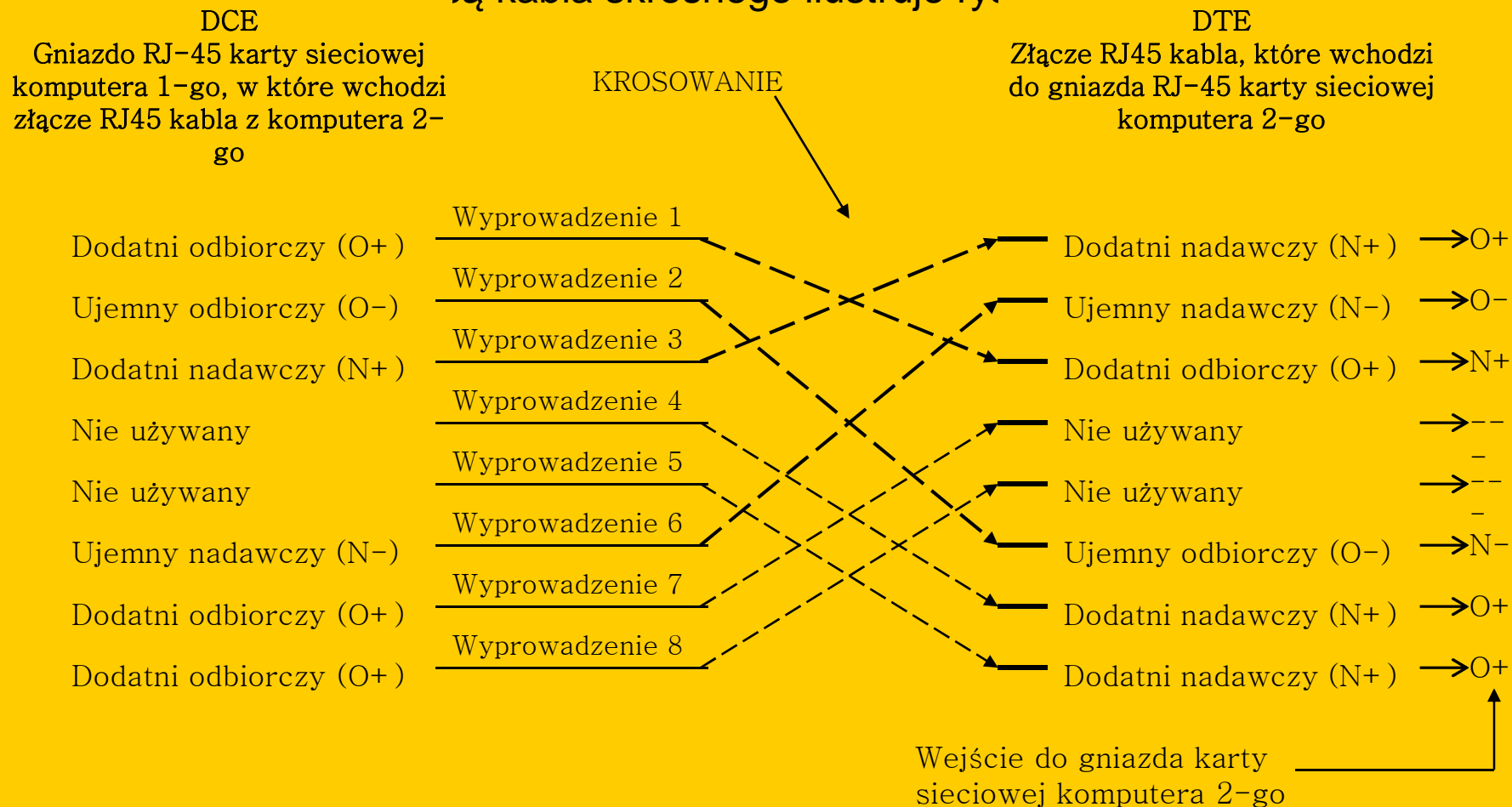
DCE np. gniazdo RJ45 w porcie koncentratora		DTE np. złącze RJ45 kabla łączącego port komputera
	Wyprowadzenie 1	
Dodatni odbiorczy (O+)	_____	Dodatni nadawczy (N+)
	Wyprowadzenie 2	
Ujemny odbiorczy (O-)	_____	Ujemny nadawczy (N-)
	Wyprowadzenie 3	
Dodatni nadawczy (N+)	_____	Dodatni odbiorczy (O+)
	Wyprowadzenie 4	
Nie używany	_____	Nie używany
	Wyprowadzenie 5	
Nie używany	_____	Nie używany
	Wyprowadzenie 6	
Ujemny nadawczy (N-)	_____	Ujemny odbiorczy (O-)
	Wyprowadzenie 7	
Dodatni odbiorczy (O+)	_____	Dodatni nadawczy (N+)
	Wyprowadzenie 8	
Dodatni odbiorczy (O+)	_____	Dodatni nadawczy (N+)

# Media transmisyjne - typy kabli

## Skretka – sposoby wyprowadzeń c.d.



Schemat połączenia dwóch interfejsów urządzeń końcowych (tutaj dwóch komputerów) za pomocą kabla skrośnego ilustruje rysunek.



## Media transmisyjne - typy kabli

### Skrętka – sposoby wyprowadzeń c.d.

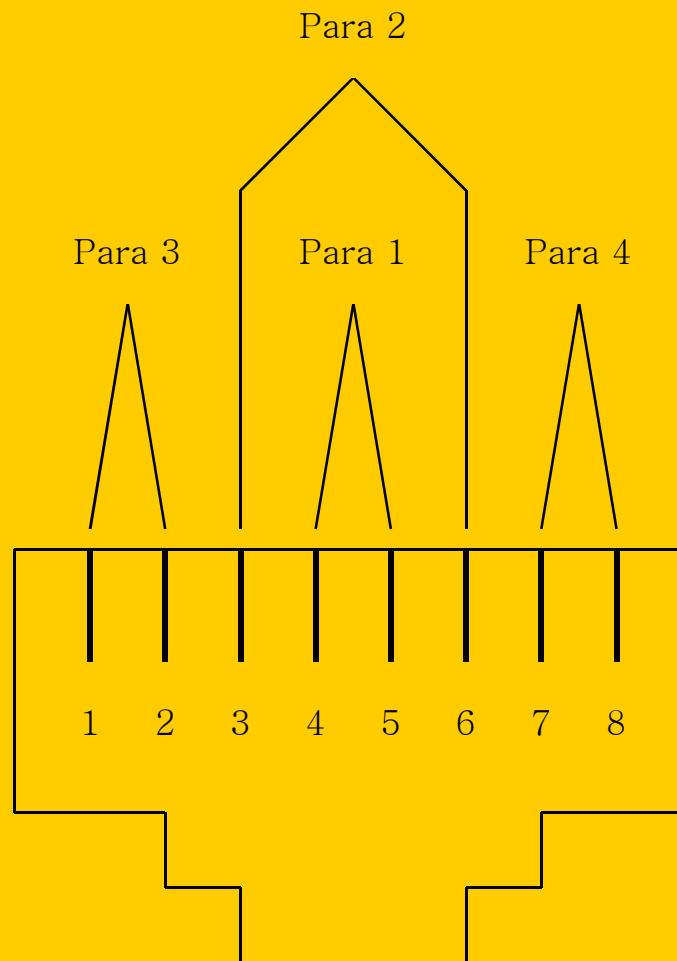


1. Kable skrośne muszą utrzymywać polaryzację przewodu fizycznego.
2. Napięcia dodatnie i ujemne muszą być rozdzielone.
3. Krzyżowanymi przewodami są:
  - a) przewód dodatniego bieguna danych nadawanych (N+) z dodatnim przewodem odbioru (O+)
  - b) przewód ujemnego bieguna danych nadawanych (N-) z ujemnym przewodem odbioru (O-).

# Media transmisyjne - typy kabli



## Skrętka – Uporządkowanie przewodów w pary (T568A)



# Media transmisyjne - typy kabli

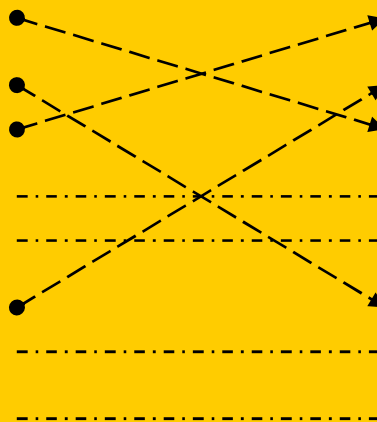


## Skrętka

### Schemat ułożenia par w kablu (w standardzie TIA/EIA-568-B)

zwykłym (patchcord)

- 1. biało-pomarańczowy
- 2. pomarańczowy
- 3. biało-zielony
- 4. niebieski
- 5. biało-niebieski
- 6. zielony
- 7. biało-brązowy
- 8. brązowy



krosowanym (crossover)

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

# Media transmisyjne – Kategorie wydajności



## Kategoria 1

- tradycyjna, nie ekranowana skrętka telefoniczna przeznaczona do transmisji głosu,
- większość kabli telefonicznych położonych przed 1983 rokiem, to kable kategorii 1,
- nie polecane w okablowaniu sieciowym.



## Media transmisyjne – Kategorie wydajności



### Kategoria 2

- skrętka nie ekranowana przeznaczona do transmisji danych z prędkością do 4Mb/s,
- jest to skrętka 4-parowa,
- nie polecane w okablowaniu sieciowym.

## Media transmisyjne – Kategorie wydajności



### Kategoria 3

- kabel złożony z 4-par skrętek o 10 skrętach na 1m,
- obsługuje sygnały o częstotliwościach do 16MHz,
- obsługuje sieci: Ethernet 10Mb/s, Token Ring 4Mb/s, 100VG-AnyLAN,
- kable te instalowane były jako kable telefoniczne.

## Media transmisyjne – Kategorie wydajności



### Kategoria 4

- kabel złożony z 4-par skrętek,
- obsługuje sygnały o częstotliwościach do 20MHz,
- przeznaczona do sieci Token Ring 16Mb/s.

## Media transmisyjne – Kategorie wydajności



### Kategoria 5

- kabel złożony z 4-par skrętek o 26 skrętach na 1m,
- obsługuje sygnały o częstotliwościach do 100MHz,
- obsługa sygnałów o takich częstotliwościach wystarcza do zastosowaniach w sieciach Fast Ethernet (100Mbps - jej wymagania dotyczące częstotliwości sięgają 62,5MHz) oraz ATM 155Mb/s,
- dzięki dużej ilości skrętów na 1m kabel charakteryzuje się małą pojemnością i wykazuje niskie przesłuchy,
- prędkości osiągnięte na kablach kategorii 5 to: 100Mbps, 155Mbps a nawet 256Mbps (przy zachowaniu wymagań dot. odległości),
- przez długi czas kategoria 5 była szeroko stosowana w okablowaniu sieciowym.

## Media transmisyjne – Kategorie wydajności



### Kategoria 5 – przeszkody uniemożliwiające uzyskanie oczekiwanej prędkości transmisji

1. kable należy kłaść odcinkami do 100m – specyfikacja TIA/EIA ogranicza maksymalną długość kabla pomiędzy skrzynką przewodową a gniazdem naściennym do 90m; pozostałe 10m jest przeznaczone na połączenie kabli do krosownic i od komputera do gniazda,
2. w instalacjach kategorii 5 należy korzystać ze złączy, krosownic, gniazd naściennych i innych komponentów tej kategorii,
3. na całej drodze kabla powinna być utrzymana stała liczba i kształt skrętów,
4. na całej drodze kabla nie mogą występować zgniecenia kabli ponad ustalony w specyfikacji kąt, inaczej mogą wystąpić przesłuchy,
5. problem wynika też z faktu, że nie wszystkie kable kategorii 5 wykonane są w identyczny sposób; część producentów próbując zaoszczędzić na kosztach produkcji stosuje materiały niskiej jakości; w takich kablach występuje zjawisko opóźnienia, które występuje przy dużych szybkościach transmisji i jego efektem jest nierównoczesne docieranie sygnału do celu.

## Media transmisyjne – Kategorie wydajności



### Kategoria 5e

- ulepszona kategoria 5,
- kabel posiada wszystkie własności kabla kategorii 5, ale produkowany jest w lepszej technologii; efektem jest minimalizacja przesłuchów przy jeszcze większej liczbie skrętów,
- pozwala na transmisję sygnałów o częstotliwościach do 200MHz (dwa razy większej niż w kategorii 5),
- nie należy wierzyć, że pasmo przenoszenia kabli kategorii 5e u niektórych producentów dochodzi do 350MHz.

## Media transmisyjne – Kategorie wydajności



### Kategoria 6 c.d.

**Kategoria 6 jest w stanie obsłużyć sieci typu Gigabit Ethernet:**

sygnał jest podzielony na wszystkie 4 pary w kablu i transmitowany równolegle w trybie full-duplex,

zamiast ustalać oddzielne pary dla nadawania i odbioru, każda z par realizuje obie funkcje i jest podłączona do urządzeń nadawczo-odbiorczych na obu końcach; urządzenia te posiadają specjalne obwody realizujące nadawanie lub odbiór,

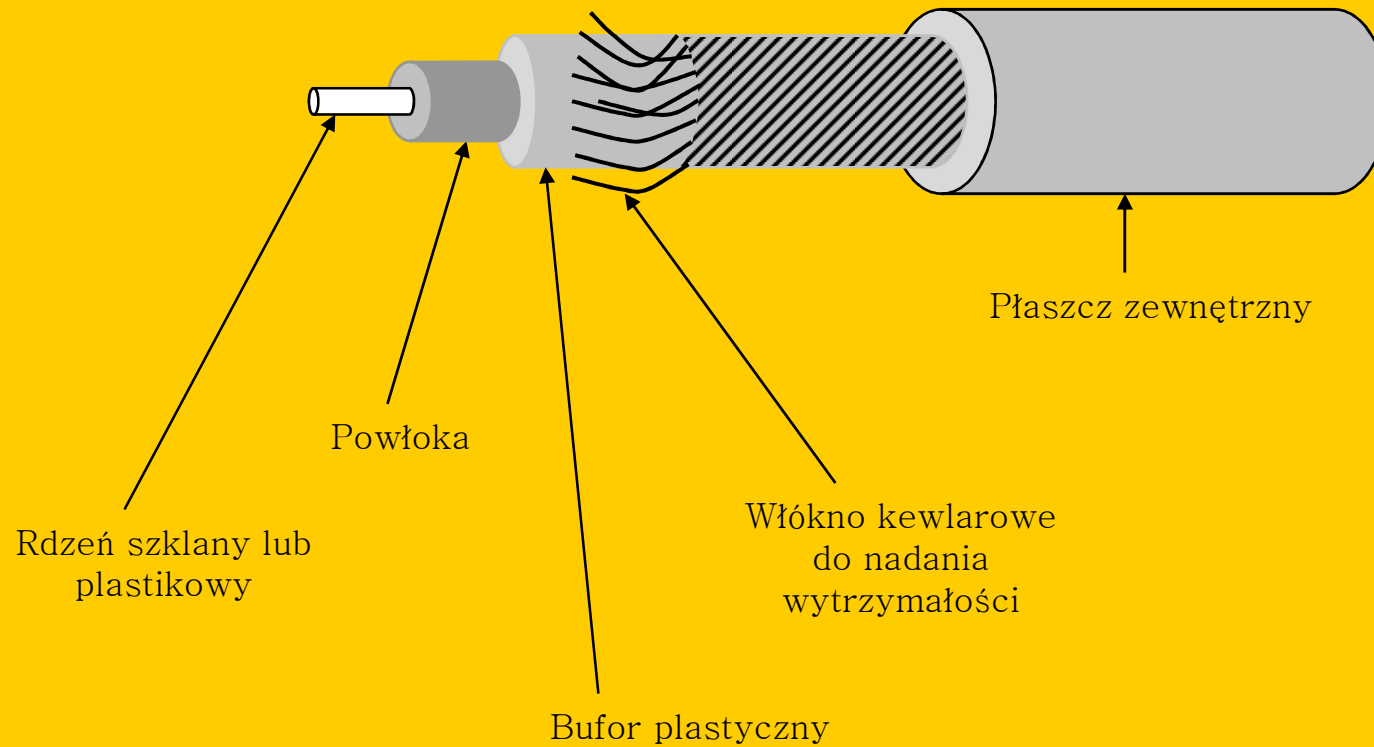
takie rozwiązanie gwarantuje szerokość pasma ok. 400MHz, po 100MHz na każdą parę.

# Media transmisyjne

## Kabel światłowodowy (fiber optic cable)



### Budowa





## Media transmisyjne

### Kabel światłowodowy (fiber optic cable)



#### Charakterystyka kabla światłowodowego:

1. do transmisji sygnału cyfrowego wykorzystywane są fotony,
2. kabel optyczny zawiera włókno z czystego szkła,
3. fotony biegnąc nie napotykać praktycznie żadnego oporu,
4. światłowód jest odporny na zewnętrzne pole elektromagnetyczne,
5. sam nie wytwarza wokół siebie pola elektromagnetycznego (świetny w sytuacjach utajnienia przesyłanych danych – przewody miedziane emitują energię i mogą być monitorowane ),
6. ewentualne podsłuchy w kablu optycznym są łatwe do wykrycia,
7. informacje cyfrowe przesyłane są światłowodem przy użyciu pulsującego światła lasera: elektroniczne „0” i „1” jest zamieniane na odpowiednik optyczny i wprowadzone do kabla za pomocą diody; na końcu kabla znajduje się detektor zamieniający je z powrotem na sygnał elektryczny.

## Media transmisyjne

### Kabel światłowodowy (fiber optic cable)



#### Typy światłowodów:

1. plastikowy – działa na długościach rzędu metrów; tani,
2. powlekany plastikiem światłowód krzemiankowy – lepsze osiągi niż przy światłowodzie plastikowym, niewiele wyższy koszt,

## Media transmisyjne

### Kabel światłowodowy (fiber optic cable)



#### Typy światłowodów:

1. plastikowy – działa na długościach rzędu metrów; tani,
2. powlekany plastikiem światłowód krzemiankowy – lepsze osiągi niż przy światłowodzie plastikowym, niewiele wyższy koszt,

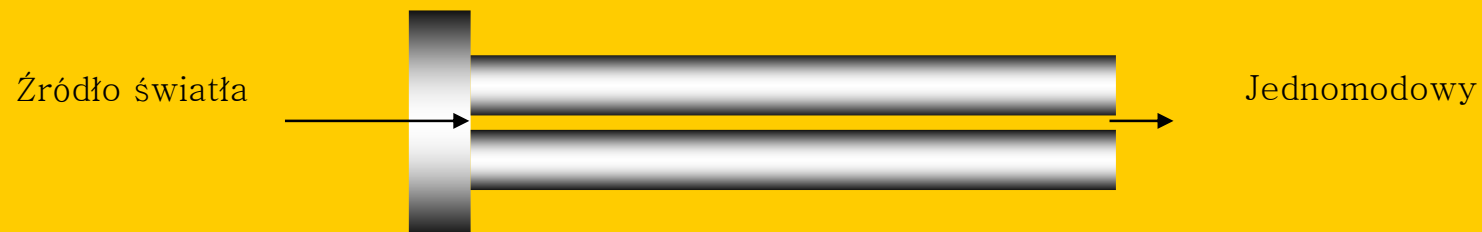
# Media transmisyjne

## Kabel światłowodowy (fiber optic cable)



### Typy światłowodów:

3. jednomodowy – dla szczególnie długich połączeń; rdzeń jest małej średnicy i daje wysoką przepustowość na dużych odległościach; jest najdroższym typem i najtrudniejszym w obsłudze, ale ma największą szerokość pasma i realizuje najdłuższe połączenia (rys.),



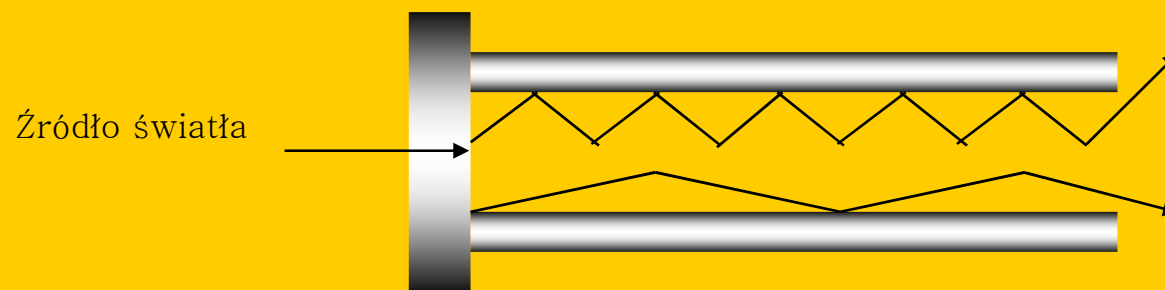
# Media transmisyjne

## Kabel światłowodowy (fiber optic cable)



### Typy światłowodów:

4. wielomodowy o skokowej zmianie współczynnika załamania – znaczna średnica rdzenia; zastosowania w sieciach lokalnych LAN (rys.),



Wielomodowy o  
skokowej zmianie  
współczynnika  
załamania

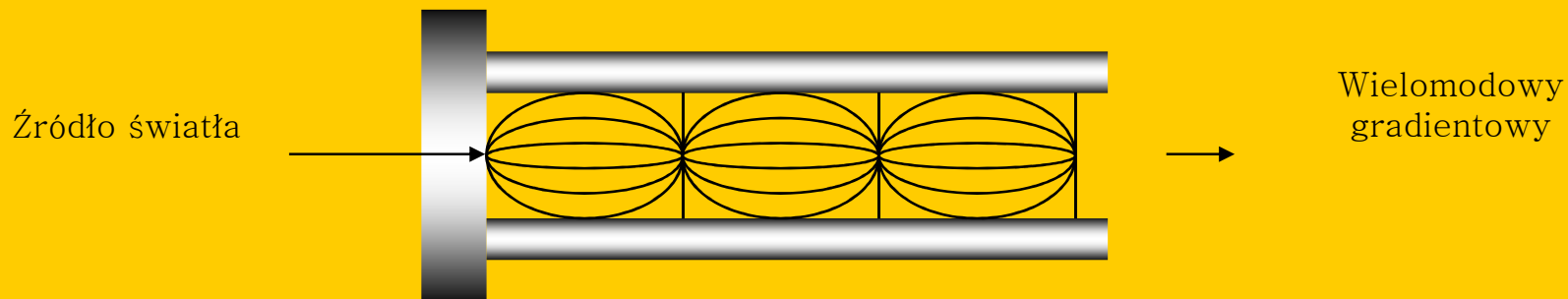
# Media transmisyjne

## Kabel światłowodowy (fiber optic cable)



### Typy światłowodów:

5. wielomodowy gradientowy o skokowej zmianie współczynnika załamania – wykonany z kilku warstwa szkła, co pozwala zwiększyć jego zasięg (rys.).



# Media transmisyjne

## Komunikacja bezprzewodowa



### Systemy komunikacji bezprzewodowej możemy podzielić na trzy kategorie:

1. mobilne systemy komunikacji bezprzewodowej – systemy komunikacji radiowej za pośrednictwem urzędzeń operatorów publicznych,
2. systemy komunikacji w bezprzewodowych sieciach LAN – systemy
3. bezprzewodowe stosowane wewnątrz, na bazie własnej infrastruktury,  
systemy łączące sieci komputerowe

**Media transmisyjne**  
**Komunikacja bezprzewodowa**



**mobilne systemy komunikacji bezprzewodowej**

systemy komunikacji radiowej za pośrednictwem urządzeń operatorów publicznych,



# Media transmisyjne Komunikacja bezprzewodowa



## **systemy komunikacji w bezprzewodowych sieciach LAN**

systemy bezprzewodowe stosowane wewnątrz, na bazie własnej infrastruktury,

# Media transmisyjne Komunikacja bezprzewodowa



## **systemy łączące sieci komputerowe**

systemy komunikacji radiowej, służące do połączenia sieci lokalnych w budynkach i innych obiektach czy też sieci odległych z wykorzystaniem łączy satelitarnych;

systemy te oparte są na tworzeniu mostów bezprzewodowych typu punkt-punkt; są one zatem mniej skomplikowane niż bezprzewodowe sieci lokalne (można ominąć przegrody i usunąć zakłócenia podczas instalacji); mosty muszą wykorzystywać odpowiednie systemy filtrujące.

## Media transmisyjne

### Mobilne systemy komunikacja bezprzewodowa



Systemy komunikacji mobilnej stosowane dla zapewnienia łączności np. z pracownikami firmy pracującymi w terenie (akwizytorzy).

Połączenie może być realizowane przy pomocy komputera przenośnego lub notesu elektronicznego. Użytkownik podłącza się do sieci swojej instytucji. Tą drogą można również uzyskać dostęp do internetu, dla jego obsługi stworzono język HDML (Hand-help Device Markup Language).

Tego typu systemy korzystają z usług operatorów telekomunikacyjnych.

Dla każdego użytkownika muszą być określone m.in. następujące parametry:

1. zasięg,
2. przewidywana prędkość transmisji,
3. możliwość przechowywania informacji adresowanej do użytkownika gdy był on poza zasięgiem

## Media transmisyjne

### Mobilne systemy komunikacja bezprzewodowa



#### Dwie podstawowe metody przesyłania danych cyfrowych w sieciach bezprzewodowych:

**CDMA** (*Code Division Multiple Access*) – Wielodostęp przez podział kodowy. Polega na stosowaniu wielu technik kodowania danych z różnych źródeł wraz z ich równoczesnym przesyłaniem. Kodowanie pozwala na odebranie tych danych tylko przez użytkownika, do którego są adresowane. Zakodowane sygnały przesyłane są przez bardzo szerokie kanały komunikacyjne co utrudnia ich podsłuchiwanie.

**TDMA** (*Time Division Multiple Access*) – Wielodostęp z podziałem czasu. Polega na wykorzystaniu szczelin czasowych (brak zajęcia pasma) i przydzielaniu każdemu urządzeniu określonych przedziałów czasu, w których może ono nadawać swoje dane. Przedziały czasowe dla urządzeń są określone z góry. Jeśli jakieś urządzenie nie ma nic do nadania, to i tak przedział czasowy jest zarezerwowany tylko dla niego.

# Media transmisyjne

## Komunikacja bezprzewodowa w sieciach LAN



### 1. Łączność na podczerwień

- tworzone są bardzo szerokie kanały transmisji z ekstremalnie dużymi prędkościami,
- w celu zapewnienia łączności na podczerwień nadajniki i odbiorniki muszą znajdować się w polu widzenia (tak jak pilot w TV), w szczególności może być zastosowany system luster,
- systemy takie są wrażliwe na silne oświetlenie zewnętrzne,
- zakres promieniowania podczerwonego nie jest zarezerwowany do celów państwowych – można go używać bez ograniczeń,
- typowe prędkości są rzędu 10Mb/s.

# Media transmisyjne

## Komunikacja bezprzewodowa w sieciach LAN



### 2. Systemy radiowe z widmem rozproszonym

- sygnały przesyłane w dwóch zakresach częstotliwości: 900MHz i 2.4GHz,
- praca w żadnym z w/w pasm nie wymaga dodatkowych licencji,
- system nie koliduje z tradycyjnymi systemami radiowymi – z powodu niskich energii sygnałów,
- prędkość transmisji jest rzędu 2Mb/s,
- odległość między stacjami nie powinna przekraczać 300m.

# Media transmisyjne

## Komunikacja bezprzewodowa w sieciach LAN



### 3. Wąskopasmowe systemy radiowe

- sposób komunikacji jest podobny do nadajników stacji komercyjnych: do nawiązania połączenia nadajnik i odbiornik muszą być zestrojone do odpowiednich „wąskich zakresów” częstotliwości,
- sygnał może przenikać przez ściany,
- nadawanie ma charakter nie kierunkowy, co pozwala na dowolne rozmieszczanie nadajników i odbiorników.