

Komunikačné a informačné siete

Cvičenie č. 2

ISO/OSI

Fyzická vrstva RM OSI

Technológie komunikačných sietí

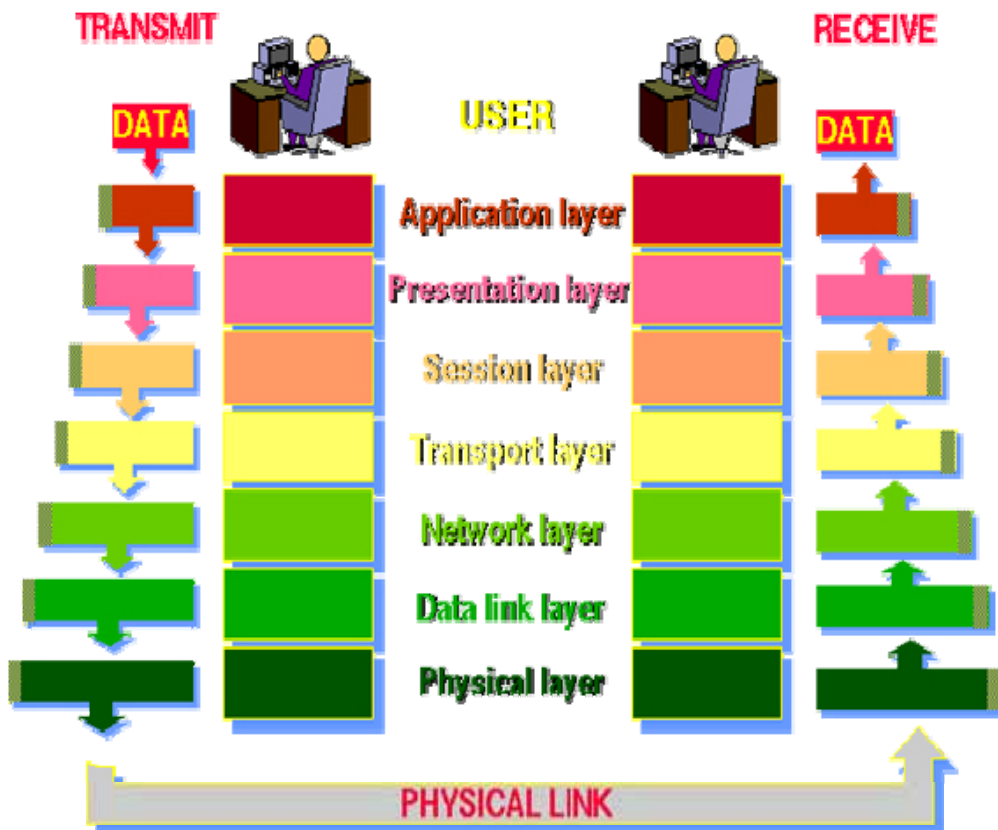



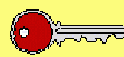
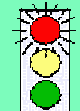
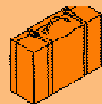
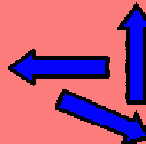
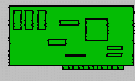

Model ISO/OSI

- keďže počítačové siete vyvíjalo mnoho firiem, jednalo sa spočiatku o uzatvorené a nekompatibilné systémy
- postupne vyvstala potreba určiť pravidlá pre prenos dát v sieťach a medzi nimi
- Medzinárodný ústav pre normalizáciu ISO (International Standards Organization) vypracoval tzv. referenčný model OSI (Open Systems Interconnection) - RM OSI
- RM-OSI rozdeľuje prácu v sieti do siedmych vzájomne spolupracujúcich vrstiev
- vyššia vrstva prevezme úlohu od vrstvy nižšej, spracuje ju a poskytne vrstve nadriadenej
- model je dôležitý predovšetkým pre výrobcov sieťových komponentov

RM OSI = Reference Model Open Systems Interconnection

THE 7 LAYERS OF OSI



OSI MODEL		TCP / IP
7	 Application Layer Type of communication: E-mail, file transfer, client/server.	FTP, SMTP
6	 Presentation Layer Encryption, data conversion: ASCII to EBCDIC, BCD to binary, etc.	DNS
5	 Session Layer Starts, stops session. Maintains order.	Telnet
4	 Transport Layer Ensures delivery of entire file or message.	TCP
3	 Network Layer Routes data to different LANs and WANs based on network address.	IP
2	 Data Link (MAC) Layer Transmits packets from node to node based on station address.	
1	 Physical Layer Electrical signals & cabling.	

Úlohy vrstiev modelu ISO/OSI

- **Aplikačná vrstva (Application Layer)** - aplikácia (program) sprístupňujúci užívateľom sieťové služby. Ponúka a zabezpečuje prístup k súborom na iných počítačoch, vzdialený prístup k tlačiarňam, správu siete, e-mail, ...
- **Prezentačná vrstva (Presentation Layer)** - konverzia rôzne kódovaných dát pochádzajúcich z rôznych sietí, zabezpečenie zjednotenia formy vzájomne prenášaných dát, komprimácia, šifrovanie. V praxi často splyva s relačnou vrstvou.
- **Relačná vrstva (Session Layer)** - nadväzuje a po skončení prenosu ukončuje spojenie. Overuje užívateľov a zabezpečuje prístup k zariadeniam.
- **Transportná vrstva (Transport Layer)** - delenie prenášaných správ na pakety a opätovné skladanie prijatých paketov do správ.
- **Sieťová vrstva (Network Layer)** - zabezpečuje spojenie a smerovanie medzi dvoma počítačmi alebo celými sieťami, medzi ktorými neexistuje priame spojenie. Zabezpečuje voľbu trasy pri spojení - routing.
- **Linková (spojová) vrstva (Data - Link Layer)** - zabezpečuje prenos údajov (dátových rámcov) po fyzickom médiu. Pracuje s fyzickými adresami sieťových kariet, odosiela a prijíma rámce, kontroluje cieľové adresy každého prijatého rámca. Určuje, či bude rámec odovzdaný vyššej vrstve.
- **Fyzická vrstva (Physical Layer)** - opisuje elektrické alebo optické, mechanické a funkčné vlastnosti. Definuje, akým signálom je reprezentovaná logická jednotka, ako prijímacia stanica rozpozná začiatok bitu, aký je tvar konektora, typy a použitie vodičov, ...

Rozdelenie sietí

- podľa rozsiahlosti
 - LAN - Local Area Network, najmenšie siete pozostávajúce maximálne z niekoľko desiatok počítačov
 - MAN - Metropolitan Area Network, stredne rozsiahle siete prepájajúce niekoľko LAN
 - WAN - Wide Area Network, siete veľkého rozsahu spájajúce mnoho MAN sietí
- podľa architektúry
 - siete typu klient - server
 - siete typu peer-to-peer - sieť zostavená z počítačov, ktoré si navzájom poskytujú svoje služby, každý počítač je teda zároveň klientom aj serverom

Rozdelenie sietí

- podľa topológie
 - zbernicová topológia
 - PC sú prepojené koaxiálnym káblom
 - prepojenie nevytvára uzatvorenú slučku
 - koaxiálny kábel je na oboch koncoch zakončený impedančným prispôbením 50Ω
 - nevýhody: problematická lokalizácia poruchy vedenia, pri rozpojení vedenia prestane sieť pracovať pre všetky PC v danej podsieti, obmedzený počet uzlov a vzdialenosť medzi nimi, využitie len v pomalých sieťach
 - výhody: nízka zriaďovacia cena
 - hviezdicová topológia
 - PC sú prepojené krútenou dvojlinkou
 - využíva ju väčšina súčasných sietí
 - každý PC je pripojený k aktívnemu prvku (rozbočovaču - HUB) samostatným káblom
 - nevýhody: vyššia zriaďovacia cena
 - výhody: štruktúrovaná kábeláž (pri poruche vedenia jedného PC je konektivita ostatných PC funkčná), rozbočovače je možné prepojiť do kaskády a vytvárať tak rozsiahlejšie siete, topológia je vhodná pre pomalé aj rýchle siete
 - kruhová topológia - PC sú prepojené tak, že vedenie vytvára uzatvorenú slučku, využíva sa v sieťach typu Token Ring a FDDI (Fiber Distributed Data Interface)
 - stromová topológia - spôsob prepojenia niekoľkých LAN do siete väčšieho rozsahu

Aktívne prvky kábeláže

- zosilňovač, opakovač (repeater)
 - zosilňuje signál, ktorý ním prechádza
 - používal sa v dlhých koaxiálnych sieťach
- prevodník (transceiver, media konvertor)
 - zosilňuje signál
 - prevádza ho z jedného typu kábla na iný
- koncentrátor, rozbočovač (HUB)
 - nevyhnutný v sieťach s hviezdicovou topológiou
 - zabezpečuje vetvenie siete, zosilňovanie a prevádzanie signálu
 - v danom okamihu môže byť aktívne v rámci HUBu len jedno sieťové spojenie
 - často integruje aj ďalšie aktívne prvky (predovšetkým BRIDGE)



Aktívne prvky kábeláže



- most (BRIDGE)
 - inteligentný prvok, ktorý sleduje prenášané dáta; zabezpečuje filtráciu paketov; most prečíta cieľovú adresu paketu a prepustí ho iba do tej časti siete, v ktorej sa nachádza cieľ paketu.
 - pracuje s fyzickými adresami sieťových kariet (MAC)
 - umožňuje prepojenie dvoch sietí rôznych štandardov, pretože pracuje v linkovej vrstve ISO/OSI, t.j. fyzické odlišnosti sietí ho neovplyvňujú
 - často je integrovaný do HUBov, obvyklá je aj softvérová realizácia, kedy sieťový operačný systém filtruje pakety medzi niekoľkými sieťovými kartami
- prepínač (SWITCH)
 - uskutočňuje filtráciu paketov medzi jednotlivými zdierkami
 - je schopný obsluhovať viac ako dva porty a dve spojenia v danom okamihu
 - pri prichádzajúcom prenose kontroluje SWITCH jednotlivé MAC adresy aby určil, na ktorý port má prenos vyslať
- smerovač (ROUTER)
 - počítačové sieťové zariadenie, ktoré pracuje na úrovni sieťovej vrstvy ISO/OSI, filtruje pakety a zabezpečuje inteligentné smerovanie - routing
 - zhromažďuje informácie o pripojených sieťach a vyberá najvýhodnejšiu cestu pre posielaný paket
 - rozdeľuje sieť do veľkoplošných domén (Broadcast Domain) (čo je to veľkoplošná doména?)
- brána (GATEWAY)
 - pracuje na úrovni aplikačnej vrstvy ISO/OSI

Štandardy sieťového hardvéru

- z dôvodu kompatibility sieťových riešení boli prijaté normy, ktoré definujú základné požiadavky na technickú realizáciu sietí
- normalizáciu uskutočňuje organizácia IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- pre počítačové siete typu LAN sú najdôležitejšie nasledujúce štandardy:
 - IEEE 802.3 - štandardy siete Ethernet
 - IEEE 802.4 - zbernicové siete s metódou prístupu token
 - IEEE 802.5 - kruhové siete s metódou prístupu token
 - IEEE 802.11 - bezdrôtové siete
 - IEEE 802.12 - siete DPP, napr. 100VG AnyLAN
- z praktického hľadiska sú dôležité nasledujúce štandardom definované vlastnosti:
 - prístupová metóda – definuje pravidlá prístupu sieťových staníc ku káblu
 - CSMA-CD (čo znamená skratka a aký je princíp činnosti?)
 - Token Ring (aký je princíp činnosti?)
 - Token Bus (aký je princíp činnosti?)
 - topológia siete
 - typ kábla, jeho dĺžka, spôsob pripojenia staníc
 - rýchlosť prenosu dát

Vlastnosti sieťových kariet (NIC – Network Interface Cards)

- typ zbernice
 - ISA (Industry Standard Architecture) – staršia 16-bitová 8 MHz zbernica
 - PCI (Peripheral Component Interconnect) – súčasné riešenie zbernice; existujú aj novšie štandardy PCI-X a PCI Express
 - PCMCIA – štandard pre notebooky
 - pôvodný význam akronymu: **Peripheral Component MicroChannel Interconnect Architecture**
 - súčasný význam akronymu: **Personal Computer Memory Card International Association**
- Wake-On – vzdialené zapínanie PC
- ovládač karty
- štandard sieťového hardvéru (použitá norma)
- typ kábeláže
 - kombinácia konektorov AUI a BNC
 - kombinácia AUI, BNC, RJ-45
 - kombinácia BNC, RJ-45
 - len RJ-45
- typ prevádzky
 - duplexná (Full Duplex, FDX), umožňuje súčasný prenos dát medzi vysielačom a prijímačom v oboch smeroch
 - simplexná (Half Duplex, HDX), umožňuje prenos dát medzi vysielačom a prijímačom v danom čase iba jedným smerom
- vzdialené bootovanie – sieťová karta môže zabezpečiť bootovanie zo servera; dnes sa väčšinou nepoužíva

Siete typu Ethernet

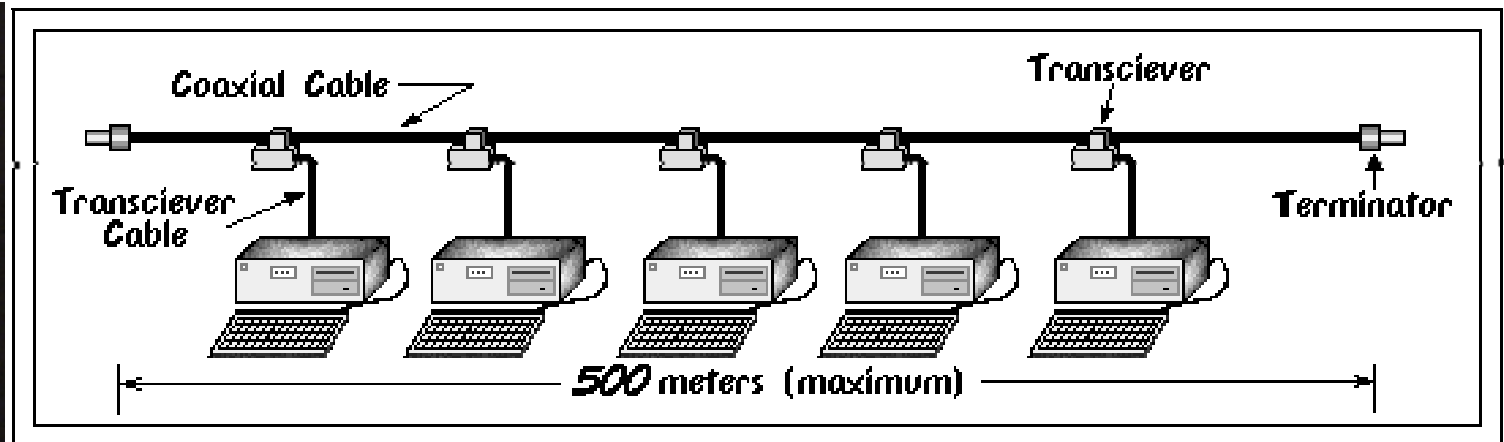
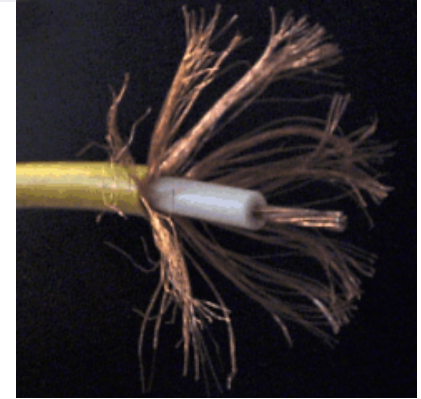
- sieť typu Ethernet navrhla v roku 1976 fa XEROX
- Ethernet predstavuje v súčasnosti najrozšírenejší štandard sietí LAN
- rozšíril sa najmä vďaka nízkej cene sieťových kariet a aktívnych prvkov
- pracuje na princípe kolíznej prístupovej metódy CSMA-CD
- pri stavbe ethernetovej siete je nutné kvôli kolíznej prístupovej metóde dodržiavať topologické pravidlá, predovšetkým dĺžku segmentov a celej siete (**prečo?; od čoho závisí dĺžka segmentov?**)
- špecifikácia Ethernetu definuje:
 - kábeláž a signalizáciu fyzickej vrstvy
 - formáty rámcov a protokolov dátovej vrstvy
 - MAC (Media access control)
 - LLC (Logical Link Control)

Ethernet - fyzická vrstva

- zariadenia Ethernetu
 - implementujú iba spodné dve vrstvy modelu OSI
 - typicky sa jedná o sieťové karty
 - obvykle sú sieťové karty zapojené v základnej doske hostiteľského PC
- typy Ethernetu
 - klasický Ethernet (rýchlosť 10 Mbps)
 - 10BASE-5 (Thick Ethernet)
 - 10BASE-2 (Thin Ethernet)
 - 10BASE-T (Twisted Pair Cable Ethernet)
 - 10BASE-F (Optic Fiber)
 - 10BASE-FP (fiber passive) pripájanie staníc
 - 10BASE-FL (fiber link) prepájanie staníc a Hubov, spájanie segmentov, dĺžka segmentu až 2 km
 - 10BASE-FB (fiber backbone) chrbtové rozvody medzi budovami
 - Fast Ethernet (rýchlosť 100 Mbps)
 - 100BASE-T
 - 100BASE-TX
 - 100BASE-FX
 - 100BASE-T4
 - Gigabitový Ethernet (rýchlosť 1000 Mbps)
 - 1000BASE-X
 - 1000BASE-SX
 - 1000BASE-LX
 - 1000BASE-CX
 - 1000BASE-T

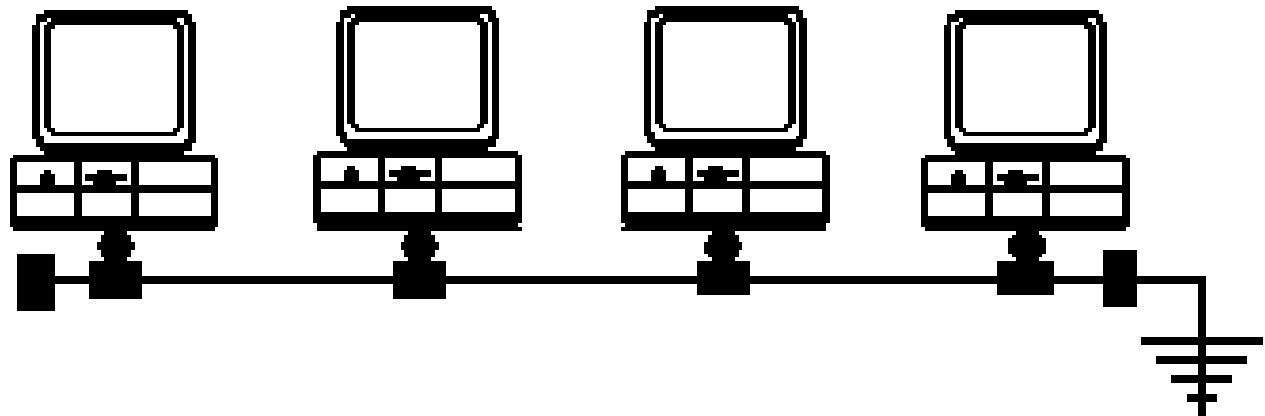
10BASE-5 (Thick Ethernet)

- prvý štandard Ethernetu
- základom bol hrubý koaxiálny kábel RG-6, $Z = 50\Omega$
 - priemer cca 10 mm
 - žltá farba (odtiaľ pochádza aj názov Yellow Ethernet)
 - veľmi dobré elektrické vlastnosti, používal sa na prepojenie dlhých segmentov siete (chrbtové vedenia)
 - nevýhodné mechanické vlastnosti, problematická montáž, ohyby
 - pripojenie stanice ku káblu vyžadovalo použitie špeciálneho odbočovacieho prvku - transceiveru (TCR), ku ktorému bol pripojený odbočovací kábel AUI (Attachment Unit Interface) s 15 kolíkovým konektorom
- využíval zbernicovú topológiu, max. 255 uzlov, minimálna vzdialenosť medzi stanicami 2.5 m, maximálna dĺžka segmentu 500 m
- dnes sa už nepoužíva



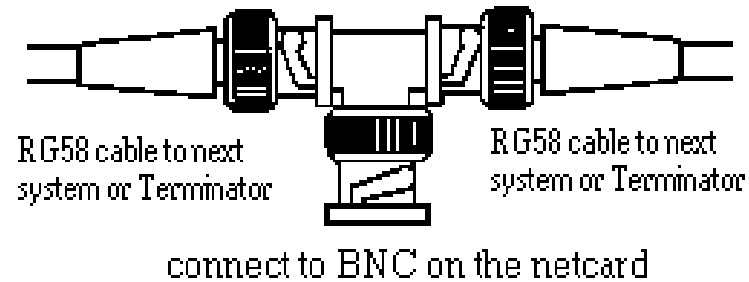
10BASE-2 (Thin Ethernet)

- v niektorých starších LAN dodnes používaná norma
- neimplementuje sa v nových sieťach
- využíva tenký koaxiálny kábel RG-58, $Z = 50\Omega$
 - priemer cca 5 mm
 - čierna alebo šedá farba
 - ľahká inštalácia
 - horšie elektrické vlastnosti, preto sa používal len pre kratšie segmenty sietí
 - zakončenie pomocou BNC konektoru
- jednotlivé PC sa ku káblu pripájali pomocou T konektoru
- pripojenie nového PC vyžadovalo prerušenie káblu a vloženie T-konektoru; takáto segmentácia kábla bola príčinou častých porúch
- kábel musí byť na oboch koncoch zakončený terminátorom, t.j. zakončovacou impedanciou $Z = 50\Omega$ vo forme BNC konektora (**prečo?**)



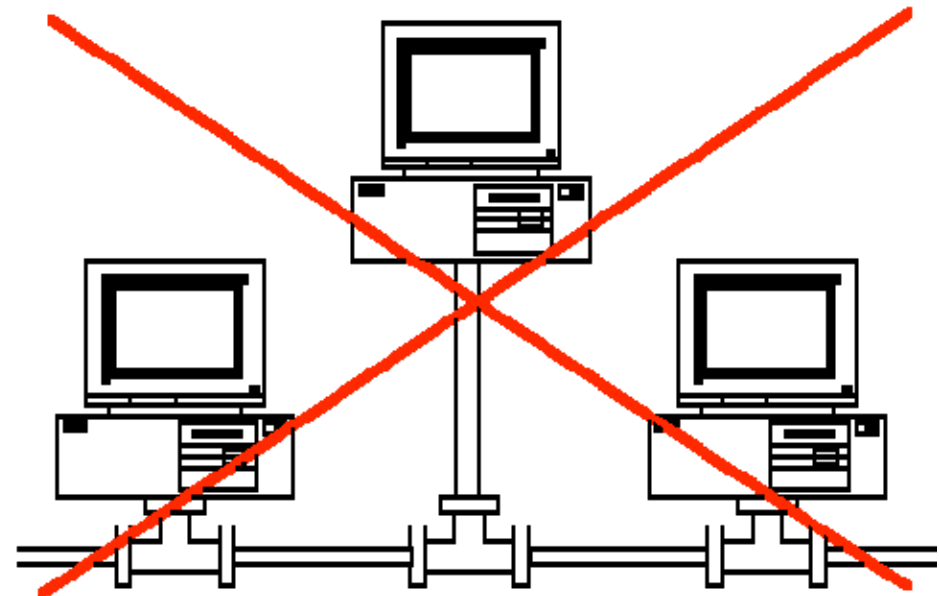
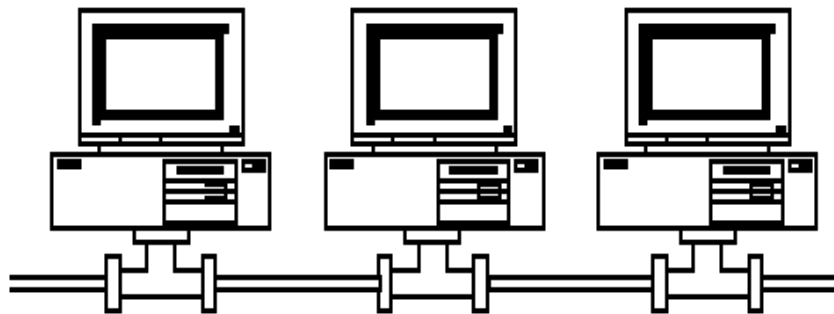
10BASE-2 (Thin Ethernet)

Spôsob pripojenia káblov k sieťovej karte



Nesprávne pripojenie stanice k sieti

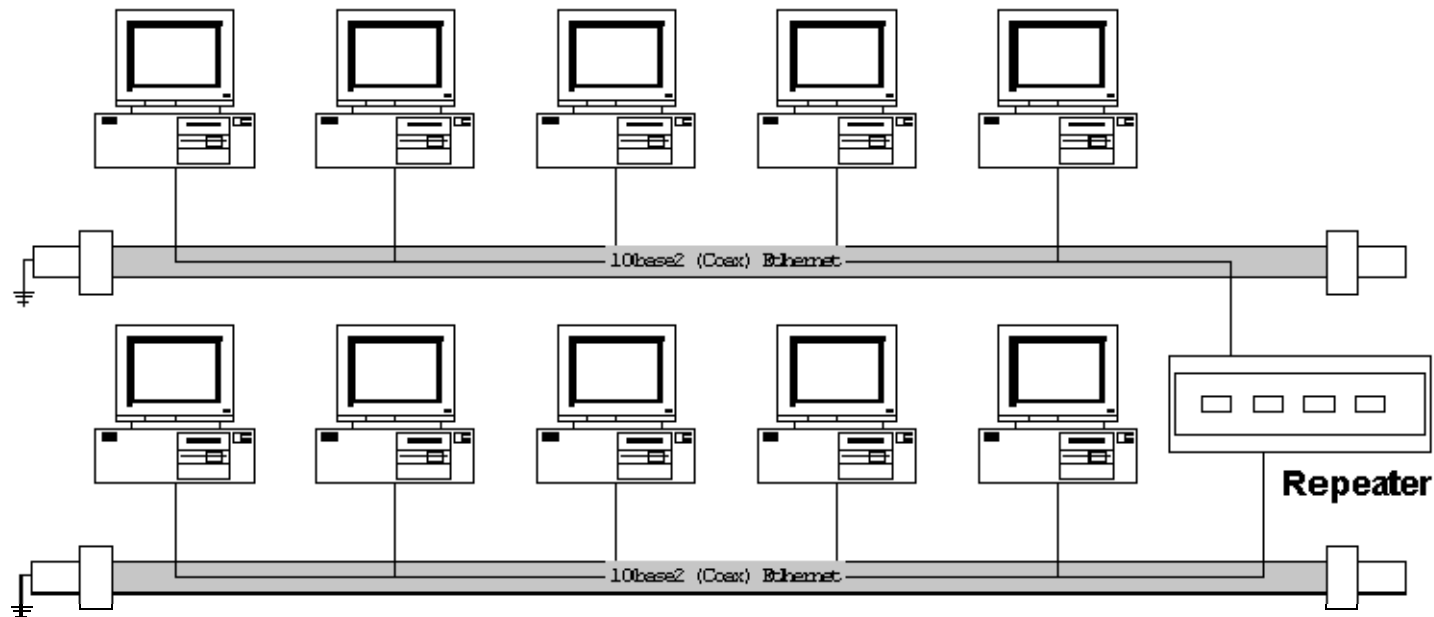
Správne pripojenie staníc k sieti



10BASE-2 (Thin Ethernet)

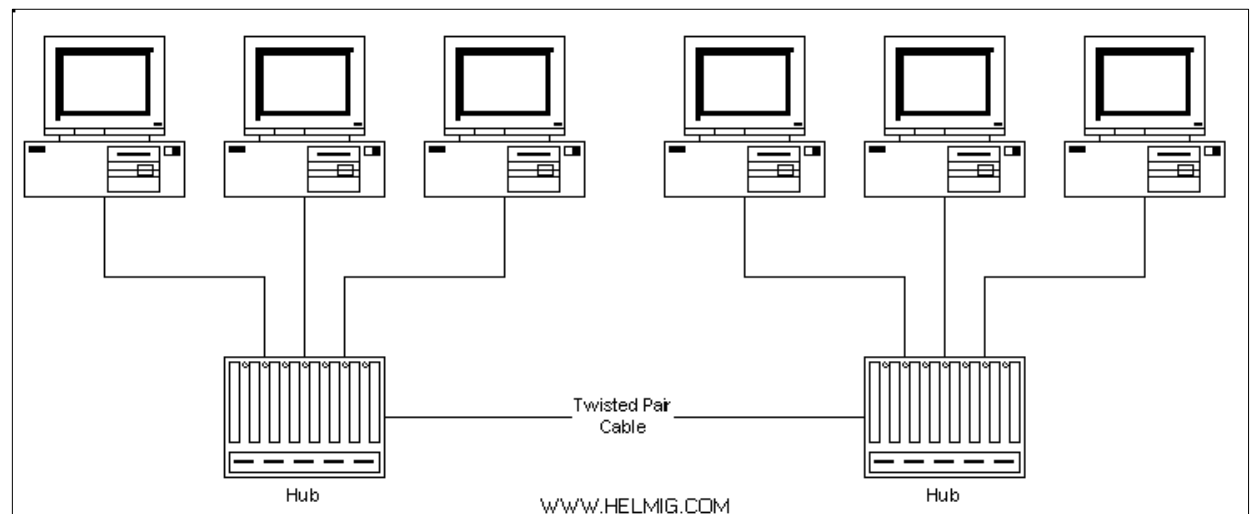
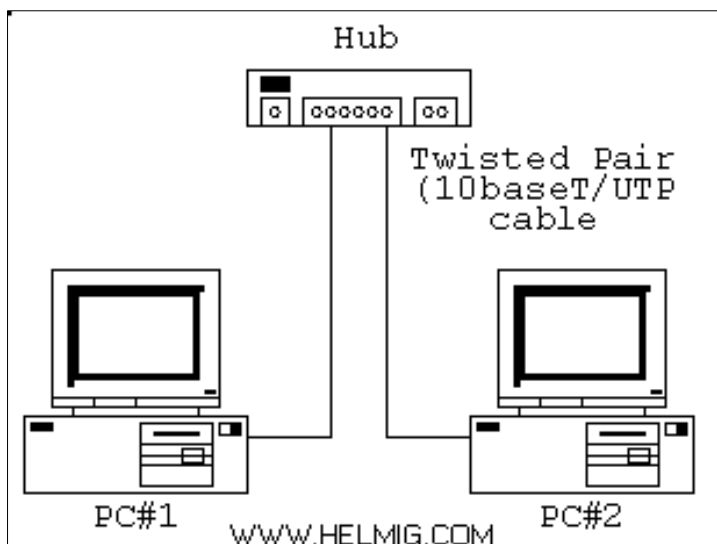
■ obmedzenia

- maximálne 30 uzlov na jednom segmente
- maximálne 1024 uzlov v sieti
- minimálne 0.5 m vzdialenosť medzi uzlami
- maximálna celková dĺžka segmentu 185 m
- maximálna celková dĺžka siete 910 m
- v sieti nesmie existovať slučka
- segment je možné predĺžiť, ale signál prenášaný v sieti môže prechádzať maximálne piatimi káblovými segmentami a len v troch z nich môžu byť pripojené stanice, ostatné dva segmenty iba predlžujú sieť



10BASE-T (kábeláž krútenou dvojlinkou)

- najrozšírenejšia aplikácia štandardu 802.3
- základom je krútená dvojlinka, HUB a hviezdicová topológia
- zásady návrhu siete 10BASE-T:
 - jadro siete tvorí koncentrátor (HUB, SWITCH)
 - rozbočovače radíme do kaskád, ale maximálne môžeme za sebou zaradiť 4 HUBy vo funkcii rozbočovača
 - je možné zaraďovať HUBy vo vunkcii mostu (BRIDGE, SWITCH) a tak obísť predchádzajúce pravidlo
 - maximálna dĺžka káblu medzi PC a HUBom je 100m
 - minimálna dĺžka káblu medzi dvoma PC je 2,5 m
 - maximálny počet vetiev v kaskáde je 1024



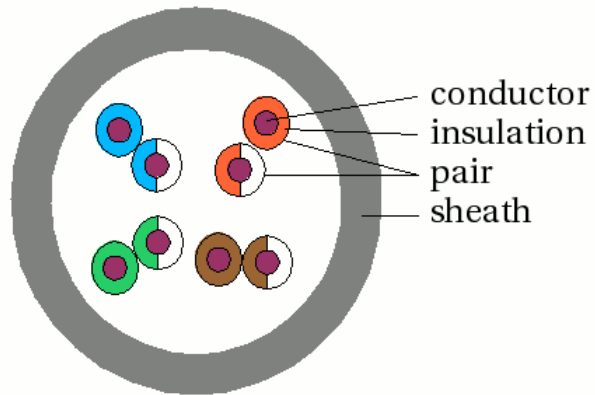
Krútená dvojlinka (TP kábel) - Twisted Pair Cable

- TP kábel je odvodený od telefónneho káblu
- predstavuje dnes najrozšírenejší typ káblu v sieťach LAN
- tienenie krútenej dvojlinky zabezpečuje "krútenie" párov vodičov (**aký je fyzikálny princíp takéhoto tienenia?**)
- v praxi sa môžeme stretnúť s nasledujúcimi kategóriami TP káblov
 - kategória 1 - len hlasové služby (telefónne linky)
 - kategória 2 - dáta do 4 Mbps (LocalTalk)
 - kategória 3 - dáta do 10 Mbps (Ethernet)
 - kategória 4 - dáta do 20 Mbps (16 Mbps Token Ring)
 - kategória 5 - dáta do 100 Mbps (Fast Ethernet)
- v praxi sa najčastejšie stretávame s TP káblom kat. 5
 - má štyri páry vodičov
 - vodiče jedného páru sú navzájom skrútené
 - oba vodiče daného páru majú rovnaký farebný základ, ale jeden z vodičov páru má farbu kombinovanú s bielou
- TP kábel je mechanicky oveľa odolnejší ako koaxiálny kábel

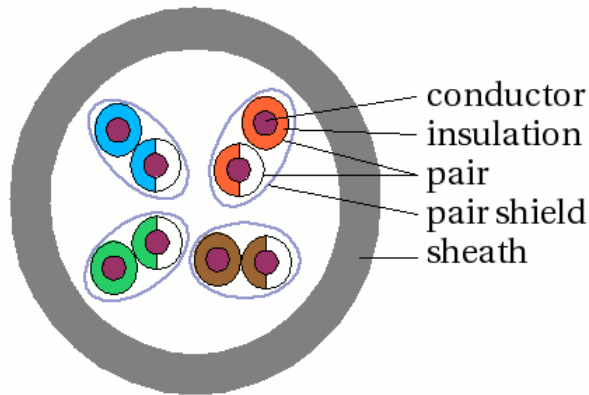
Krútená dvojlinka - Twisted Pair Cable

- existujú dva typy káblov na báze krútenej dvojlinky:
 - netienená krútená dvojlinka (UTP - Unshielded Twisted Pair)
 - tienená krútená dvojlinka (STP - Shielded Twisted Pair)
- konektivitu krútenej dvojlinky zabezpečuje konektor RJ-45

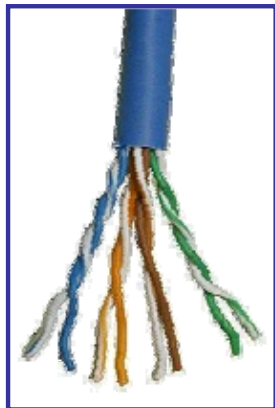
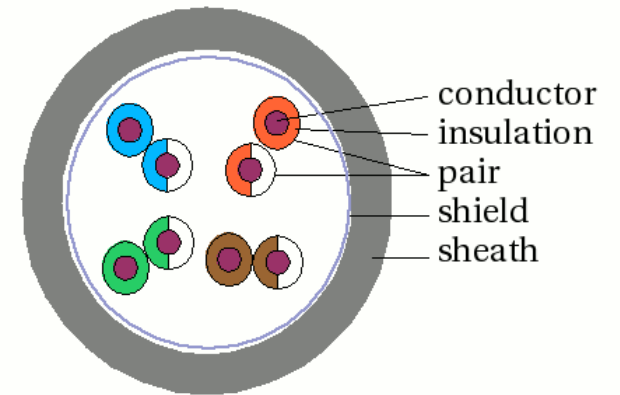
UTP



STP



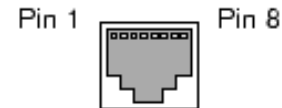
S/UTP - FTP - S/FTP



Príklad TP kábla



Príklad konektora RJ-45



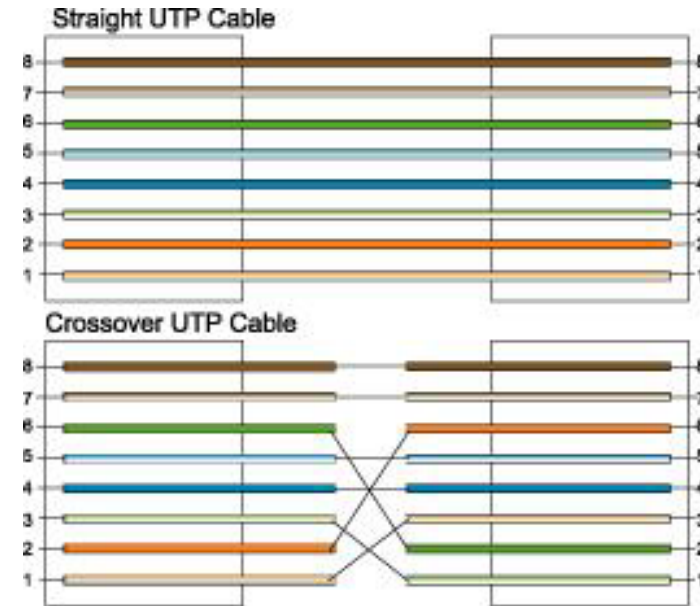
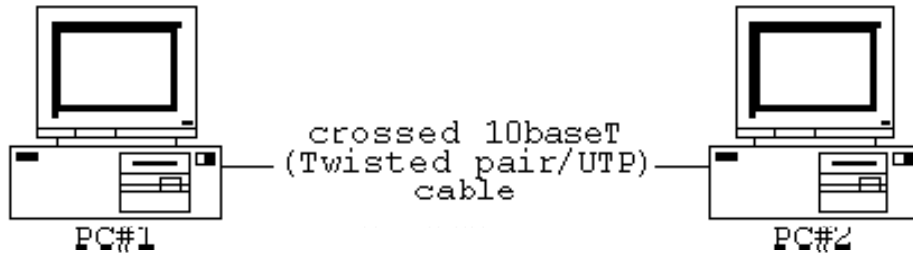
Pin	Signal	Direction
1	TD+	Output
2	TD-	Output
3	RD+	Input
6	RD-	Input

Zapojenie párov TP kábla v konektore RJ-45

Vodič (podľa kontaktu v konektore)	Farba	Pár	Signál
1	Bielooranžová	1 (oranžový)	+TD (transceive data)
2	Oranžová	1 (oranžový)	-TD (transceive data)
3	Bielozelená	2 (zelený)	+RD (receive data)
4	Modrá	3 (modrý)	nepoužité
5	Bielomodrá	3 (modrý)	nepoužité
6	Zelená	2 (zelený)	-RD (receive data)
7	Bielohnedá	4 (hnedý)	nepoužité
8	Hnedá	4 (hnedý)	nepoužité

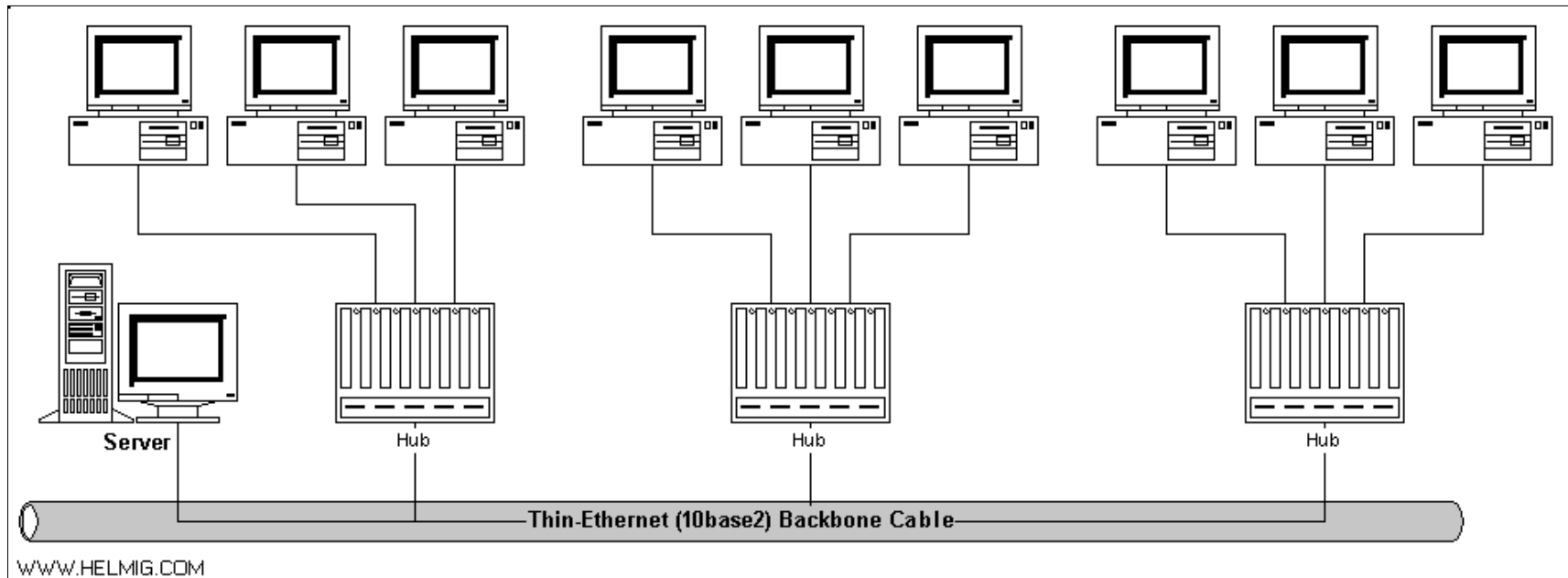
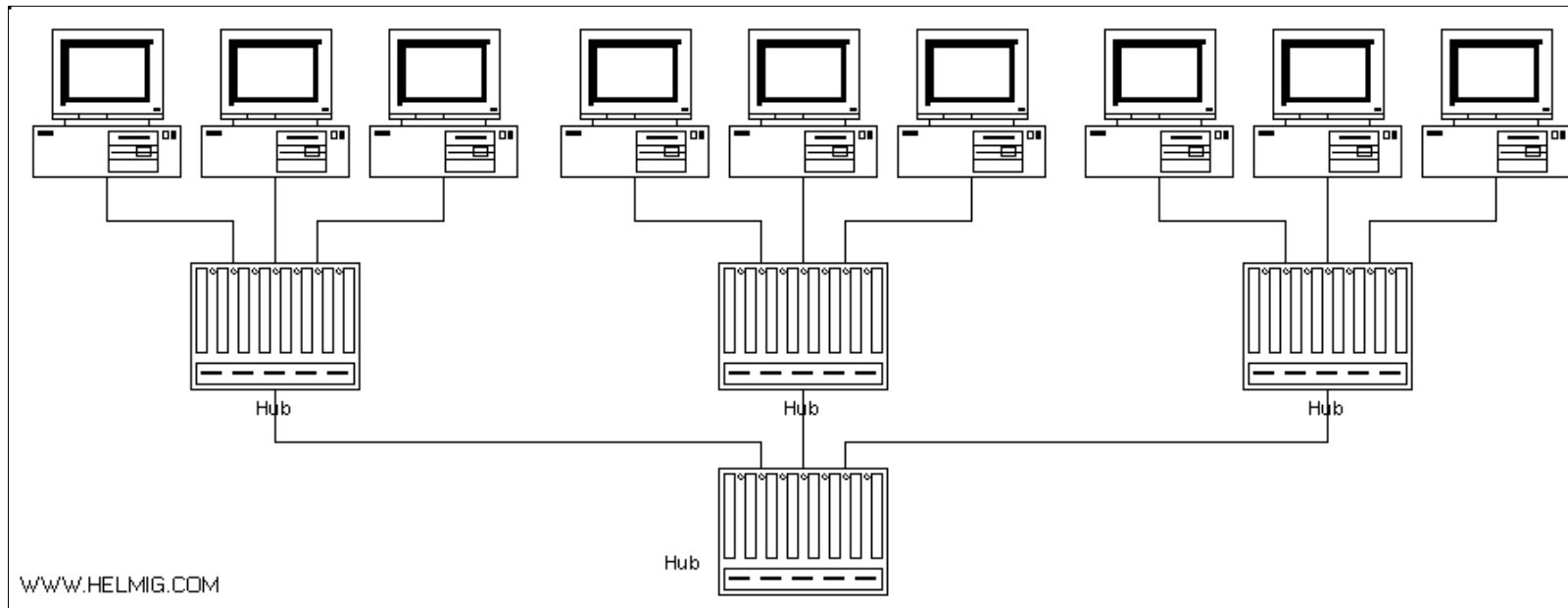
- tento typ zapojenia konektora RJ-45 používame pri prepojovacích kábloch určených pre prepojenie typu
 - počítač - zásuvka
 - zásuvka - HUB
 - počítač - HUB
- pri prepojení dvoch počítačov nepotrebujeme HUB, ale kábel musí byť zapojený krížene

Křížené zapojenie TP kábla - Crossover



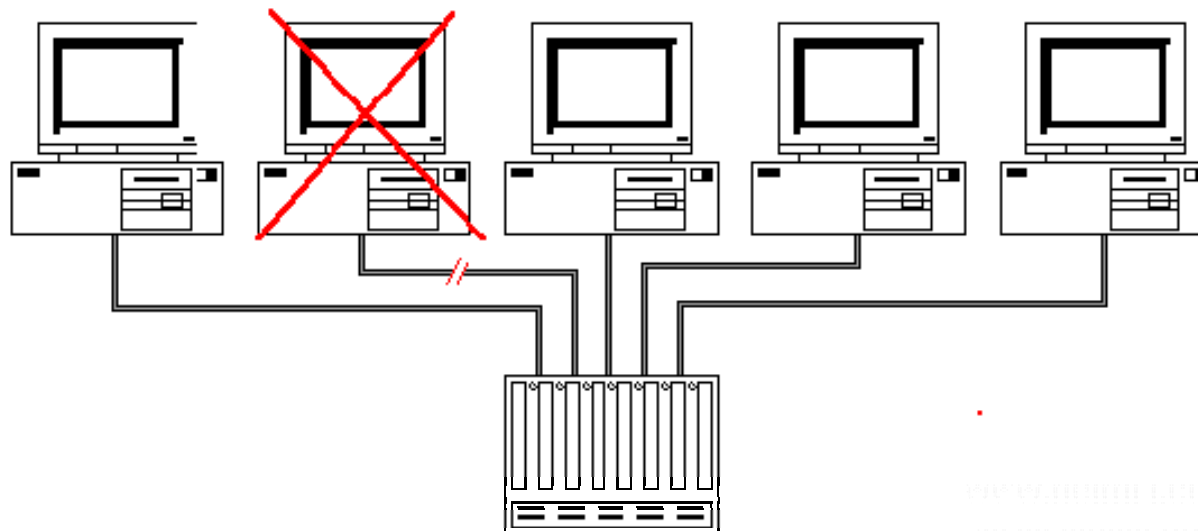
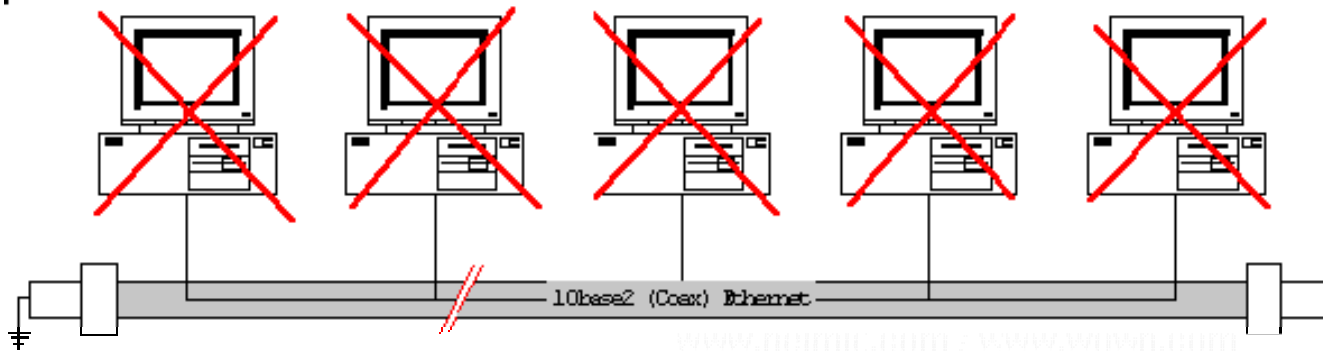
Vodič (podľa kontaktu v 1. konektore)	Farba	Vodič (podľa kontaktu v 2. konektore)	Farba
1	Bielooranžová	1	Bielozelená
2	Oranžová	2	Zelená
3	Bielozelená	3	Bielooranžová
4	Modrá	4	Modrá
5	Bielomodrá	5	Bielomodrá
6	Zelená	6	Oranžová
7	Bielohnedá	7	Bielohnedá
8	Hnedá	8	Hnedá

Budovanie väčších sietí typu 10BASE-T



TP kábel verzus koaxiálny kábel

- čo sa stane, ak dôjde k prerušeniu kábla ?
- čo sa stane ak pridáme PC do siete ?



100BASE-T

■ 100BASE-TX

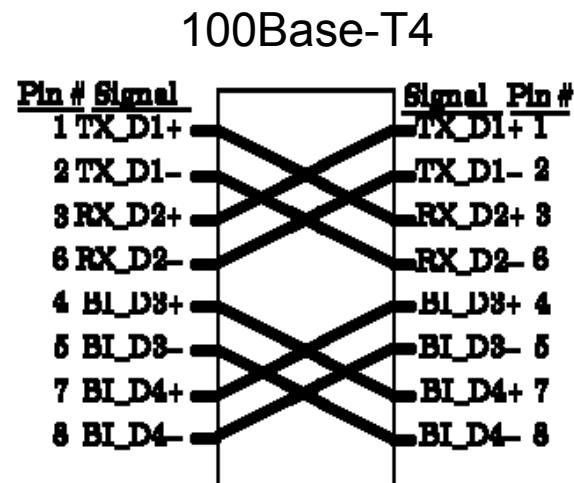
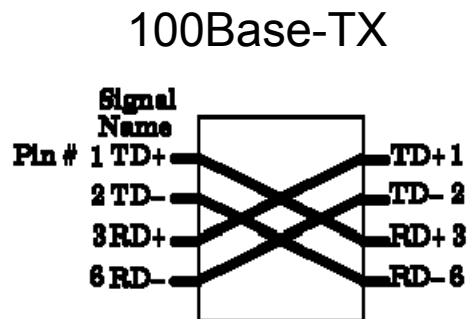
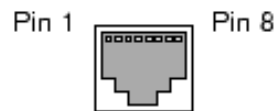
- pracuje na kábeláži s netieneným TP káblom kategórie 5 s využitím dvoch párov (ako 10BASE-T)
- maximálna dĺžka segmentu je 100 m

■ 100BASE-FX

- určená pre optické káble
- dĺžka segmentu môže byť až 412 m pri viacvidových kábloch a polovičnom duplexe, alebo až 10000 m pre jednovidový kábel a duplexný režim

■ 100BASE-T4

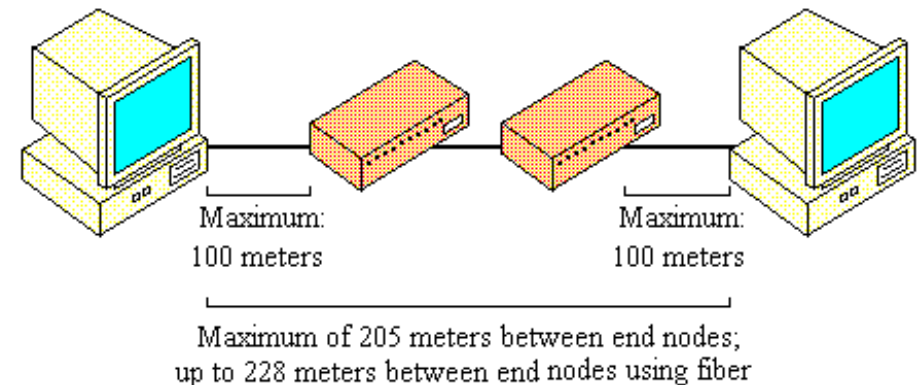
- pracuje na kábeláži s TP káblom kategórie 3 a 4 (je možné použiť aj kategóriu 5)
- maximálna dĺžka segmentu je 100 m
- využíva všetky štyri páry vodiča



Fast Ethernet

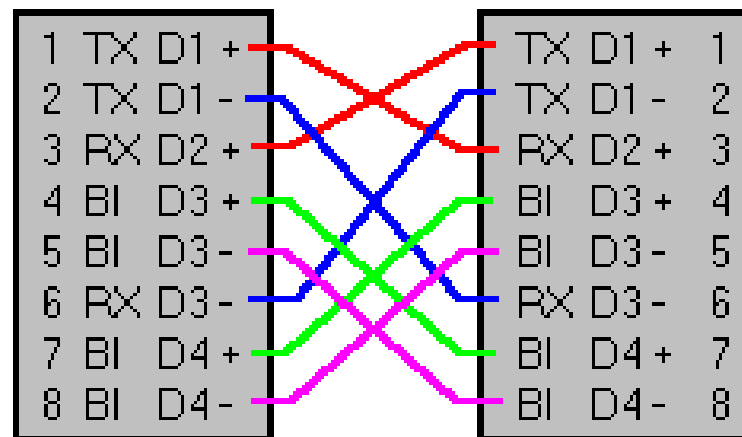
100Base-TX: Category 5 UTP
(two pairs in use)

100Base-T4: Category 3, 4, or 5 UTP
(four pairs in use)



1000BASE-T

- využíva štvorpárové TP káble kategórie 5
- je určená pre horizontálne rozvody v budovách do dĺžky 100 m
- pre gigabitový Ethernet bola vyvinutá nová kategória kábeláže, Cat 5e (Category 5 enhanced), ktorá kladie prísnejšie požiadavky na konektorovanie a usporiadanie všetkých súčastí kábeláže
- najnovšie sa využívajú káble kategórie UTP Cat 6



1000BASE-X

- **1000BASE-SX**

- krátkovlnné lasery na lacných viacvidových optických vláknach pri maximálnej dĺžke 550 m

- **1000BASE-LX/LH**

- dlhovlnné lasery na drahších jednovidových aj viacvidových optických vláknach pri maximálnej dĺžke 10 km

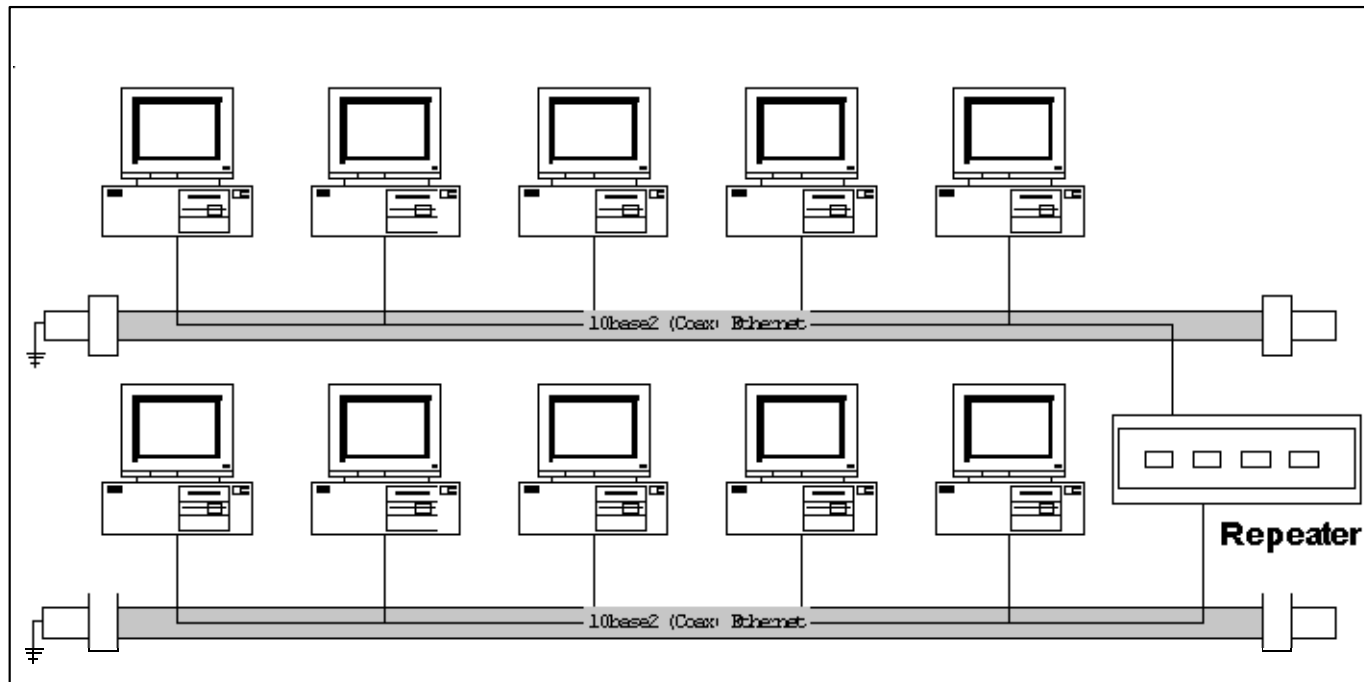
- **1000BASE-ZX**

- jednovidové optické vlákna pri maximálnej dĺžke 100 km

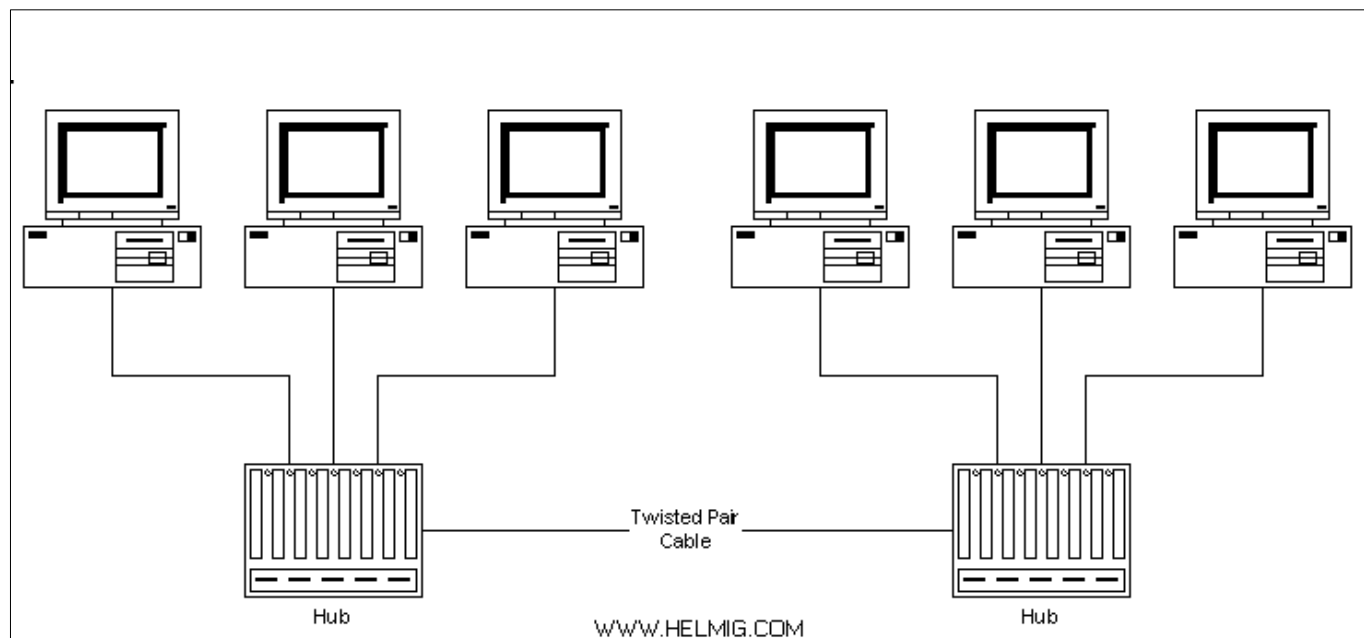
- **1000BASE-CX**

- dva páry 150 Ω STP kábla pri maximálnej dĺžke 25 m

Repeater versus HUB



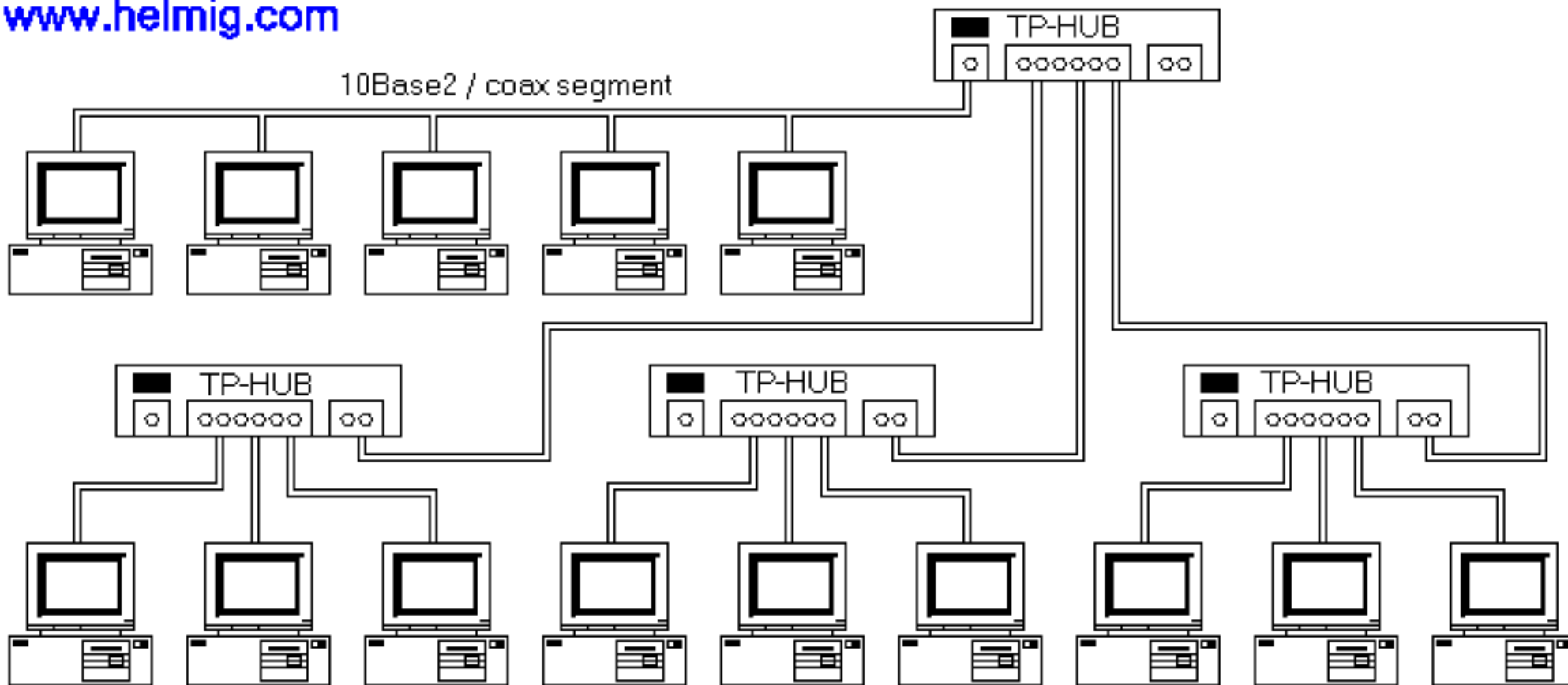
10Base2



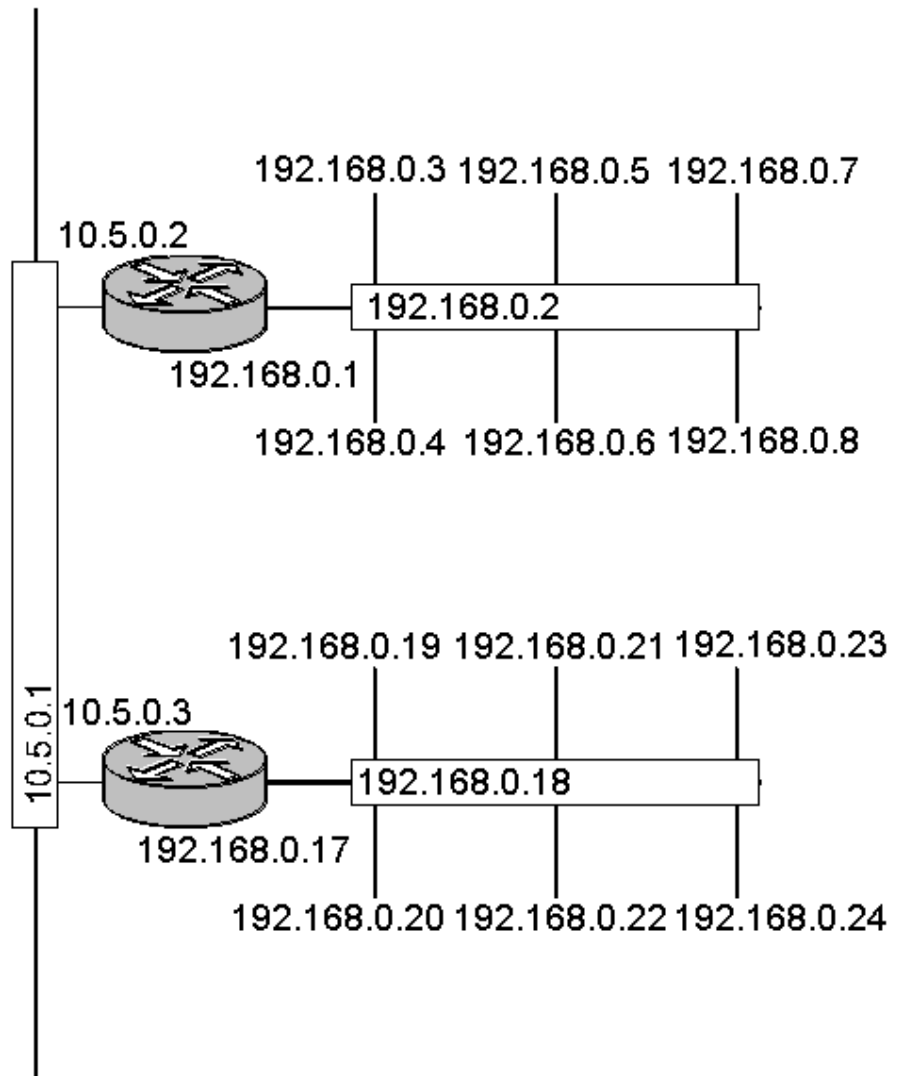
10BaseT (TP/UTP)

Vytváranie kombinovaných sietí

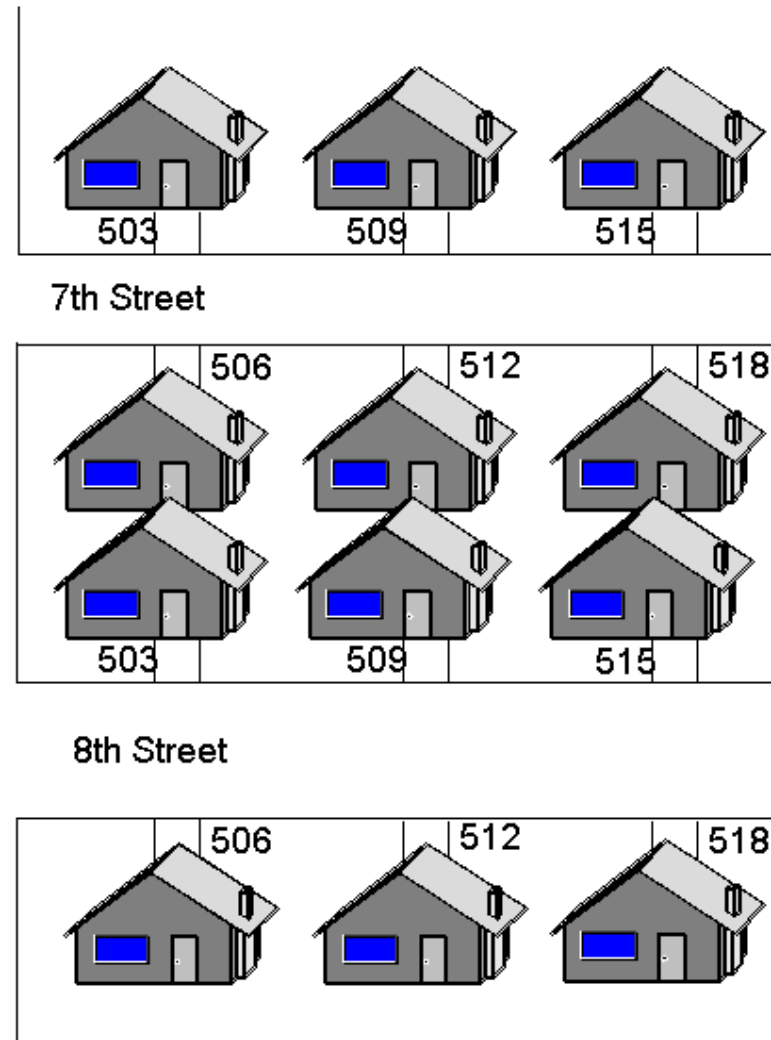
www.helmig.com



Analógia pojmov „Router/Switch“ a „susedstvo“



Network



Neighborhood

Referencie

- www.windowsnetworking.com
- www.wikipedia.org
- www.cisco.com
- www.ethermanage.com