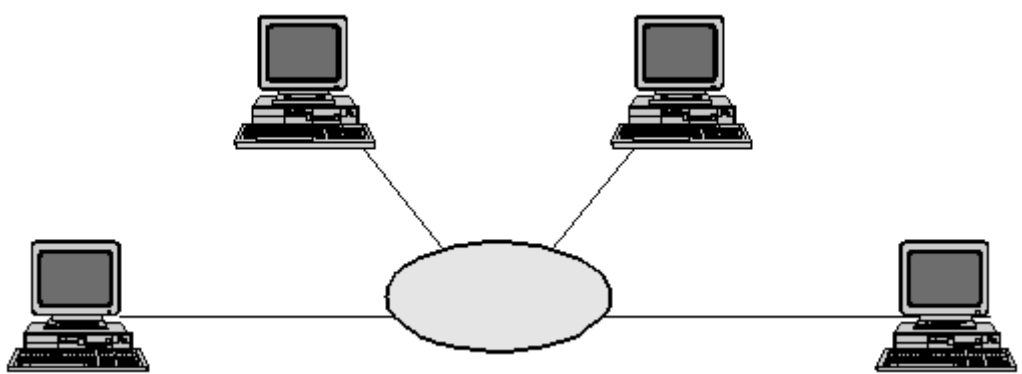


Obr. 3.16: Zbernicová topológia

Obr. 3.16: Zbernicová topológia

Tento obrázok znázorňuje historicky najstarší druh fyzickej topológie, tzv. zbernicu (bus). Počítače sú zapojené paralelne na jedno spoločné prenosové médium (spravidla koaxiálny medený kábel). Signál generovaný jedným počítačom sa šíri po tomto prenosovom médiu ku všetkým ostatným staniciam. Každá stanica tým pádom „počuje“ celú sieťovú premávku, no spracúva len tie dáta, ktoré sú adresované jej. Vysielať do siete smie vždy len jedna stanica.

Výhodou zbernicovej topológie je jej relatívna jednoduchosť. Spomedzi všetkých fyzických topológií má najmenšie materiálové nároky (spotreba kábla). Nové stanice sa dajú pridávať do siete pomerne jednoducho. Má však zásadné nevýhody: ak sa prenosové médium (zbernicový kábel) v ktoromkoľvek mieste preruší, prestáva fungovať celá sieť. Zbernicové siete sú preto spravidla citlivé na manipuláciu s konektormi, pomocou ktorých sa k zbernicovému káblu pripájajú jednotlivé stanice. Okrem toho musí zbernicový kábel byť na oboch koncoch ukončený tzv. ukončovacím odporom (terminátorom), ktorý zabraňuje odrazom signálu od konca kábla späť do siete. Ak na ktoromkoľvek konci kábla terminátor chýba alebo nemá predpísanú impedanciu, sieť prestáva pracovať. V neposlednom rade, vysielajúca stanica obsadzuje prenosové médium po celý čas vysielania a tým zabraňuje ostatným staniciam vo vysielaní. Tie musia čakať, až kým vysielajúca stanica skončí vysielanie. Zbernicové topológie sú preto pomerne náchylné na preťaženie. Navyše v prípade, že poškodená sieťová karta do siete generuje (hoc aj nezmyselný) signál donekonečna (tzv. jabber), nie sú ostatné stanice schopné komunikovať a sieť je opäť nefunkčná.

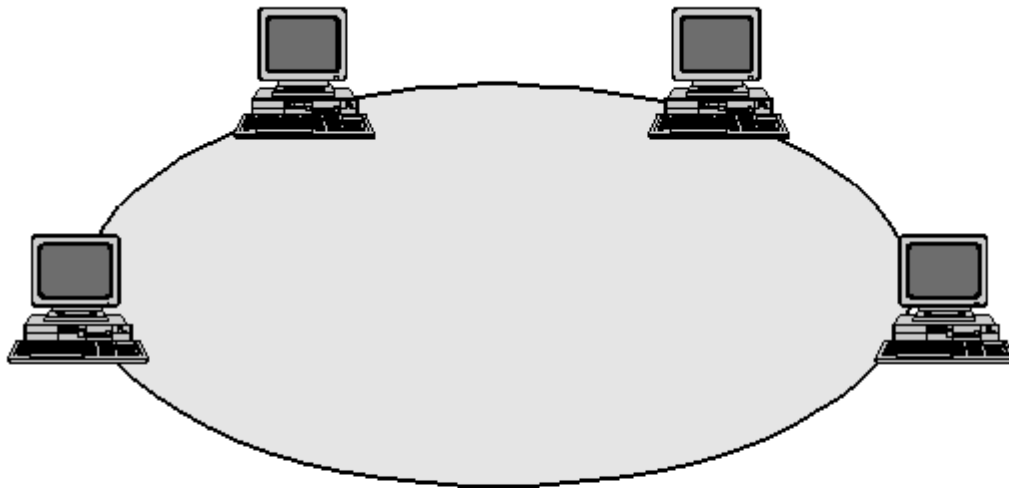


Obr. 3.17: Hviezdicová topológia

Ďalšou možnou topológiou je hviezdicová fyzická topológia. Pri hviezdicovej topológii je každá stanica prepojená vlastným nezdieľaným médium (opäť spravidla metalickým alebo optickým káblom) s centrálnym bodom siete. Tento centrálny bod, v súčasnosti obvykle switch, je zodpovedný

za šírenie signálu od vysielaajúcej stanice k ostatným staniciam. Podľa typu siete a inteligencie centrálnemu bodu je buď signál šírený od vysielaajúcej stanice všetkým ostatným staniciam (ak je to hub), alebo len k tej stanici, ktorá má byť príjemcom (ak je to switch). Podobne ako v prípadne zbernicovej fyzickej topológii, aj tu sú použiteľné všetky druhy prístupových metód, no najobľúbenejšou je opäť CSMA/CD.

Hviezdicová topológia má veľkú výhodu v tom, že poškodenie kábla, ktorým je stanica pripojená k centrálnemu bodu, nemá nijaký vplyv na fungovanie zvyšku siete. Len porucha na centrálnom bode je schopná znefunkčniť celú sieť. Navyše, ak to použitá sieťová technológia a centrálny bod dovoľujú, odosielané dáta sa nešíria k všetkým staniciam, ale len k tej, ktorá je ich skutočným adresátom. Nevýhodou hviezdicovej topológie je jej potenciálne vyššia náročnosť na materiál prenosového média a v prípade poruchy centrálného zariadenia výpadok celej siete.. Hviezdicová fyzická topológia je definitívne dnes najpoužívanejšia.



Obr. 3.18: Kruhovú topológiu

Ďalšou z možných topológií je kruhovú topológiu. Jednotlivé stanice sú medzi sebou fyzicky prepojené do kruhu. Ako médium sa používa metalický alebo optický kábel. Dáta sa pohybujú v definovanom smere (nie oboma smermi) od jednej stanice k druhej. Každá stanica skontroluje, či dáta patria jej, a ak nie, posunie ich ďalej stanici.

#### 4 Počítačové siete a sieťová komunikácia

##### 4.1 Dátová komunikácia

##### 4.1.6 Topológie sietí a ich klasifikácia

##### 4.1.6.2 Bežné logické topológie

Logická topológia siete hovorí o tom, akým spôsobom sa dáta v sieti pohybujú medzi stanicami. Logická topológia je nezávislá od fyzickej, no pre každú logickú topológiu existuje nejaký vzor či pôvod vo fyzickej topológii, ktorým je inšpirovaná. V praxi sa používajú dve logické topológie: zbernica a kruh.

V zbernicovej logickej topológii sa dáta šíria od vysielaajúcej stanice k všetkým ostatným staniciam naraz. Typickým predstaviteľom tejto topológie je sieť Ethernet. Zbernicová logická topológia sa v Ethernete používa dodnes, nezávisle na tom, či konkrétna fyzická topológia inštalovanej ethernetovskej siete je zbernicová alebo hviezdicová. S nástupom switchov sa tok dát v ethernetovských dát zracionalizoval (rámce nie sú posielané všetkým staniciam, ale len do tej časti siete, v ktorej sa nachádza príjemca), avšak povahu zbernicovej logickej topológie to nemení.

V kruhovej logickej topológii sa doručované dáta posúvajú v istom pevne poradí od jednej

stanice k druhej. Stanica, ktorej dáta patria, si ich preberie, všetky ostatné stanice tieto dáta ignorujú.

#### **4 Počítačové siete a sieťová komunikácia**

##### **4.1 Dátová komunikácia**

##### **4.1.7 Klasifikácia sietí podľa veľkosti a geografickej rozlohy**

Komunikačné siete existujú v najrozmanitejších veľkostiach. Niektoré siete pokrývajú územia kontinentov, iné sú zasa ohraničené na priestor pracovného stola. Pritom sa vo veľkých sieťach využívajú iné technológie a protokoly než v sieťach malých. Prax si preto vyžiadala vznik klasifikácie komunikačných sietí podľa ich rozlohy. Je však potrebné povedať, že táto klasifikácia nie je presne vymedzená a zadelenie sietí do jednotlivých kategórií sa deje často skôr intuitívne.

- **PAN – Personal Area Network.** Kategória PAN sietí vznikla len nedávno. Patria do nej siete, ktoré sa – obrazne povedané – zmestia na pracovný stôl. Zaraďujeme sem zariadenia prepojené technológiou Bluetooth, infračerveným rozhraním IrDA, prostredníctvom zbernice USB alebo FireWire a ďalšími. Tieto siete prenášajú dáta rýchlosťami rádovo 100 kbps až 100 Mbps. Ako prenosové médium sa využíva buď metalické vedenie alebo bezdrôtové rádiové či infračervené rozhranie.
- **LAN – Local Area Network.** Siete LAN sú počítačové siete malého rozsahu, inštalované v rámci miestností až v rámci jednotlivých budov. Obvykle sa používa technológia Ethernet a jej varianty. Prenosové rýchlosti sa pohybujú rádovo v rozsahu 10 Mbps až 10 Gbps. Typickým prenosovým médium je metalické vedenie, optické a bezdrôtové rádiové spojenie.
- **MAN – Metropolitan Area Network.** Siete MAN pokrývajú menšie geografické územia, spravidla medzi niekoľkými budovami až v rozsahu siete pokrývajúcej územie mesta či metropoly (napríklad sieť prepájajúca budovy jednej univerzity v rámci mesta). Pôvodne sa používali modemové spoje či sieťové technológie Frame Relay, FDDI a iné. V súčasnosti sa aj v MAN sieťach začínajú s úspechom využívať ethernetovské technológie nad optickými vláknami. Prenosové rýchlosti sa dnes pohybujú v rozmedzí 100 kbps až 1 Gbps. Dominujúcimi prenosovými médiami sú metalické a optické vedenia, rozširuje sa i použitie bezdrôtových rádiových technológií.
- **WAN – Wide Area Network.** Siete WAN sú siete pokrývajúce veľké geografické územia medzi mestami, štátmi a kontinentami. Použité sieťové technológie sú veľmi rozmanité: SDH, PDH, ISDN, ATM, Frame Relay, X.25 a ďalšie. Technológia Ethernet sa využíva len výnimočne. Prenosové rýchlosti sa typicky nachádzajú v rozmedzí rádovo 100 kbps až 1 Gbps. Využívajú sa všetky druhy prenosových médií – metalické, optické i bezdrôtové rádiové.

#### **4 Počítačové siete a sieťová komunikácia**

##### **4.1 Dátová komunikácia**

##### **4.1.8 Sieťové technológie**

##### **4.1.8.1 Ethernet**

Najpoužívanejšou prenosovou technológiou lokálnych sietí je dnes Ethernet. Jeho koncepcia však pochádza z doby, keď možnosti výrobných technológií a požiadavky používateľov boli dosť odlišné od tých dnešných. Ethernet síce istú dobu odolával zmenám vo svojom okolí, ale potom sa aj on musel prispôbiť. K akým zmenám teda v Ethernete došlo, a kam vôbec jeho vývoj smeruje?

Počiatky Ethernetu sa datujú do roku 1973, kedy vo výskumnom stredisku PARC (Palo Alto Research Center) firmy Xerox skupina odborníkov okolo Roberta Metcalfa pracovala na vývoji prenosovej technológie, vhodnej pre potreby lokálnych počítačových sietí. Ich návrh pritom vychádzal

z potrieb vzájomného prepojenia počítačov Alto (predchodcov dnešných výkonných pracovných staníc), ktoré sa v tej dobe v stredisku PARC vyvíjali.

Samotné počítače Alto príliš veľkú diery do sveta neurobili. Pre ne vyvíjaný Ethernet sa však ukázal omnoho životaschopnejší. Jeho prvotná verzia prilákala pozornosť ďalších dvoch firiem (DEC a Intel), a tie potom spolu s firmou Xerox pokračovali v jeho ďalšom vývoji v rámci spoločného projektu (započatého v roku 1979). V roku 1980 bola koncepcia Ethernetu predložená spoločnosti IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) a jej pracovnej skupine 802.3. Tá ju s drobnými úpravami prevzala, a vydala ako svoj štandard. Súbežne s prijímaním tohto štandardu v rámci IEEE však pokračovali ďalšie vývojové práce na Ethernetu v stredisku PARC, a v roku 1982 vyústili do novej verzie Ethernetu (označovanej ako Ethernet II či DIX Ethernet) - nie celkom zhodnou s verziou IEEE 802.3.

### **Aký bol pôvodný Ethernet?**

Podoba Ethernetu, na prelome sedemdesiatych a osemdesiatych rokov v stredisku PARC, vychádzala na jednej strane z určitých potrieb, a na druhej strane z možností daných vtedajšou technologickou základňou. Výsledkom potom nutne musel byť určitý kompromis. V čom ale spočíval, a ako sa prejavil na relevantných vlastnostiach Ethernetu?

Odpoveď môžeme hľadať v niekoľko relatívne samostatných oblastiach:

v prenosovej rýchlosti (10 Mbps)

v prístupe k využitiu celkovej prenosovej kapacity

vo fyzickej topológii a použitej kabeláži (zbernice a hrubý koaxiálny kábel)

v použitej prístupovej metóde (CSMA/CD)

### **Je 10/100 Mbps dosť alebo málo?**

V dobe, keď podoba Ethernetu vznikala, nikoho nenapadlo, že by 10 a dokonca 100 Mbitov za sekundu mohlo byť málo. Bolo to v dobe, kedy vládu vo svojich rukách pevne držal príkazový riadok a s ním textovo orientované aplikácie, zatiaľ čo náročných grafických aplikácií bolo poskromne a o graficky orientovaných rozhraniach sa používateľom mohlo len snívať. Ešte podstatnejšia však zrejme bola iná skutočnosť: totiž že väčšina vtedajších aplikácií s existenciou lokálnych sietí vôbec nepočítala. Hlavným dôvodom pre budovanie lokálnych počítačových sietí tiež bola potreba transparentného zdieľania súborov a ďalších systémových zdrojov (tlačiareň apod.). Na to bolo 10 Mbps úplne postačujúcich - aspoň na strane uzlov, vystupujúcich v úlohe pracovných staníc.

Desať megabitov za sekundu môže plne postačovať aj v dnešnej dobe - napríklad už len preto, že bežný počítač PC so štandardnou zbernicou po sieti ani rýchlejšie komunikovať nedokáže. Vyššie prenosové rýchlosti teda majú zmysel len pre také počítače, ktoré na to majú vhodné technické predpoklady.

Aj pre výkonné počítače však môže byť 10 až 100 megabitov plne postačujúcich. Záleží totiž na tom, v akej úlohe vystupujú v rámci lokálnej siete, a aké aplikácie sú na nich spúšťané. Napríklad keď dostatočne výkonný počítač vystupuje voči väčšiemu počtu pracovných staníc v úlohe ich súborového servera, môže pre ne byť týchto desať ale aj sto megabitov skutočne málo. Ale keď obsluhuje len niekoľko málo svojich klientov, môže s 10 Mbps vcelku dobre vystačiť. Rovnako tak s nimi môžu vystačiť aj niektoré ďalšie druhy serverov, ako napríklad print servery či rôzne komunikačné servery. V prípade počítačov, na ktorých sú prevádzkované serverové časti aplikácií typu klient/server, záleží na spôsobe vzájomnej komunikácie serverových a klientských zložiek. Tiež pre bežné pracovné stanice môže byť spomínaných desať megabitov úplne postačujúcich, ak sú na týchto staniciach spúšťané aplikácie typu ekonomických agend, editorov apod. Stačiť nemusí až v prípade náročnejších aplikácií, napr. multimediálnych, ktoré požadujú rýchly prísun veľkých objemov dát. Ani v dnešnej dobe nemožno jednoznačne povedať, či desať až 100 megabitov za sekundu je dosť, alebo málo. Záleží na tom, k čomu ich využívame.

V našich úvahách o tom, či desať megabitov za sekundu je dosť alebo málo, je veľmi dôležité si uvedomiť, čo presne znamená tých magických desať megabitov za sekundu. Ide o tzv. prenosovú rýchlosť, ktorú je treba chápať ako veličinu, určujúcu ako dlho trvá prenos jedného bitu: pri 10 Mbps trvá prenos jedného bitu jednu desaťmilióntinu sekundy.

Znamená to, že za jednu sekundu prenesieme desať miliónov bitov? Okrem toho treba mať na pamäti, že zďaleka nie všetky bity, ktoré sa nám podarí preniesť rýchlosťou 10 Mbps, predstavujú užitočné dáta. V jednotlivých dátových rámcoch, ktoré sa po Ethernetovskej sieti prenášajú, musí byť obsadené aj určité režijné položky - napríklad adresa príjemcu, odosielateľa, kontrolný súčet apod. Bity, ktoré tieto položky tvoria, idú na úkor užitočných dát.

### **10 - 100 megabitov pre každého, alebo pre všetkých spoločne?**

Spôsob vzájomného prepojenia jednotlivých uzlov v ethernetovských sieťach predpokladá, že keď jeden uzol nejaké dáta vysielá, jeho vysielanie "počujú" všetky ostatné uzly. To má jednu obrovskú výhodu, spočívajúcu v možnosti prenosu z jedného zdroja k viac príjemcom, a dokonca i v možnosti doručiť jedny a tie isté dáta súčasne všetkým uzlom. Súčasne s tým ale ethernetové siete za uvedenú možnosť platia aj dosť vysokú cenu: to, že všetky pripojené uzly sa musia deliť o všetku dostupnú kapacitu. Ak spolu napr. komunikujú dva uzly, tak táto komunikácia "plne obsadzuje" zdieľané prenosové médium a znemožňuje súčasnú komunikáciu iných uzlov medzi sebou. V dobe, keď prebieha nejaký prenos, musia prípadní ďalší záujemcovia čakať, než sa jediné spoločné médium so svojou prenosovou kapacitou uvoľní.

Vo svojom dôsledku táto stratégia znamená, že jednotlivé uzly síce môžu vzájomne komunikovať rýchlosťou 10 megabitov za sekundu, ale celkový prenosový výkon, ktorý z tejto prenosovej rýchlosti vychádza, je pre všetky uzly spoločný!

Na celú vec by sme sa mohli pozeráť tiež tak, ako keby každý z  $n$  uzlov mal k dispozícii a výhradne pre seba  $n$ -tú časť prenosovej rýchlosti 10 Mbps. Táto predstava by dobre zodpovedala skutočnosti v prípade, že by jednotlivé uzly zaťažovali sieť rovnomerne a súvisle. V skutočnosti je to ale skôr naopak, pretože dátové prenosy majú častejšie príležitostný a nárazový charakter na rozdiel od hlasových a obrazových prenosov v telekomunikáciách.

Aj vďaka tejto skutočnosti dokáže 10 megabitový Ethernet vyhovieť prenosovým nárokom viacuzlových počítačov (pracovných staníc) súčasne - aspoň pokiaľ tieto používajú bežné aplikácie, ktoré nemajú príliš vysoké nároky na pravidelný prísun dát (prípadne aj v reálnom čase).

### **Prenosová metóda CSMA/CD**

Skutočnosť, že všetky pripojené uzly sa musia podeliť o jedno spoločné prenosové médium, vyžaduje existenciu presných pravidiel hry, podľa ktorých zdieľanie tohto média prebieha. Termín "pravidlá hry" tu pritom nie je príliš veľkým nadsadením, pretože práve v prípade Ethernetu ide skutočne o súťaž, v ktorej je hlavnou výhrou právo začať vysieláť po prenosovom médiu. V terminológii lokálnych sietí sa nehovorí o pravidlách hry, ale o tzv. prístupovej metóde. V konkrétnom prípade Ethernetu nesie táto metóda označenie CSMA/CD (od: Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect).

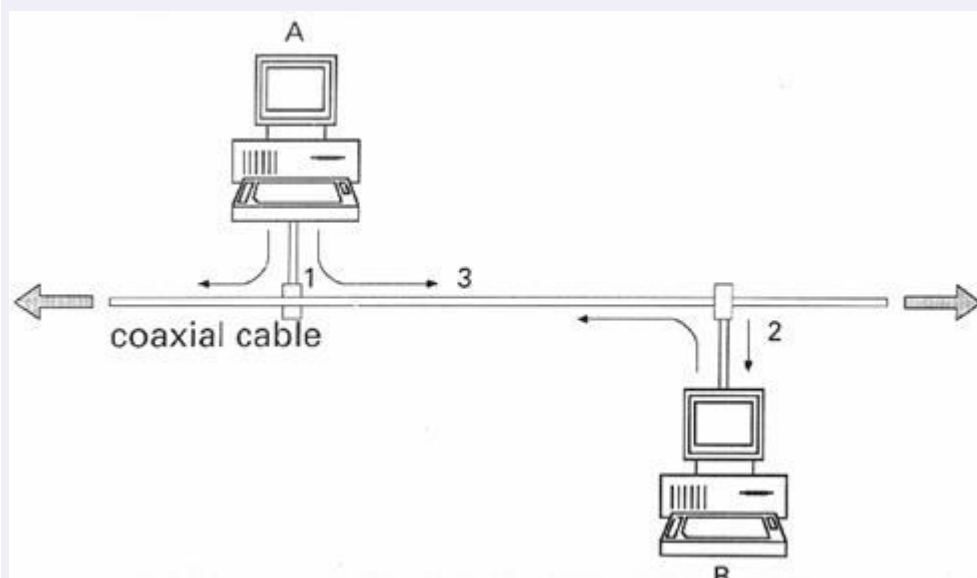
Prístupová metóda CSMA/CD, ktorú Ethernet dostal do vienka už pri svojom zrode, pritom vychádza zo snahy o maximálnu jednoduchosť a efektívnosť pri malom zaťažení siete. Predpokladá, že každý záujemca o právo vysieláť bude najskôr chvíľu počúvať, či práve nevysiela niekto iný (odtiaľ sú prvé dve písmenka, Carrier Sense, v názvu metódy). Ak zistí, že to tak nie je, má právo začať vysieláť sám, zatiaľ čo v opačnom prípade musí čakať na koniec práve prebiehajúceho vysielania.

### **Metóda CSMA/CD využíva princíp všesmerového vysielania (Broadcasting):**

Správa sa jednoducho vysielá všetkými smermi s nádejou, že bude prijatá adresátom. Táto technika je porovnateľná so spôsobom distribúcie rozhlasových signálov s tým rozdielom, že tí, ktorým správa nebola adresovaná ju musia ignorovať.

Pri tejto metóde má významnú úlohu *adresovanie*. Smerovanie má menší význam, pretože všetci účastníci sú pripojení zároveň. Protokol musí zabezpečiť, že komunikačné médium je dosiahnuteľné všetkými účastníkmi a zamedziť konfliktom.

Na nasledujúcom obrázku je časť siete Ethernet.



Obr.3.19: Ukážka siete Ethernet

### Odpočúvanie nosnej (Carrier Sense)

Odpočúvanie nosnej funguje nasledujúcim spôsobom: niekoľko účastníkov je súčasne pripojených na médium Ethernetu. Pokiaľ stanica A chce vyslať dáta, musí najprv zistiť, či niektorá ďalšia stanica práve nevysiela. To zistí jej interface tým, že v médiu hľadá nosnú frekvenciu. Túto činnosť označujeme ako *odpočúvanie nosnej (Carrier Sense CS)*. Pokiaľ nezistí nosnú frekvenciu, stanica A môže vyslať dáta (1). Stanica B rozpozná podľa nosnej frekvencie, že po vedení sú vysielané dáta, takže sama nesmie vyslať, ale *môže prijímať* (2).

### Viacnásobný prístup

O viacnásobnom prístupe (Multiple Access MA) hovoríme preto, lebo niekoľko staníc môže používať rovnaké médium. To znamená, že dve stanice sa môžu niekedy pokúsiť vyslať dáta súčasne, pretože súčasne zistili, že médium nie je obsadené.

### Detekcia kolízie

Tretia a posledná časť mechanizmu musí zistiť kolíziu dát na médiu. Systém detekcie kolízie (Collision Detect CD) pracuje nasledujúcim spôsobom: prenos dát po vedení vyžaduje určitý čas. Je to doba, ktorú potrebuje signál na dosiahnutie konca vedenia. V priebehu tejto doby musí vysielateľ detegovať, či nedošlo ku kolízii. Vysielač kolíziu pozná podľa skreslenia signálu, spôsobeného ďalším vysielateľom. Zastaví prenos a je pritom takmer isté, že prijímač neprijal dáta správne.

Ak je zistená kolízia, oba vysieláče zastavia vysielanie a pokračujú po náhodne zvolenom časovom intervale. Tento časový interval je nevyhnutný, aby sa rovnaká chyba kolízie neopakovala stále.

Jedinou nevýhodou všesmerového vysielania je jej citlivosť na preťaženie. Pokiaľ je počet účastníkov, ktorí chcú vyslať veľký, systém sa stane nepriechodným pre veľký počet kolízií.

Maximálna záťaž pre tento typ siete nesmie nikdy presiahnuť 80%, inak komunikácia úplne zlyhá.

Technológia Ethernet je technológiou 1. a 2. vrstvy OSI modelu. V priebehu času vzniklo mnoho jej variantov, líšiacich sa predovšetkým prenosovou rýchlosťou a použitým prenosovým médium. V dnešných inštaláciách sa takmer výlučne používa variant 100Base-TX s prenosovou rýchlosťou 100 Mbps..

Pre všetky varianty siete Ethernet je typický zhodný formát rámca. Jeho tvar je zobrazený na nasledujúcom obrázku:



Obr. 3.20: Formát ethernetovského rámca

Význam jednotlivých polí:

- **Príjemca:** MAC adresa príjemcu. Nachádza sa zámerne na začiatku rámca, aby ju bolo možné čo najrýchlejšie spracovať.
- **Odosielateľ:** MAC adresa odosielateľa.
- **Typ:** Hodnota v tomto poli určuje, aké dáta sa prenášajú v dátovej časti rámca. Jednotlivé hodnoty tohto poľa a ich významy sú štandardizované a verejne známe, napríklad číslo 0x0800 (2048 v desiatkovej sústave) udáva, že v dátovej časti sa nachádza IP paket.
- **Dáta:** V tejto časti sa prenášajú samotné dáta.
- **CRC:** Toto pole obsahuje kontrolný súčet celého rámca. Príjemca si vypočíta vlastný kontrolný súčet a porovná ho s hodnotou tohto poľa. Ak sa hodnoty nezhodujú, znamená to, že rámec sa nepreniesol správne a príjemca ho zahodí.

Ethernet pôvodne vznikol nad zbernicovou fyzickou topológiou, a teda aj logickou topológiou bola zbernica. Starší variant siete Ethernet, s ktorým sme sa bežne mohli stretnúť ešte niekoľko rokov dozadu, sa označoval 10Base2 a pracoval na rýchlosti 10Mbps. Prenosovým médium bol metalický koaxiálny kábel RG-58 a prístupovou metódou bola CSMA/CD. K zbernicovému káblu boli paralelne pripojené všetky stanice. Tie medzi sebou mohli komunikovať iba poloduplexne – znamená to, že každá stanica síce mohla prijímať i vysielat dáta, avšak nie súčasne. Samotný zbernicový kábel musel mať na oboch svojich koncoch zapojené ukončovacie odpory, tzv. terminátory, ktoré zabraňovali odrazom signálu od koncov vedenia naspäť do kábla. Pre celý priebeh kábla medzi dvomi terminátormi sa zaužíval pojem segment (sieťový segment).

S nástupom kabelážnych systémov, v ktorých sa používali tzv. TP káble (krútené dvojlinky, presnejší popis v kapitole Prenosové médiá), vznikol i nový štandard Ethernetu – 10BaseT. Namiesto zbernicovej fyzickej topológie sa začala používať hviezdicová topológia, no logická topológia zbernice zostala zachovaná. Rovnako zostal zachovaný aj formát rámca, k zmenám došlo iba na fyzickej vrstve. Centrálny bod hviezdicovej topológie tvorili hub-y. 10BaseT Ethernet využíva v TP kábloch 4 žily: 2 na vysielanie a 2 na príjem. Tým sa vytvorili podmienky pre plnoduplexnú prevádzku siete, kde každá stanica dokáže v tom istom momente naraz vysielat i prijímať dáta. Záviselo len na schopnosti sieťových kariet a centrálného bodu, či takisto podporuje plnoduplexnú prevádzku. Je potrebné povedať, že zatiaľčo sieťové karty plnoduplexnú prevádzku umožňovali, väčšina 10Mbps hubov plnoduplexnú prevádzku nepodporovala alebo mala s ňou ťažkosti.

Pri 10BaseT Ethernete je pojem segment synonymom pojmu kolízna doména. Totiž – fyzická topológia je iná než pri 10Base2 a nie je na prvý pohľad jasné, čo by sa pod segmentom malo rozumieť. Treba si však uvedomiť, akú charakteristickú vlastnosť má segment v 10Base2 sieti: môže na ňom vzniknúť kolízia, ktorá sa rozšíri ku všetkým staniciam, ktoré sú k segmentu pripojené. Pri 10BaseT Ethernete, ktorý má v centrálnom bode hub, môže takisto vzniknúť kolízia, ktorá sa rozšíri ku všetkým pripojeným staniciam, a to preto, lebo hub pracuje len ako zosilňovač a rozbočovač elektrických signálov, ktoré sa po sieti pohybujú. A práve tá časť siete, do ktorej sa kolízia môže po svojom vzniku rozšíriť, sa nazýva kolízna doména (alebo segment). Ethernetovská sieť, v ktorej sú (ako centrálné body) použité len huby, tvorí jednu veľkú kolíziu doménu. Je jedno, koľko hubov v sieti je a ako sú vzájomne prepojené. Hovoríme preto, že huby rozširujú kolíziu doménu – pridaním

nového hubu a nových staníc sa kolízna doména zväčší práve o tieto stanice a hub.

Pojem kolíznej domény a jej veľkosti (počtu počítačov v nej) je pri ethernetovských sieťach dôležitý. Čím je kolízna doména väčšia, tým väčšia je aj pravdepodobnosť kolízií (lebo viac počítačov chce komunikovať). S narastajúcim počtom kolízií sa znižuje použiteľná prenosová kapacita siete, lebo čoraz viac jej prostriedkov sa začína míňať na znovuodoslanie rámcov, ktoré boli počas kolízie zničené.

Dalším krokom vo vývoji Ethernetu nad metalickými prenosovým médiami bol štandard 100BaseTx. Jeho maximálna prenosová rýchlosť je 100 Mbps, teda desaťkrát viac než jeho predchodca 10BaseT. Opäť došlo k zmenám len na fyzickej vrstve, funkcie vyšších vrstiev zostali prakticky bezo zmeny. 100BaseTx Ethernet používa ako médium takisto TP kabeláž, fyzická topológia je opäť hviezdicová a logická topológia zostala zbernicová. V centrálnych bodoch sa však namiesto hubov začali používať switche.

Switch pracuje inak ako hub – switch si ukladá prenášané rámce do vnútornej pamäte a až z nej ich odosiela. Rámce, ktoré nemôžu byť odoslané okamžite (napríklad kvôli tomu, že do cieľového portu sa práve odosiela iný rámec), počkajú vo vnútornej pamäti. Okrem toho switche podporujú plne duplexnú prevádzku, teda na každom porte dokážu dáta súčasne vysielat' i prijímať. Všimnime si, že kolízie môžu vzniknúť principiálne vtedy, keď:

a) nie je možné na jednom porte v tom istom čase rámce vysielat' aj prijímať

b) na jeden port sa začnú vysielat' dáta viacerých rámcov súčasne

Switch obe tieto možnosti vylučuje! Znamená to, že switch sám kolízie nespôsobuje, a navyiac, kolízie, ktoré nastanú na jednom z jeho portov, switch nešíri do ostatných portov. Hovoríme preto, že switch kolízne domény rozdeľuje.

Predstavme si ethernetovskú sieť, ktorá bola doposiaľ vybudovaná nad dvomi hubmi prepojenými medzi sebou. Tvorila tak jednu kolíznu doménu. Ak však priame prepojenie medzi týmito hubmi zrušíme a oba zapojíme do switcha, rozdelíme tak jednu kolíznu doménu na dve menšie. Každá z novovzniknutých kolíznych domén je tvorená daným hubom a k nemu pripojenými počítačmi. Ak by sme všetky počítače pripojili priamo k switchu, eliminujeme kolízne domény úplne.

## **4 Počítačové siete a sieťová komunikácia**

### **4.1 Dátová komunikácia**

#### **4.1.8 Sieťové technológie**

##### **4.1.8.2 Siete 802.11b/g**

Siete štandardu 802.11 sú bezdrôtové siete, v ktorých sa dáta prenášajú rádiovým signálom. Dnes najbežnejšie rádiové siete sú buď štandardu 802.11b, alebo 802.11g. Hlavným rozdielom je prenosová rýchlosť – maximálna prenosová rýchlosť pri 802.11b je 11Mbps, pri 802.11g vzrástla až na 54 Mbps. Pritom siete 802.11g sú spätne kompatibilné so svojimi staršími predchodcami 802.11b.

Kľúčovými aktívnymi komponentami sietí 802.11b/g sú tieto zariadenia:

**Klient:** Klient má funkciu bežnej sieťovej karty a pripája sa k počítaču, najčastejšie do PCI alebo PCMCIA slotu, prípadne na USB zbernicu. Klient pre počítač zabezpečuje spojenie s bezdrôtovou sieťou.

**Prístupový bod (access point):** Prístupový bod má jeden sieťový konektor pre pripojenie k bežnej metalickej sieti typu Ethernet a minimálne jeden anténny konektor pre pripojenie rádiovkej antény. Niekedy má anténu nerozoberateľne vstavanú. K prístupovému bodu sa bezdrôtovo môžu pripájať klienti a vďaka nemu získavajú prístup do siete, s ktorou je prístupový bod spojený. Prístupový bod plní vlastne tú istú funkciu ako základňové stanice v mobilných sieťach – spája klientské stanice navzájom a zároveň so zvyškom siete.

**Most (bridge):** v prípade, že je potrebné bezdrôtovo prepojiť celé dve siete, je vhodné použiť tzv.

mosty. Most je bezdrôtové zariadenie, ktoré sa veľmi podobá na prístupový bod – obsahuje jeden sieťový konektor pre spojenie s metalickou ethernetovskou sieťou a aspoň jeden anténny konektor. Ak chceme bezdrôtovo prepojiť dve siete, použijeme na to dva mosty – nastavíme ich, aby sa vzájomne rádiovým spojili a každý z nich pripojíme k jednej sieti. Rozdiel medzi mostom a prístupovým bodom je v tom, že prístupový bod umožňuje pripojiť sa viacerým bezdrôtovým klientom naraz. Most sa nevie s klientom spojiť vôbec (je použitý iný protokol), vie komunikovať len s jedným mostom, ktorý je na druhej strane bezdrôtového spoja.

Každé z týchto zariadení však potrebuje jedno mimoriadne dôležité pasívne zariadenie – anténu. Anténa zabezpečuje príjem a vysielanie rádiového signálu. Od jej vlastností veľmi závisí kvalita, rýchlosť a dosah bezdrôtového spojenia. V zásade rozoznávame tri kategórie antén podľa toho, akú časť okolitého priestoru pokrývajú svojím signálom (a z ktorej zároveň signál prijímajú). Smerové antény vysielajú a prijímajú rádiový signál len v jednom smere, v úzkom výreze okolitého priestoru. Nie sú rušené ostatnými signálmi z iných smerov a vysielaný signál je takisto sústredený len do jedného smeru. Sú preto vhodné na preklopenie veľkých vzdialeností, pri priamej viditeľnosti i niekoľko kilometrov.

Sektorové antény pokrývajú svojím vysielaním a príjmom väčší výrez (sektor) okolitého priestoru, spravidla niekoľko desiatok stupňov uhlovej miery. Tým, že vysielaný signál i príjem je rozložený do širšieho priestoru, je ich dosah prirodzene o niečo nižší ako pri smerových anténach. Sektorové antény sú prednostne určené na pokrytie istej časti priestoru signálom a sú vhodné na súčasné bezdrôtové pripojenie viacerých klientov. Napríklad pokrytie jedného menšieho námestia bezdrôtovým signálom by sa dalo ľahko realizovať sektorovou anténou umiestnenou niekde v rohu námestia. Sektorové antény sú takisto veľmi obľúbené v mobilných sieťach pri základňových staniciach.

Všesmerové antény pokrývajú celý okolitý priestor (360 stupňov uhlovej miery). Používajú sa preto na plošné pokrytie celého územia, v ktorom sa nachádzajú. V porovnaní so sektorovými anténami majú preto opäť o niečo menší dosah.

Všeobecným problémom bezdrôtových sietí je bezpečnosť. Akonáhle naša anténa odošle rádiový signál, nemáme viac nad ním moc. Nedokážeme kontrolovať, kadiaľ sa šíri ani kto má k nemu prístup. Z tohto dôvodu je nevyhnutné prenášané dáta šifrovať.

Štandardy 802.11b/g obsahujú podporu pre šifrovanie dát, tzv. WEP – Wired Equivalent Privacy. WEP je technológia, ktorá na bezdrôtových spojeniach zabezpečuje automatické šifrovanie a dešifrovanie dát. V posledných rokoch sa však ukázalo, že je možné jej ochranu s pomocou výkonného počítača za niekoľko hodín prelomiť a dáta dešifrovať. Preto v súčasnosti vzniká pre bezdrôtové siete nový šifrovací štandard WPA – WiFi Protected Access, ktorý však zatiaľ nie je ešte masovo rozšírený.

Je ešte potrebné poznamenať, že teoretická a reálna prenosová rýchlosť na bezdrôtových sieťach sa môžu významne líšiť. Vďaka použitej prístupovej metóde (CSMA/CA) a množstvu dodatočných dát, ktoré si medzi sebou bezdrôtové zariadenia vymieňajú, je využiteľná prenosová rýchlosť podstatne nižšia: pri štandarde 802.11b je to cca 5.5 Mbps, pri 802.11g vyťažíme zo siete cca 24 – 25 Mbps. Využiteľné prenosové rýchlosti sú teda približne polovicou maximálnej teoretickej rýchlosti.

#### **4 Počítačové siete a sieťová komunikácia**

##### **4.2 Realizácia počítačovej siete**

##### **4.2.1 Prenosové médiá**

Pod slovným spojením „prenosové médium“ sa rozumie materiál alebo prostredie, ktorým sa prenášajú dáta (informácie). Prenosové médiá sa tradične delia do troch kategórií:

- metalické – kovové

- optické (sklené alebo plastové svetlovodivé vlákna)
- bezdrôtové (elektromagnetické žiarenie)

Každé z týchto médií má osobitné vlastnosti a žiadne z nich nie je univerzálne pre ľubovoľné použitie. Pri projektovaní sietí preto bude správca riešiť aj otázku, ktoré prenosové médium pre ktorú časť svojej siete použiť.

#### **4 Počítačové siete a sieťová komunikácia**

##### **4.2 Realizácia počítačovej siete**

##### **4.2.1 Prenosové médiá**

##### **4.2.1.1 Metalické prenosové médiá**

Metalické prenosové médiá sú v počítačových sieťach definitívne najpoužívanejšie. Do tejto kategórie patria všetky druhy kovovej kabeláže, ktorá sa v počítačových sieťach používa. Dáta sa prenášajú kabelážou vo forme elektrických impulzov.

Existujú dva základné druhy metalickej kabeláže: koaxiálna a tzv. krútená dvojlinka (Twisted Pair). Koaxiálny kábel pozostáva z centrálneho medeného vodiča, ktorý je obalený izolačným materiálom (dielektrikom), na ňom sa nachádza medené opletenie (tínenie) a to je pokryté plastovým plášťom. Koaxiálny kábel sa používal v starších ethernetových sieťach a dodnes je populárnym hlavne v anténnych rozvodoch a v rozvodoch káblovej televízie. V súčasných lokálnych sieťach sa však koaxiálna kabeláž na prepájanie počítačov medzi sebou už nepoužíva. Najpoužívanejšie druhy koaxiálnych káblov sú tieto:

- RG-8: pomerne neohybný koaxiálny kábel používaný v tzv. hrubom variante 10Mbps siete Ethernet (10Base5) a v súčasných bezdrôtových sieťach (802.11b/g) medzi anténou a vysielačim/prijímačim zariadením. Priemer kábla je cca 1 cm, jeho impedancia je 50 ohmov. V ethernetových sieťach 10Base5 je maximálna dĺžka RG-8 segmentu 500 m. V bezdrôtových sieťach závisí maximálna dĺžka kábla medzi anténou a zariadením od ziskovosti antény, vysielačieho výkonu a citlivosti zariadenia a od útlmu samotného kábla.
- RG-58: tenký ohybný koaxiálny kábel, ktorý sa dlhé roky používal v tzv. tenkom variante 10Mbps siete Ethernet (10Base2). Priemer kábla je cca 5 mm, impedancia kábla je 50 ohmov, maximálna dĺžka segmentu je 185 m

Koaxiálne káble majú dobré elektrické prenosové vlastnosti – pomerne malý útlm signálu, nízke vyžarovanie elektromagnetického signálu do okolia či dobrú odolnosť voči elektromagnetickému rušeniu zvonku. V počítačových sieťach sa však s rastúcimi požiadavkami na prenosovú rýchlosť začali prejavovať ich obmedzenia. Predovšetkým, koaxiálny kábel nie je vhodné médium, ak má stanica byť schopná v tom istom čase naraz vysielať i prijímať dáta. Navyše, aby bolo možné pri koaxiálnom kábli dosiahnuť vysoké prenosové rýchlosti (100 Mbps a viac), bolo by nevyhnutné používať signály s vysokou frekvenciou. To však nezanedbateľne zvyšuje nároky na parametre kábla, najmä na jeho útlm a maximálnu dĺžku. V neposlednom rade, koaxiálny kábel neumožňuje vytvoriť univerzálnu kabeláž, na ktorej je možné prenášať hlas i dáta.

Dnes je dominantným druhom metalickej kabeláže tzv. krútená dvojlinka – Twisted Pair alebo jednoducho TP. TP kabeláž pozostáva zo štyroch párov žíl v spoločnom plastovom plášti, pričom každý pár žíl je stáčaný do skrutkovice (odtiaľ názov tejto kabeláže). Toto stáčanie má svoje predpísané parametre (počet závitov na jednotku dĺžky) a závisia od neho početné prenosové charakteristiky kábla. Navyše vďaka tomuto stáčaniu párov sa eliminuje vyžarovanie elektromagnetického rušenia z kábla i vplyv vonkajšieho rušenia na prenášaný signál v kábli.

Kvalitu TP kabeláže určujú normy amerických spoločností EIA a TIA. Tieto spoločnosti zadefinovali vo svojej norme EIA/TIA 568A niekoľko kvalitatívnych kategórií, ktoré stanovujú požiadavky na prenosové vlastnosti TP kabeláže. Stručné porovnanie medzi jednotlivými kategóriami sumarizuje tabuľka na URL

<http://www.lanshack.com/cat5e-tutorial.asp#Chart>. Minimálnou požadovanou kategóriou pre dnešné siete je Category 5 Enhanced (Cat5e).

TP kabeláž sa podľa použitého tienenia delí na tieto kategórie:

- UTP (Unshielded Twisted Pair): netienené TP. UTP kábel pozostáva len z 8 žíl v plastovom plášti bez metalického opletenia alebo fólie. Priemer kábla je cca 5 mm, impedancia je 100 ohmov. UTP je v súčasnosti definitívne najpoužívanější variant TP kabeláže, v nových inštaláciách sietí sa však odporúča použiť niektorý z tienených variantov.
- ScTP alebo FTP (Screened TP alebo Foil TP): tienené TP. Kábel obsahuje 8 žíl, ktoré spolu obaľuje kovová fólia (tienenie) a plastový plášť na povrchu. Pozdĺž kovovej fólie sa v kábli nachádza 9. vodič, ktorý je vodičovo spojený s tieniacou fóliou.
- STP (Shielded TP): tienené TP. STP je viacnásobne tienený kábel: každý pár žíl je samostatne obalený kovovou fóliou. Tieto 4 páry sú ako celok obalené ďalšou kovovou fóliou a vonkajším plastovým plášťom.

Tienené TP varianty majú lepšie prenosové parametre a sú menej náchylné na vyžarovanie či príjem rušenia, sú však o niečo drahšie. Pri tienenej kabeláži je nevyhnutné, aby všetky pasívne sieťové komponenty boli na tento účel prispôsobené – teda tienené musia byť aj koncovky, zásuvky, prepojovacie panely a ďalšie. Zároveň nie je možné (resp. je nanajvýš nevhodné) kombinovať tienenú a netienenú kabeláž.

Okrem toho sa TP káble delia podľa celistvosti vnútorných žíl na tzv. solid a stranded káble. Uspokojivý preklad týchto pojmov v slovenčine neexistuje, zaužívali sa len slangové označenia: kábel „solid“ sa zvykne označovať ako „drôt“, kábel „stranded“ ako „lanko“.

Kábel „solid“ („drôt“) obsahuje 8 žíl, z ktorých každá pozostáva len z jedného medeného vodiča („drôtika“), spravidla pomerne neohybného. „Solid“ káble sú preto vhodné ako vedenie medzi zásuvkami a prepojovacími panelmi, avšak nie sú vhodné pre pohyblivé privody, napr. medzi počítačom a zásuvkou alebo medzi prepojovacími panelmi. Ich pohyblivosť je obmedzená a pri nadmernom ohýbaní sa môžu žily zlomiť.

V kábli „stranded“ („lanko“) každá z 8 žíl pozostáva z viacerých tenkých medených vlasov. „Stranded“ káble sú vynikajúco ohybné, preto sú ideálne na použitie v pohyblivých privodoch. Majú však o niečo väčší útlm, a preto by sa nemali používať namiesto „solid“ káblov medzi zásuvkami a prepojovacími panelmi.

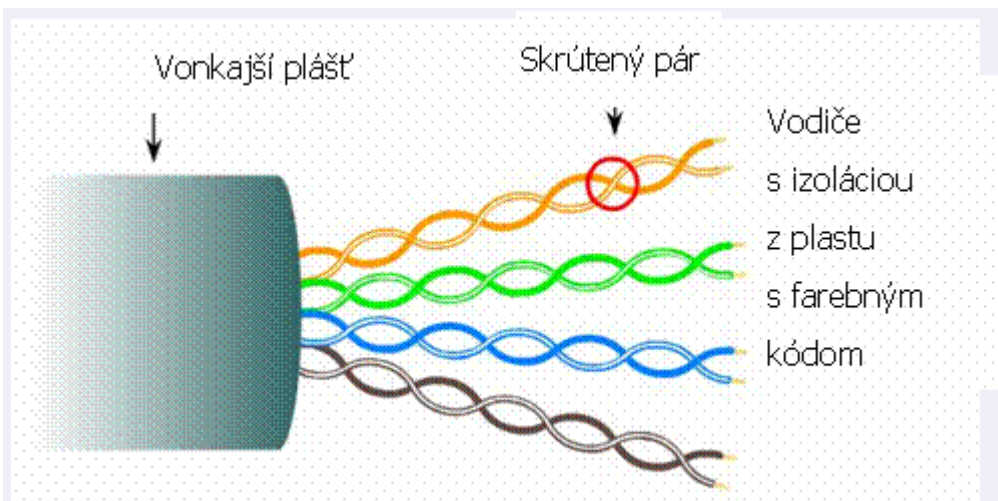
#### **Kategórie káblov UTP (Cat1-7) a STP (Cat3-7):**

- Cat1 - menej ako 1MHz - anal. a digit. prenos hlasu (telefón)
- Cat2 - 4MHz - Token Ring, 4Mbps
- Cat3 - 16MHz - 10base-T, 4Mbps v Token Ring-u
- Cat4 - 20MHz - Token Ring, 16Mbps
- Cat5 - 100MHz - 100Base-T, 1000Base-T (4 páry)
- Cat5e - 100MHz - 1000Base-T
- Cat6 - 250MHz - 10Gbps
- Cat7 - 600MHz

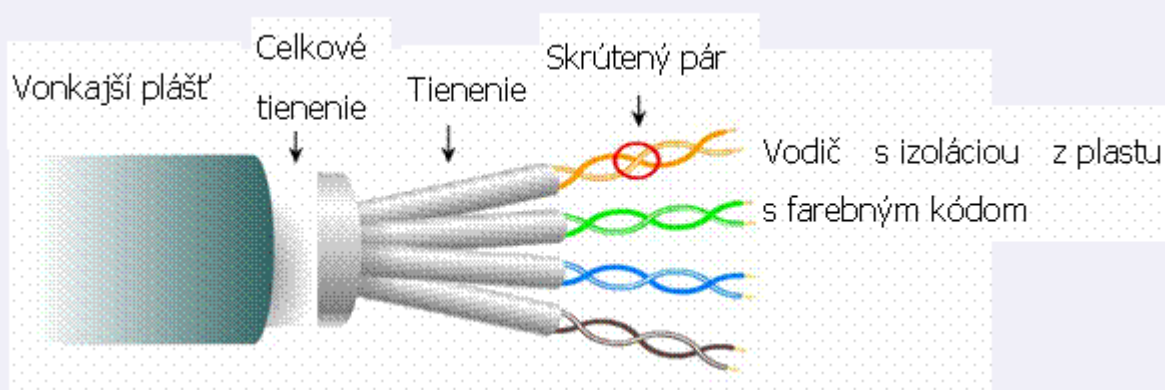
Minimálnou požadovanou kategóriou pre dnešné siete je Category 5 Enhanced (Cat5e).

TP kabeláž sa podľa použitého tienenia delí na tieto kategórie:





- UTP (Unshielded Twisted Pair): netienené TP. UTP kábel pozostáva len z 8 žíl v plastovom plášti bez metalického opletenia alebo fólie. Priemer kábla je cca 5 mm, impedancia je 100 ohmov. UTP je v súčasnosti definitívne najpoužívanější variant TP kabeláže, v nových inštaláciách sietí sa však odporúča použiť niektorý z tienených variantov.
- ScTP alebo FTP (Screened TP alebo Foil TP): tienené TP. Kábel obsahuje 8 žíl, ktoré spolu obaľuje kovová fólia (tienenie) a plastový plášť na povrchu. Pozdĺž kovovej fólie sa v kábli nachádza 9. vodič, ktorý je vodivo spojený s tieniacou fóliou.
- STP (Shielded TP): tienené TP. STP je viacnásobne tienený kábel: každý pár žíl je samostatne obalený kovovou fóliou. Tieto 4 páry sú ako celok obalené ďalšou kovovou fóliou a vonkajším plastovým plášťom.



Obr. 3.24: STP kábel

Tienené TP varianty majú lepšie prenosové parametre a sú menej náchylné na vyžarovanie či príjem rušenia, sú však o niečo drahšie. Pri tienenej kabeláži je nevyhnutné, aby všetky pasívne sieťové komponenty boli na tento účel prispôsobené – teda tienené musia byť aj koncovky, zásuvky, prepojovacie panely a ďalšie. Zároveň nie je možné (resp. je nanajvýš nevhodné) kombinovať tienenú a netienenú kabeláž.

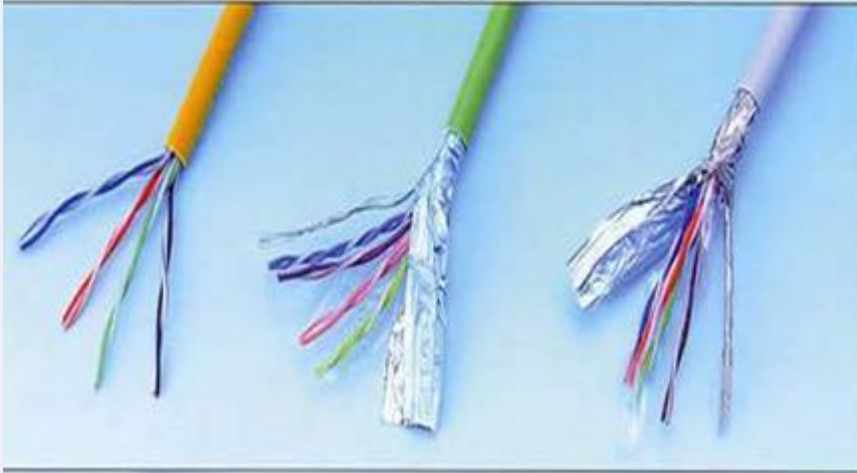
Krútená dvojlinka sa vo všeobecnosti vždy skladá z nasledujúcich častí:

– vodiče:

- sú vždy v pároch vzájomne obtočené okolo seba
- obvykle sú vyrobené z medi
- môžu byť plné alebo splietané
- počet párov je rôzny (2, 4, 6, 8, 25, 50, 100), pre sieťové aplikácie sú to najčastejšie 2 alebo 4 páry

- tienenie (len u STP):
  - fóliové tienenie okolo každého páru vodičov
  - spletané (fóliové) tienenie okolo všetkých párov
- vonkajší plášť:
  - vonkajší kryt vyrobený z PVC (nonplenum) alebo z teflónu príp. kynaru (plenum)

Okrem toho sa TP káble delia podľa celistvosti vnútorných žíl na tzv. solid a stranded káble. Uspokojivý preklad týchto pojmov v slovenčine neexistuje, zaužívali sa len slangové označenia: kábel „solid“ sa zvykne označovať ako „drôt“, kábel „stranded“ ako „lanko“.



Kábel „solid“ („drôt“) obsahuje 8 žíl, z ktorých každá pozostáva len z jedného medeného vodiča („drôtika“), spravidla pomerne neohybného. „Solid“ káble sú preto vhodné ako vedenie medzi zásuvkami a prepojovacími panelmi, avšak nie sú vhodné pre pohyblivé privody, napr. medzi počítačom a zásuvkou alebo medzi prepojovacími panelmi. Ich pohyblivosť je obmedzená a pri nadmernom ohýbaní sa môžu žily zlomiť.

V kábli „stranded“ („lanko“) každá z 8 žíl pozostáva z viacerých tenkých medených vlasov. „Stranded“ káble sú vynikajúco ohybné, preto sú ideálne na použitie v pohyblivých privodoch. Majú však o niečo väčší útlm, a preto by sa nemali používať namiesto „solid“ káblov medzi zásuvkami a prepojovacími panelmi.

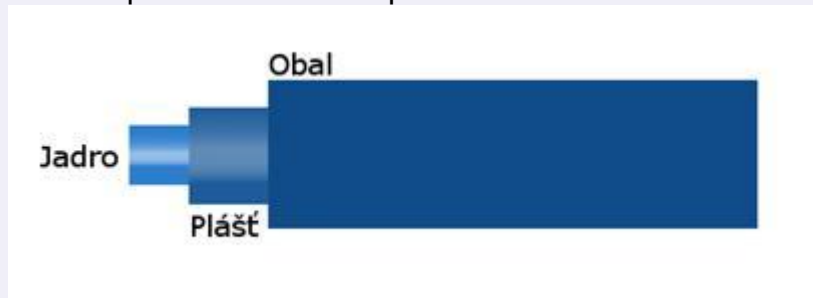
<b>4</b>	<b>Počítačové siete a sieťová komunikácia</b>
<b>4.2</b>	<b>Realizácia počítačovej siete</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Prenosové médiá</b>
<b>4.2.1.2</b>	<b>Optické médiá</b>

V optických médiách sa využíva schopnosť sklenených vlákien prenášať svetelný signál. Zdrojom svetelných impulzov bývajú buď špeciálne LED alebo laserové diódy. Samotné svetlovodivé vlákna sú veľmi tenké a citlivé, bývajú preto uložené v tzv. optických kábloch. V jednom optickom kábli sa nachádza spravidla od dvoch po 48 vlákien (v špeciálnych i viac).

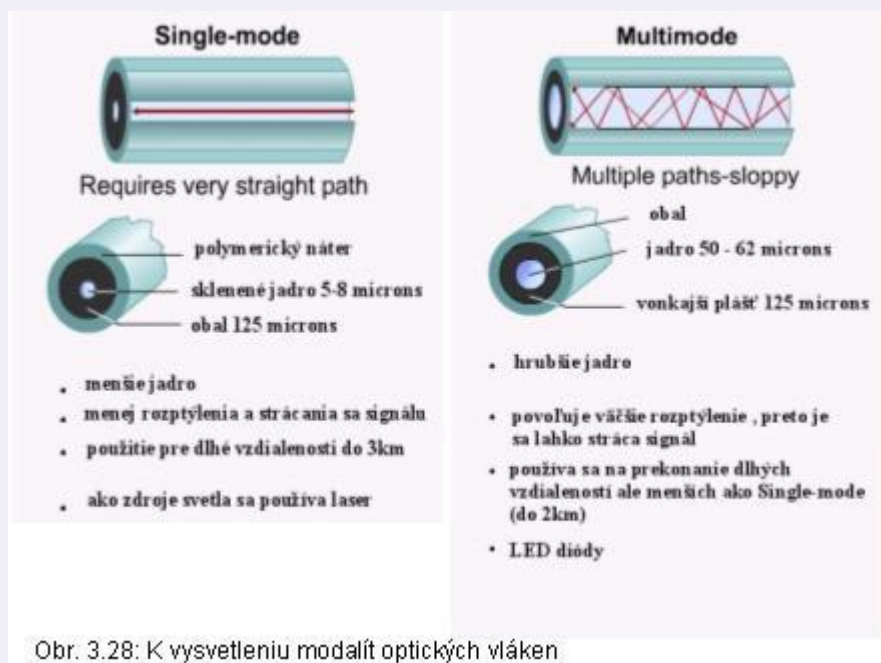


Obr. 3.26: Náčrt optického kábla

Každé optické vlákno sa v priereze skladá z troch častí:



Monomódové vlákna dovoľujú lúču putovať len jednou trasou (priamou, len s minimom odrazov), multimódové vlákna prenášajú lúč mnohými možnými trasami s početnými odrazmi vo vnútri jadra. Monomódové vlákna majú preto lepšie prenosové vlastnosti než multimódové, sú však drahšie a vyžadujú ako zdroj svetla zásadne laserové diódy. Priemer jadra v monomódových vláknach je  $9\text{ }\mu\text{m}$ , priemer celého vlákna s plášťom je  $125\text{ }\mu\text{m}$ . Monomódové vlákna sa pre svoje vynikajúce vlastnosti bežne používajú na preklenovanie väčších vzdialeností – až na desiatky kilometrov.



Obr. 3.28: K vysvetleniu modalít optických vlákien

Monomódové vlákna dovoľujú lúču putovať len jednou trasou (priamou, len s minimom odrazov), multimódové vlákna prenášajú lúč mnohými možnými trasami s početnými odrazmi vo vnútri jadra. Monomódové vlákna majú preto lepšie prenosové vlastnosti než multimódové, sú však drahšie a vyžadujú ako zdroj svetla zásadne laserové diódy. Priemer jadra v monomódových vláknach je  $9\text{ }\mu\text{m}$ , priemer celého vlákna s plášťom je  $125\text{ }\mu\text{m}$ . Monomódové vlákna sa pre svoje vynikajúce vlastnosti bežne používajú na preklenovanie väčších vzdialeností – až na desiatky kilometrov.



Obr. 3.29: Monomódové optické vlákno

Pri multimódových vláknach sa môžu ako zdroj svetla používať aj laserové, aj LED diódy. Priemer jadra v multimódových vláknach je – podľa typu –  $50$  alebo  $62.5\text{ }\mu\text{m}$ , priemer celého vlákna s plášťom je  $125\text{ }\mu\text{m}$ . Maximálna dĺžka multimódového kábla je  $2\text{ km}$ . Multimódové vlákna sú preto

veľmi obľúbené v LAN sieťach a na preklenutie nevelkých vzdialeností.

V porovnaní s optickými médiami majú metalické médiá početné nevýhody. Metalická kabeláž je citlivá na vonkajšie elektromagnetické rušenie a takisto sama vyžaruje rušenie do okolia. Navyše, signál prenášaný v jednom páre žíl sa indukuje do ostatných párov v kábli a nastávajú tzv. presluchy, ktoré takisto degradujú kvalitu prenášaného signálu. Dĺžka metalickej kabeláže je obmedzená, súčasné normy stanovujú maximálnu dĺžku TP segmentu na 100 metrov. Nad túto vzdialenosť prestávajú byť sieťové zariadenia schopné rozoznať a spracovať prenášaný signál. Metalická kabeláž nie je vhodná na vonkajšie použitie, pretože je ohrozená indukovanými napätiami z okolia (napr. výbojmi atmosférickej elektriny).

Optické káble majú oproti metalickým rad výhod. Predovšetkým, sú prakticky imúnne voči vonkajšiemu elektromagnetickému rušeniu a sami žiadne rušenie nespôsobujú. Takisto nemajú problém s presluchmi. Nie sú elektricky vodivé, a preto nie sú ohrozené výbojmi atmosférickej elektriny. Zároveň pri prepájaní priestorovo vzdialených sietí eliminujú problém rozdielných potenciálov zeme. Svetelný signál dokáže prenášať na podstatne väčšie vzdialenosti a je možné dosiahnuť rádovo vyššie prenosové rýchlosti než pri inom druhu média.

Nevýhodou optických káblov je technická náročnosť ich inštalácie a starostlivosti o konektory. Samotné konektory musia byť udržiavané v čo najlepšej čistote. Optické káble nesmú byť ohnuté s príliš malým polomerom („zalomené“), pretože sa prenášaný lúč môže začať odrážať naspäť v kábli buď smerom k odosielateľovi, alebo smerom von z jadra optického vlákna, a útlm optického kábla dramaticky vzrastie.

## **4 Počítačové siete a sieťová komunikácia**

### **4.2 Realizácia počítačovej siete**

#### **4.2.1 Prenosové médiá**

##### **4.2.1.3 Bezdrôtové prenosové médiá**

Pod bezdrôtovými médiami sa rozumie prenos informácie buď rádiovým signálom, alebo svetelným lúčom otvoreným priestorom, bez použitia metalického, optického alebo iného kábla.

Prenos informácie rádiovým signálom je nám dôverne známy – vďaka nemu funguje televízia, rozhlas či mobilné telefónne siete. Samotným nositeľom informácie sú elektromagnetické vlny. Dôležitým faktorom je ich frekvencia a vysielačový výkon. Čím vyššiu frekvenciu majú tieto vlny, tým rýchlejšie teoreticky dokážeme dáta prenášať. So stúpajúcim výkonom zasa vzrastá vzdialenosť, na ktorú je možné dáta prepraviť. V dnešnej dobe sa používajú frekvencie rádovo jednotiek až desiatok GHz a preklenuteľná vzdialenosť sa pohybuje na úrovni desiatok kilometrov vzdušnou čiarou. Bežné prenosové rýchlosti dosahujú desiatky Mbps.

Výhodou rádiového signálu ako média je, že sa šíri „sám od seba“ a nevyžaduje použitie nijakých káblov. Rádiové siete sa pomerne ľahko rozširujú. Mnohokrát sú jedinou alternatívou, kde by iné médium zlyhalo alebo sa nedalo použiť – napríklad ťažké horské terény, hustá mestská zástavba, komunikácia s družicami, hromadné pokrytie mnohých účastníkov... Obrovskou výhodou je mobilita – kým sme v dosahu signálu, môžeme sa so svojim zariadením voľne pohybovať, a predsa máme stále spojenie so sieťou. Rádiový signál má (obmedzenú) schopnosť šíriť sa aj cez prekážky, napríklad cez priečky budov alebo cez stromy.

Nevýhod rádiového signálu je viacero. Rádiový signál, ktorý sa šíri priestorom, môže zachytiť (a odpočúvať) ktokoľvek, aj nepovolaný človek. Cesta šírenia signálu sa dá ovplyvňovať len minimálne. Ak medzi dvoma komunikujúcimi stanicami nie je priama viditeľnosť, dosah rádiového signálu výrazne klesá. Na rádiový signál rušivo vplýva činnosť iných elektrických zariadení či atmosférické výboje elektriny (napr. búrky). Problémy vzniknú aj vtedy, keď sa jedným priestorom šíri viacero signálov rovnakej alebo podobnej frekvencie – budú sa navzájom rušiť. Z tohto dôvodu je takisto rozsah voľne použiteľných frekvencií obmedzený a len niektoré frekvenčné rozsahy je možné používať pre osobné účely (tzv. bezlicenčné pásma). Všetky ostatné frekvencie sú vyhradené Telekomunikačným úradom SR a ak chceme niektorú rezervovanú frekvenciu v nejakej lokalite SR využívať, musíme požiadať TÚ SR o pridelenie licencie.

Optické bezdrôtové médium je založené na šírení svetelného lúča otvoreným prostredím, presne na tom istom princípe, na akom pracujú napr. diaľkové ovládače TV či videa. Zariadení, ktoré využívajú tento spôsob, je však len minimum a spravidla sa jedná o neštandardné riešenia, ktoré sa v praxi masovo neuplatňujú.

#### **4 Počítačové siete a sieťová komunikácia**

##### **4.2 Realizácia počítačovej siete**

##### **4.2.2 Štruktúrovaná kabeláž a jej komponenty**

##### **4.2.2.1 Štruktúrovaný kabelážny systém**

Pod pojmom „štruktúrovaná kabeláž“ sa rozumie kabelážny systém, ktorý v sebe sústreďuje a zjednocuje siete pre prenos dát, hlasu, telefónnych signálov, videa, ba môže zahŕňať aj bezpečnostné a riadiace siete či slaboprúdové napájacie okruhy. Namiesto toho, aby v budove či v organizácii existovala pre každý účel samostatná kabeláž, integruje štruktúrovaný kabelážny systém všetky tieto služby nad jedinou inžiniersku sieť, v ktorej má administrátor možnosť kedykoľvek rozhodnúť, aká služba sa v ktorej koncovej zásuvke bude poskytovať. Súčasťou štruktúrovaného kabelážneho systému preto nie sú len počítače, ale napríklad aj telefóny či videokonferenčné zariadenia. V tejto kapitole budeme všetky tieto zariadenia nazývať spoločne účastníckymi zariadeniami, a ich používateľov nazveme účastníkmi.

Štruktúrovaná kabeláž tvorí základný prvok infraštruktúry moderných lokálnych počítačových sietí. Kabelový systém umožňuje prenos nie len dát, ale je používaný aj pre prepojenie telefónov. Prostredníctvom prispôsobovacích prvkov (BALUN) je možné štruktúrovanú kabeláž používať aj pre iné komunikačné systémy – napr. pre prenos videosignálu.

Kabelový systém štruktúrovaných kabeláží budovy je možné rozdeliť do dvoch základných lokalít – lokalita rozvádzača (rozdávacia skriňa – „wiring closet“ – stojanový alebo závesný) a pracovnú oblasť (working area). Rozvádzač a pracovná oblasť sú spojené horizontálnym rozvodom. Ak sa vyskytuje v mieste (budove) viac rozvádzačov, sú rozdelené na centrálny rozvádzač (MDF - main distribution facility) a podružné rozvádzače – IDF (intermediate distribution facility). Centrálny rozvádzač MDF sa v budove nachádza len jeden a ide o najvýznamnejší komponent siete. Podružných rozvádzačov IDF môže byť v kabelážnom systéme bližšie nešpecifikované množstvo. Platí však pravidlo, že každé poschodie by malo mať vlastný rozvádzač, minimálne jeden na každých 1000 m<sup>2</sup>.

Prepojenie MDF a IDF je realizované prostredníctvom tzv. vertikálnych rozvodov. Bývajú optické a metalické. Na prepojenie medzi budovami sa pre dátové komunikácie používajú výhradne káble optické.

Správne použitie štruktúrovaného kabelážneho systému prináša so sebou rad výhod:

- integrovanosť: všetky služby, ktoré sú v organizácii poskytované, sú poskytované nad jedným kabelážnym systémom. Nie je potrebné inštalovať napr. osobitnú sieť pre dáta a pre telefón.

Výhodou integrovanosti je samozrejme úspora financií či materiálu, no podstatnejšie je, že v integrovanej sieti je veľmi jednoduché zabezpečiť, aby v ľubovoľnej zásuvke bol práve ten signál, ktorý od nás účastník v danom momente požaduje. Nech si želá mať vo svojej zásuvke klasický či ISDN telefón, Ethernet, Token Ring, ATM alebo inú sieťovú technológiu, pre štruktúrovaný kabelážny systém je to len otázkou vhodného prepojenia aktívneho prvku a účastníckej prípojky v rozvádzači.

- univerzálnosť: čiastočne súvisí s predchádzajúcim bodom. Štruktúrovaná kabeláž je schopná prevádzkovať najrôznejšie služby a predstavuje základ i pre poskytovanie nových služieb v budúcnosti s minimálnymi úpravami.

Univerzálnosť štruktúrovaného kabelážneho systému umožňuje napríklad pomerne jednoduchý prechod od jednej sieťovej technológie k inej, povedzme zo 100Mbps na 1Gbps Ethernet. Ak je systém vybudovaný na komponentoch kategórie aspoň Cat5e, prechod zo 100Mbps na 1Gbps je len

otázkou výmeny switchov a sieťových kariet.

škálovateľnosť: štruktúrovaná kabeláž je v prípade potreby pomerne ľahko rozširiteľná aj o nových účastníkov, aj o nové technológie a služby

Škálovateľnosť je mimoriadne dôležitá vlastnosť – žiadna sieť nie je nikdy celkom „hotová“, celkom dokončená. V priebehu jej existencie je potrebné pripájať k sieti nových účastníkov a rozširovať portfólio služieb, ktoré sieť ponúka. Štruktúrovaný kabelážny systém má prostriedky na to, aby sa toto rozširovanie dalo realizovať s minimom námahy alebo komplikácií.

- systematickosť: pre realizáciu štruktúrovanej kabeláže existujú normy, predpisy a odporúčania. Vďaka tomu sú štruktúrované kabelážne systémy vzájomne kompatibilné a ich realizácia zodpovedá istému všeobecne platnému poriadku.

Vďaka systematickosti štruktúrovaného kabelážneho systému je možné bez (väčších) problémov použiť v jednom systéme komponenty rôznych výrobcov. Okrem toho, systematickosť zabezpečuje, že všetky štruktúrované systémy sa realizujú a rozširujú podľa určitej spoločnej filozofie, s istými spoločnými východiskovými črtami.

- štruktúrovanosť: v štruktúrovanom kabelážnom systéme majú jednotlivé časti siete svoju presne definovanú funkciu a štruktúru, o ktorej rozhoduje administrátor siete.

Štruktúrovaný kabelážny systém umožňuje pri dodržaní predpisov administrátorovi siete navrhnuť si jej vlastnú štruktúru, topológiu a čiastočne ju upravovať priamo počas prevádzky.

modulárnosť: štruktúrovaný kabelážny systém pozostáva z elementárnych komponentov (modulov). Ich vzájomným kombinovaním vytvárame kabelážny systém na mieru svojich potrieb a kedykoľvek je možné ktorýkoľvek modul zameniť za iný.

Štruktúrovaný kabelážny systém je ako „skladačka“ – z niekoľkých základných druhov komponentov vytvárame celý systém.

Správne štruktúrovaný kabelážny systém musí byť projektovaný **maximálne nezávisle** od konkrétnej sieťovej technológie, ktorá na ňom bude prevádzkovaná. Inými slovami, štruktúrovaný kabelážny systém zasahuje len do fyzickej vrstvy siete (podľa OSI modelu) a nemá byť nijako viazaný na použitú sieťovú technológiu. Inak prichádzame o väčšinu jeho výhod, zvlášť o jeho univerzálnosť. Ešte raz preto pripomíname: štruktúrovaný kabelážny systém je potrebné navrhovať **nezávisle od aktívnej časti siete!**

4	Počítačové siete a sieťová komunikácia
4.2	Realizácia počítačovej siete
4.2.2	Štruktúrovaná kabeláž a jej komponenty
4.2.2.2	Komponenty štruktúrovaného kabelážneho systému

- Kabeláž: samotné prenosové médium, na ktorom je štruktúrovaný kabelážny systém vybudovaný. Výber druhu kabeláže a jej kvality závisí od potrieb (a finančných možností) organizácie. V súčasnosti je bežné použitie UTP alebo ScTP káblov kategórie Cat5e, vzácnejšie Cat6.
- Rozvádzač (rack): uzamykateľná kovová skriňa, do ktorej sú vyvedené káble z jednotlivých účastníckych zásuviek a v ktorej sú uložené aktívne prvky, tzn. switche, routery, prípadne servery a podobne. V racku sa teda zbierajú (koncentrujú) vedenia od jednotlivých účastníckych prípojk.

Rack jednak umožňuje prehľadnú a prístupnú montáž jednotlivých zariadení, jednak ich chráni pred nepovolanými zásahmi. Racky sa podľa svojej veľkosti a vyhotovenia delia na stojanové (stoja na dlážke na vlastných nožičkách) a závesné (visiace na stene). Každý rack je okrem tohto rozdelenia charakterizovaný svojimi rozmermi, predovšetkým svojou výškou, ktorá sa udáva v tzv. jednotkách U. 1U je cca 4.4 cm. Každé zariadenie inštalovateľné do racku má svoju výšku danú ako celočíselný počet jednotiek U. Rack je preto možné dimenzovať na počet zariadení, ktoré sa v ňom budú nachádzať.



Obr. 3.30: Ukážky rackov

- Prepojovacie panely (patch panely): vedenia od účastníckych zásuviek sa v racku ukončujú (zapájajú) v tzv. patch paneloch. Patch panel obsahuje pre tento účel sériu (12, 24, 48) RJ45 portov, do ktorých sa zapájajú vedenia od jednotlivých účastníckych prípojok. Prostredníctvom patch panelov a prepojovacích káblov je možné ľubovoľnému účastníkovi priviesť do jeho zásuvky práve ten druh „signálu“, ktorý potrebuje. Patch panely sa líšia predovšetkým počtom portov, kategóriou (Cat5e, Cat6, ...) a tienením (tienené/netienené). Výber patch panela musí zásadne zodpovedať použitému druhu a kategórii kabeláže.



- Prepojovacie káble (patch káble, patch cordy): káble, ktoré slúžia buď na prepojenie

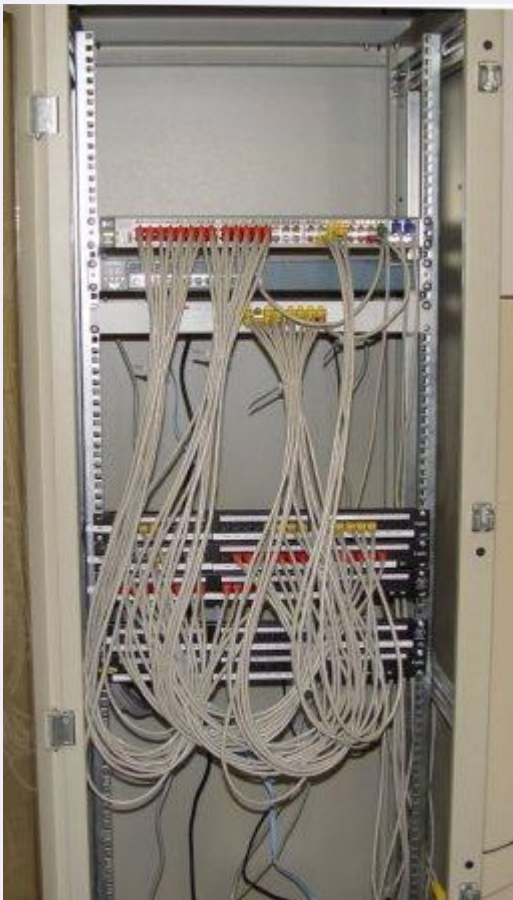
účastníckeho zariadenia a zásuvky na stene, alebo na prepojenie portu (a teda konkrétnej účastníckej zásuvky) na patch paneli s portom na inom patch paneli alebo na aktívnom prvku. Prepojovacie káble musia takisto svojou kategóriou a prípadne tienením zodpovedať patch panelom a použitej kabeláži.



- Zásuvky a konektory: podobne ako v predošlých popisoch, aj pri zásuvkách a koncovkách platí, že sa líšia vyhotovením pre konkrétnu kabelážnu kategóriu a druh tienenia a ich výber musí zodpovedať druhu zvoleného kabelážneho systému



Na nasledujúcom obrázku je fotografia školského racku.



V hornej časti sa nachádzajú 3 switche – Hewlett-Packard, Cisco a Corega. Pod nimi sú upevnené patch panely. Jednotlivé zásuvky z tried a kabinetov školy majú svoje káble vyvedené do zadnej časti patch panelov a tam sú pripojené do portov v patch paneloch. Jednotlivé porty patch panelov a switchov sú prepojené farebne označenými prepojovacími káblami.

#### 4 Počítačové siete a sieťová komunikácia

##### 4.2 Realizácia počítačovej siete

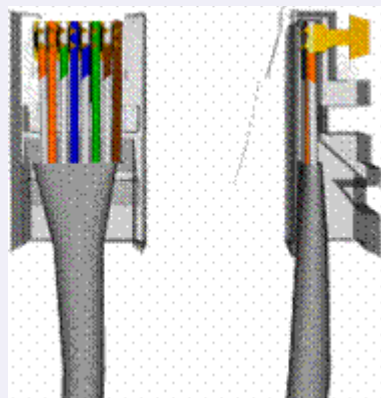
##### 4.2.2 Štruktúrovaná kabeláž a jej komponenty

##### 4.2.2.3 sietí a jej prvkov na báze štruktúrovanej kabeláže

Pri inštalácii štruktúrovanej kabeláže a osadzovaní zásuviek sa používajú dve normy EIA/TIA568A a EIA/TIA568B (a celá sieť musí byť vytvorená len podľa jedného vzoru). Bežne sa používa B variant (európsky ekvivalent ISO/IEC11801).

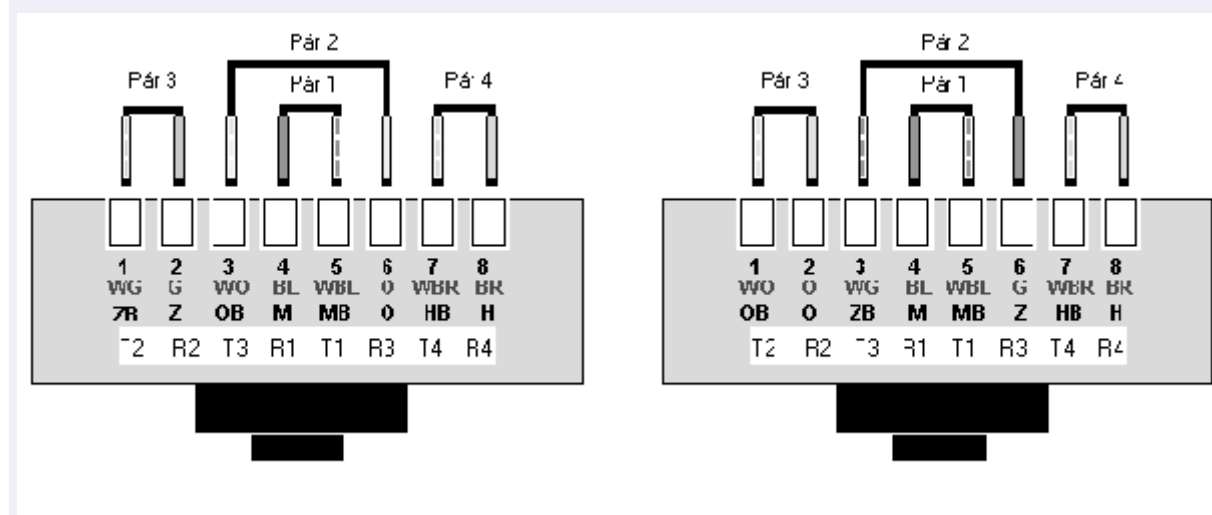
Inštalácia metallickej kabeláže je založená na báze zárezového kontaktného spájania vodičov (napr. konektor RJ45 osadíme na kábel pomocou špeciálnych klieští). Pomocou klieští môžeme odrezať z kábla požadovanú dĺžku, odstrániť plášť kábla a po ručnom nastavení vhodnej polohy jednotlivých žíl a ich vsunutím do koncovky klieští aj osadenie koncovky nalisovaním kontaktov s využitím zabudovaného zárezového mechanizmu. Kontakty sú zarezávajúce s pozláteným povrchom na jednorázové použitie.

Pozn.: Nikdy neosadzujte použitý konektor!



Pre rôzne typy zariadení (hub-počítač, prepínač-počítač atď.) sa používajú TP káble zakončené podľa zapojenia B/B resp. A/A (neskrížené žily) pre rovnaké typy zariadení (hub-hub, prepínač-prepínač, počítač-počítač atď.) káble zakončené podľa A/B alebo B/A tzv. skrížené vodiče.

Zásuvka sa opäť osadí pomocou špeciálneho náradia (boxer, „punch down“) a pre prácu s ním platia tie isté zásady ako pri zástrčke.



Legenda k obrázku:

Obrázky znázorňujú zadný pohľad na zástrčku RJ45. Písmená na obrázku označujú farebné označenie jednotlivých žíl. Tx / Rx – vysielanie/ príjem dát.

ZB (WG) – zeleno-biela

MB (WBL) – modro-biela

Z (G) – zelená

M (BL) – modrá

OB (WO) – oranžovo-biela

HB (WBR) – hnedo-biela

O (O) – oranžová

H (BR) – hnedá

Obr.3.34 Farebné kódovanie v TP kábloch

	piny 1-2	piny 3-6	piny 4-5	piny 7-8
ISDN	napájanie	TX	RX	napájanie
analogový telefón	—	—	TX/RX	—
802-3 (10BASE-T)	TX	RX	—	—
1000BASE-T	Bi <sup>2</sup>	Bi <sup>2</sup>	Bi <sup>2</sup>	Bi <sup>2</sup>
100BASE-VG (802.12)	Bi	Bi	Bi	Bi
100BASE-T4 (802.3u)	TX	RX	Bi	Bi
100BASE-TX (802.3u)	TX	RX	—	—

\*Bi = obojsmerný (bi-directional)

TX = vysielanie (Transmit)

RX = prijímanie (Receive)