



Němeček Vladimír
NET-SYSTÉM Liberec , CCNA/CCNP

Obsah seminářů

- **1. Přenosové systémy LAN/WAN sítí – fyzická, linková a síťová vrstva**
- **2. Směrovací protokoly - RIP, OSPF, IS-IS, BGP**
- **3. Multiprotocol Label Switching (MPLS) - úvod**
- **4. Multiprotocol Label Switching (MPLS) - VPN a další rozšíření**
- **5. QoS na IP sítích**

1. Seminář - obsah

- **OSI referenční model**
- **Sítě lokální a rozsáhlé**
- **Popis fyzické vrstvy**
- **Popis linkové vrstvy**
- **Popis síťové vrstvy**

OSI referenční model

Vytvořen
organizací
ISO v roce
1984



Problém
datové
komunikace
rozdělen na
7 dílčích úkolů-
7 vrstev

Vícevrstvá architektura

- Vrstvy mezi sebou komunikují předepsaným způsobem a vždy jen se sousedy
- Důsledek: pokud se změní jedna vrstva, ostatní to neovlivní
 - Např: po výměně síťové karty nemusím změnit i pošťáka
- Vícevrstvé modely se používají v počítačích často

Funkce modelu

- Data cestují modelem u odesílatele dolů a u příjemce zase nahoru
- Každá vrstva data může pozměnit, obvykle ale jen přidá na začátek a konec doplňkové údaje
- U příjemce se přidané informace zase odebírají, kontrolují a nakonec získáme původní informaci

OSI referenční model - vrstvy



Spojení aplikací a síťových služeb

- Popisuje v jakém formátu a jak mají být data přebírána/předávána od aplikačních programů. Např. protokol Virtuální terminál (VT)

–zde jsou programy,
které uživatelé používají
(poštovní klient, internetový
prohlížeč, ...)

OSI referenční model - vrstvy



Spojení aplikací a síťových služel

Reprezentace a zabezpečení dat

- Zajišťuje, že přenášená data budou čitelná přijímajícím systémem, může také zabezpečovat přenášená data pomocí šifrování a komprese např. jpeg, gif

–překládá data, pokud je zdroj a cíl chápou rozdílně

–může zajišťovat šifrování

OSI referenční model - vrstvy



Spojení aplikací a síťových služeb

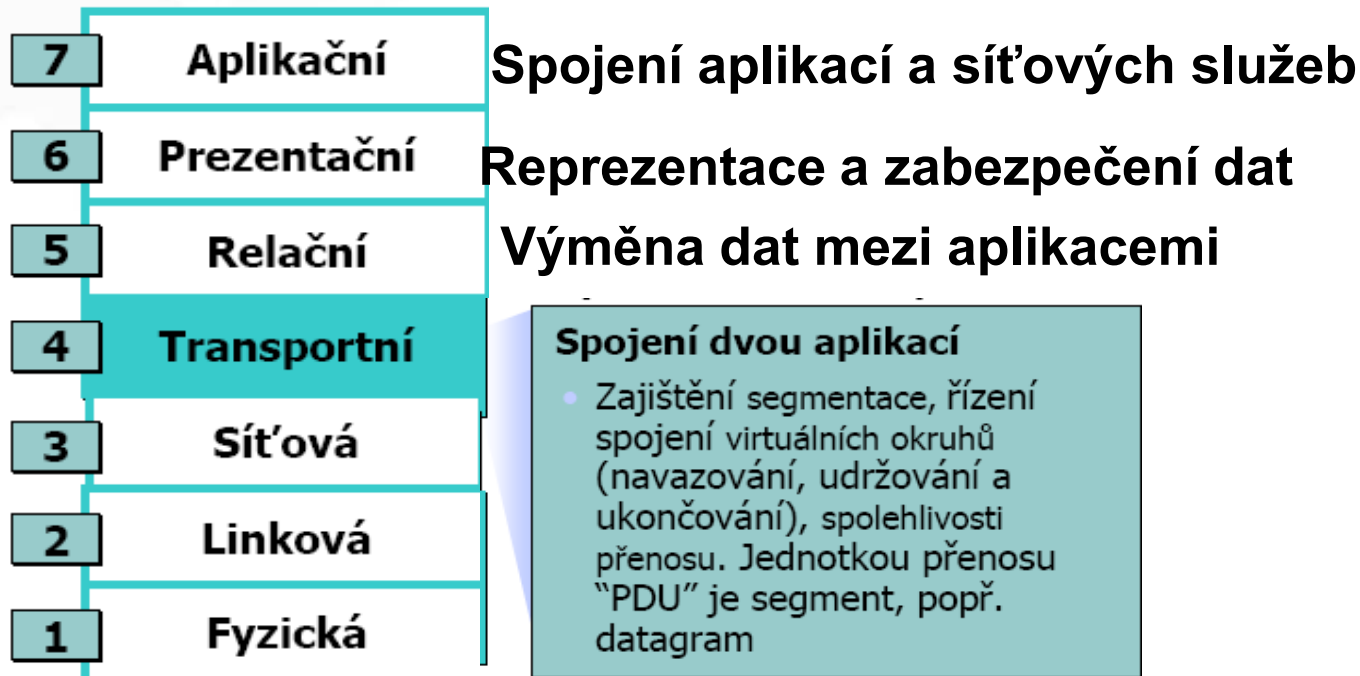
Reprezentace a zabezpečení dat

Výměna dat mezi aplikacemi

- Checkpoint, synchronizace transakcí, korektní uzavírání souborů atd.

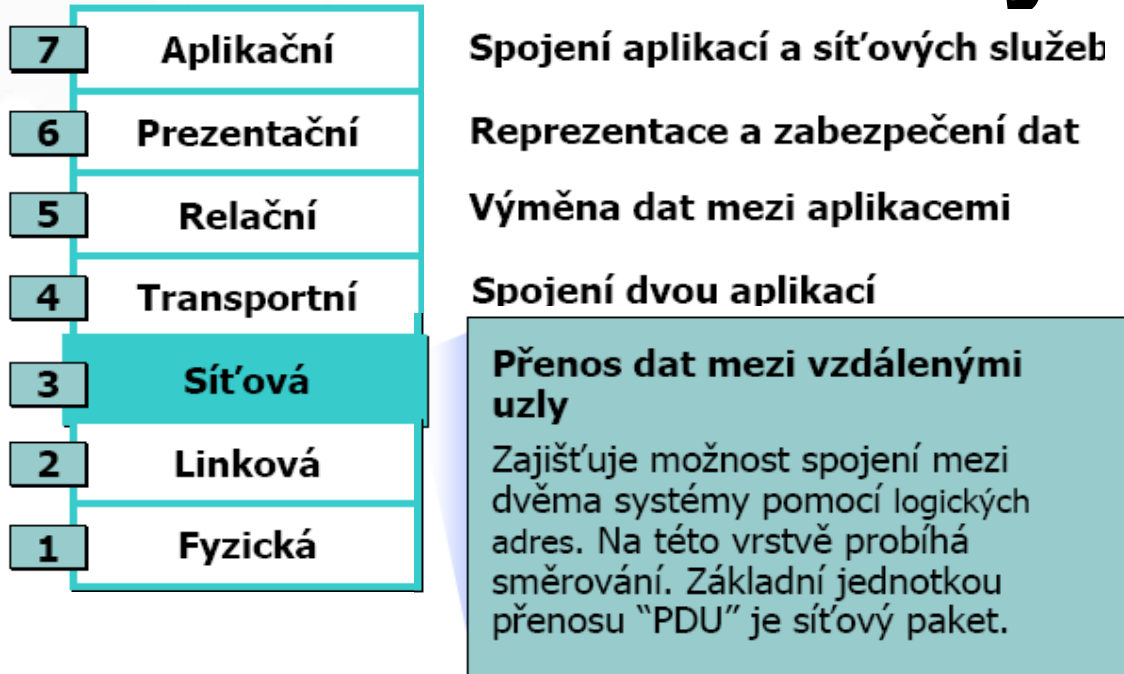
–zajišťuje relace pro vyšší vrstvy např. si pamatuje, že je připojen síťový disk a soubory se pak otvírají pomocí dříve získaných informací

OSI referenční model - vrstvy



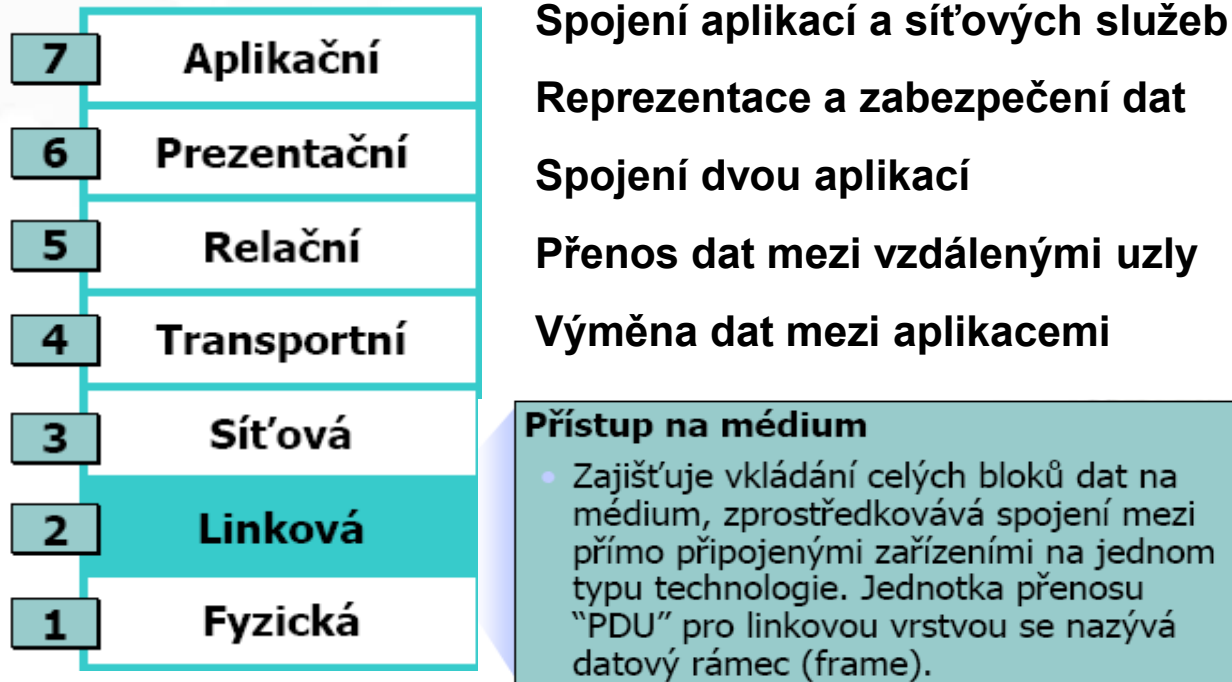
–odliší více různých programů na tomtéž počítači

OSI referenční model - vrstvy



- zavádí nezávislé síťové adresy
- počítače tak lze adresovat podle požadavků uživatelů
- síťové adresy jsou obvykle přidělovány logicky

OSI referenční model - vrstvy

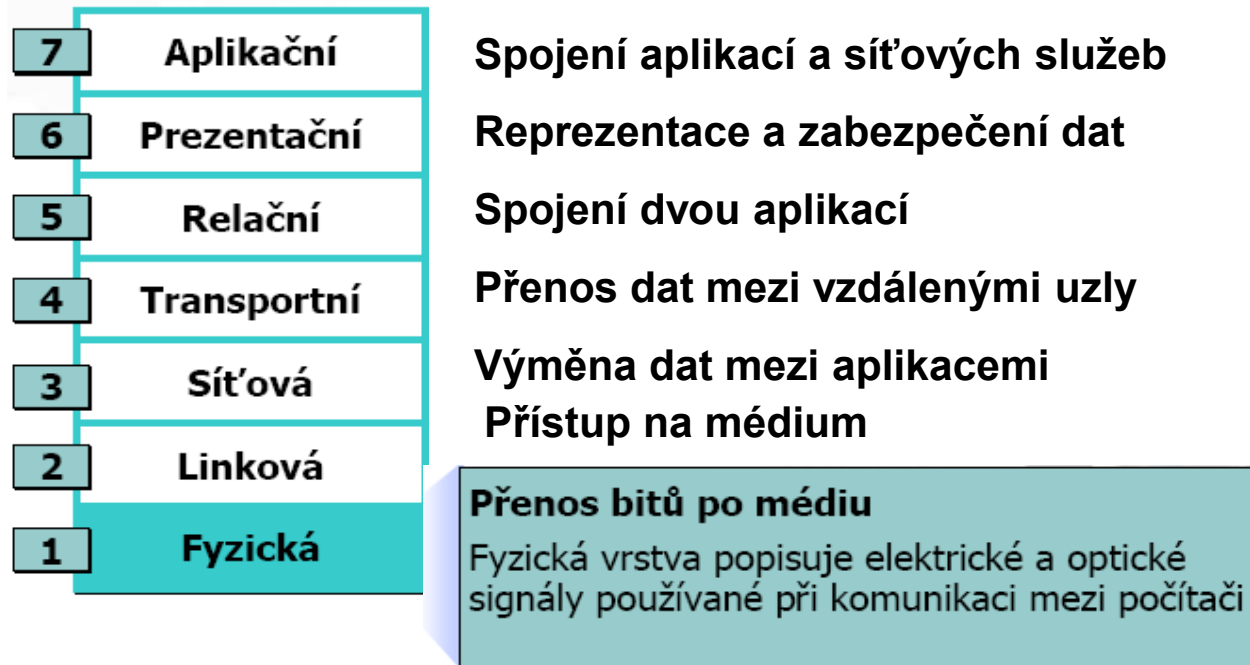


–zajišťuje přenos pomocí fyzické vrstvy

–zajišťuje základní adresaci (MAC/HW) nezávislou na fyzické vrstvě

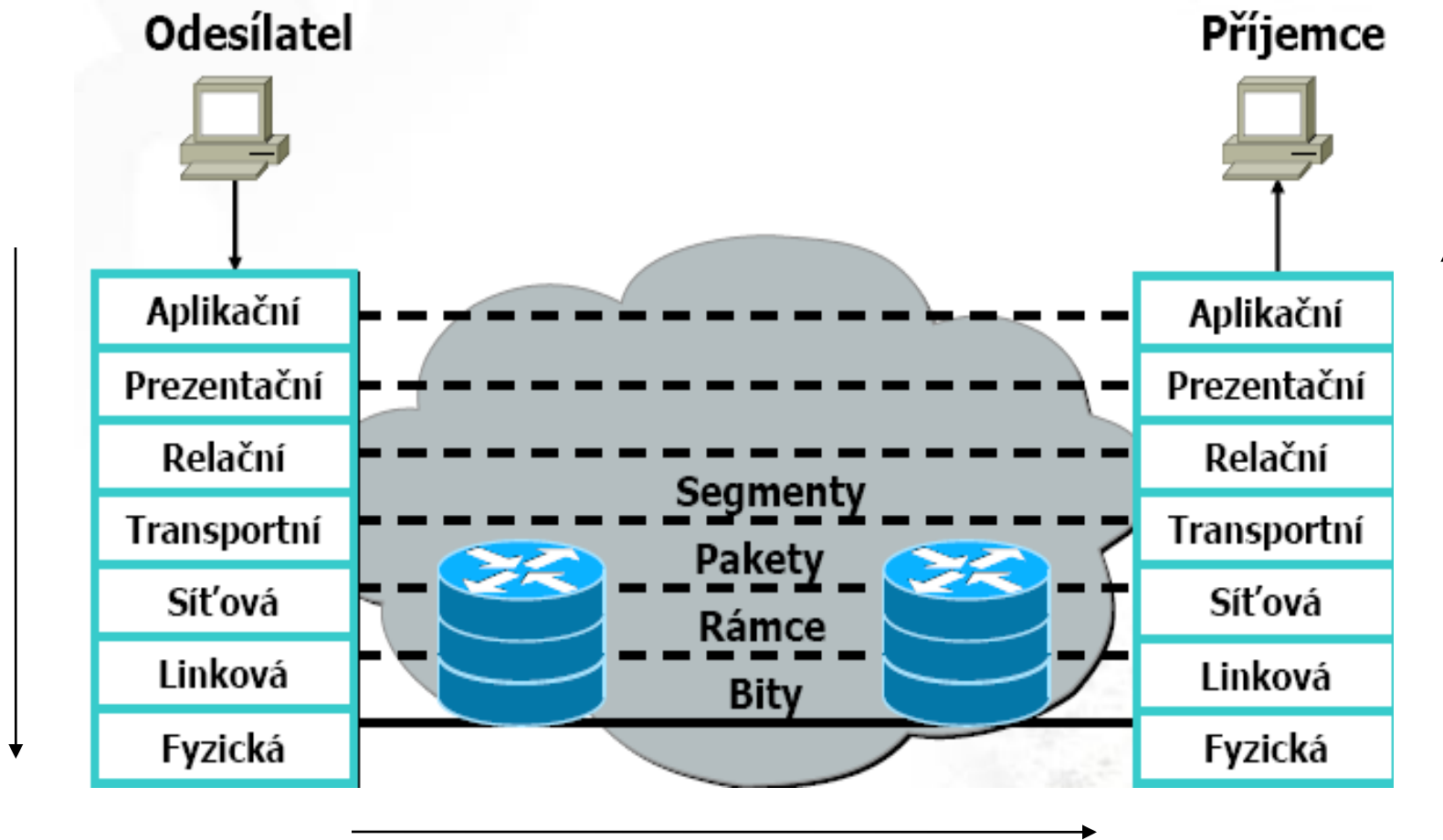
–MAC adresa je obvykle určena již při výrobě zařízení (síťové karty)

OSI referenční model - vrstvy



–definuje vlastnosti fyzického média (napětí, rychlost, ...)

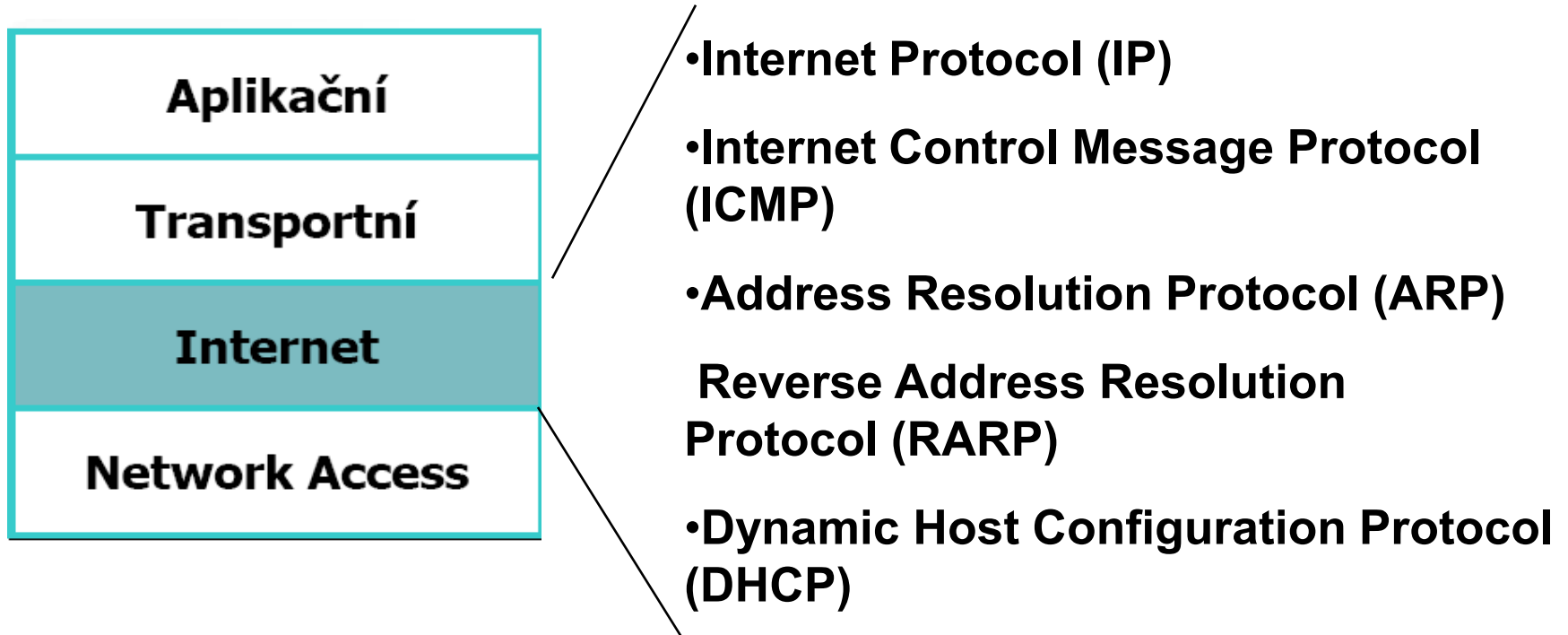
Přenos dat - peer-to-peer komunikace



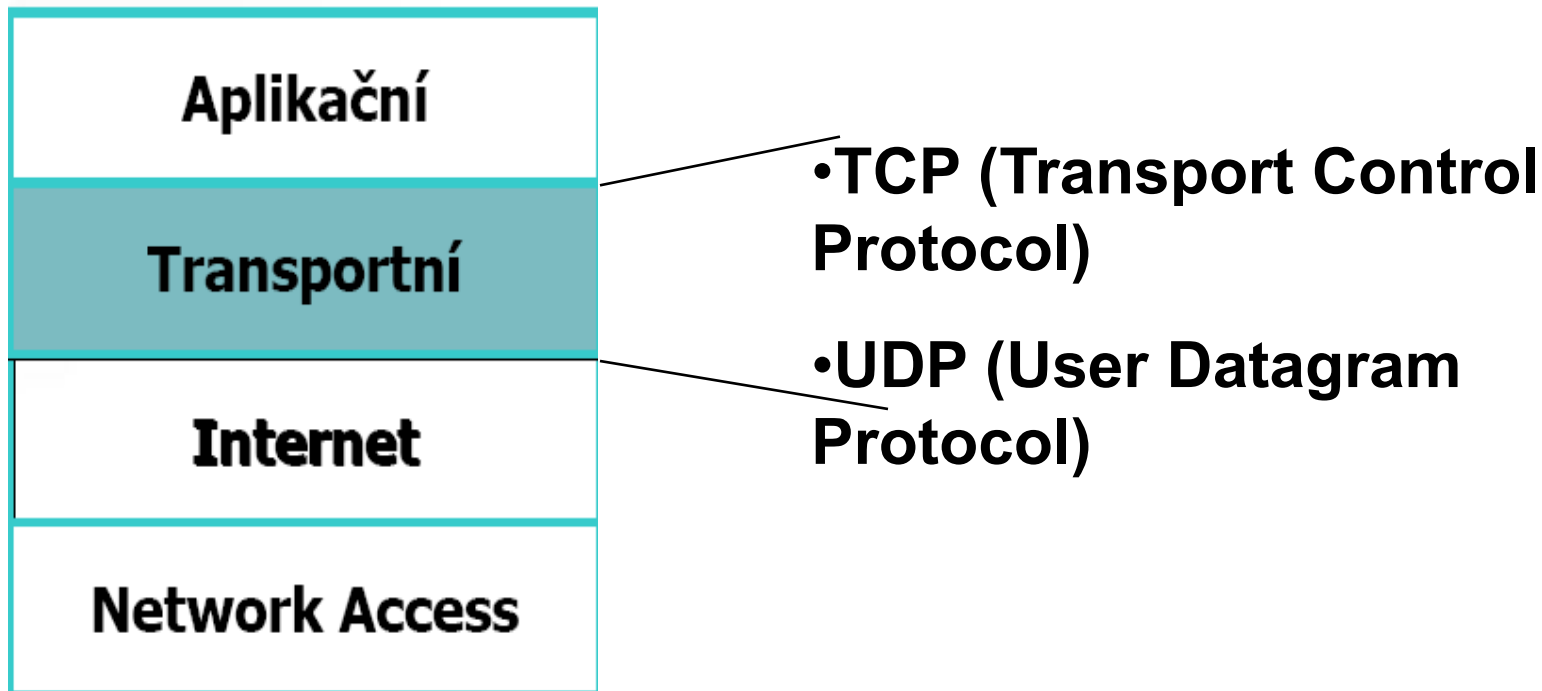
TCP/IP model - vrstvy

- Model je pro jednoduché sítě zbytečně podrobný
- Některé vrstvy se obvykle vynechávají nebo spojují
- TCP/IP nemá prezentační vrstvu, relační a transportní jsou spojeny

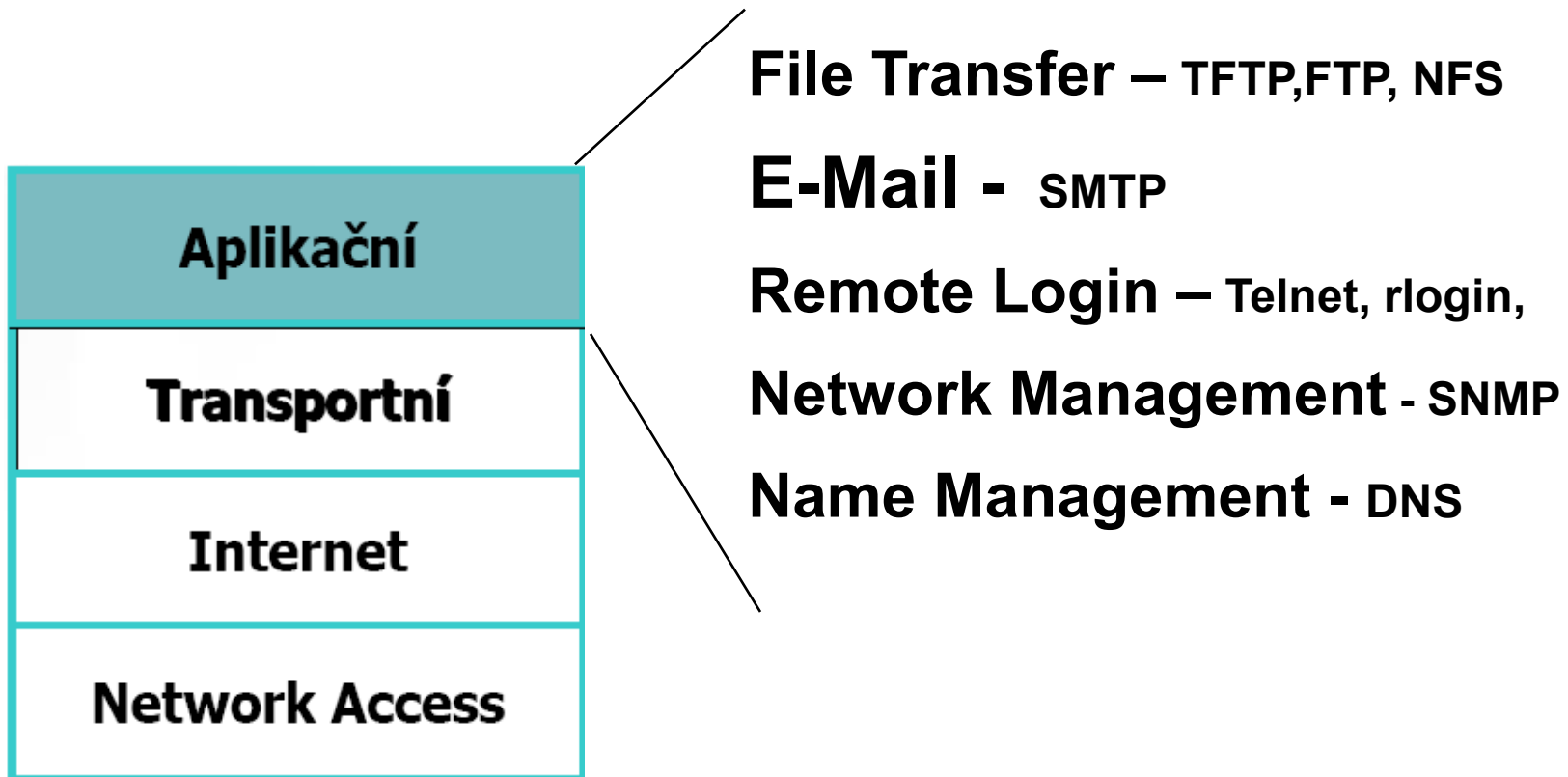
TCP/IP model - vrstvy



TCP/IP model - vrstvy

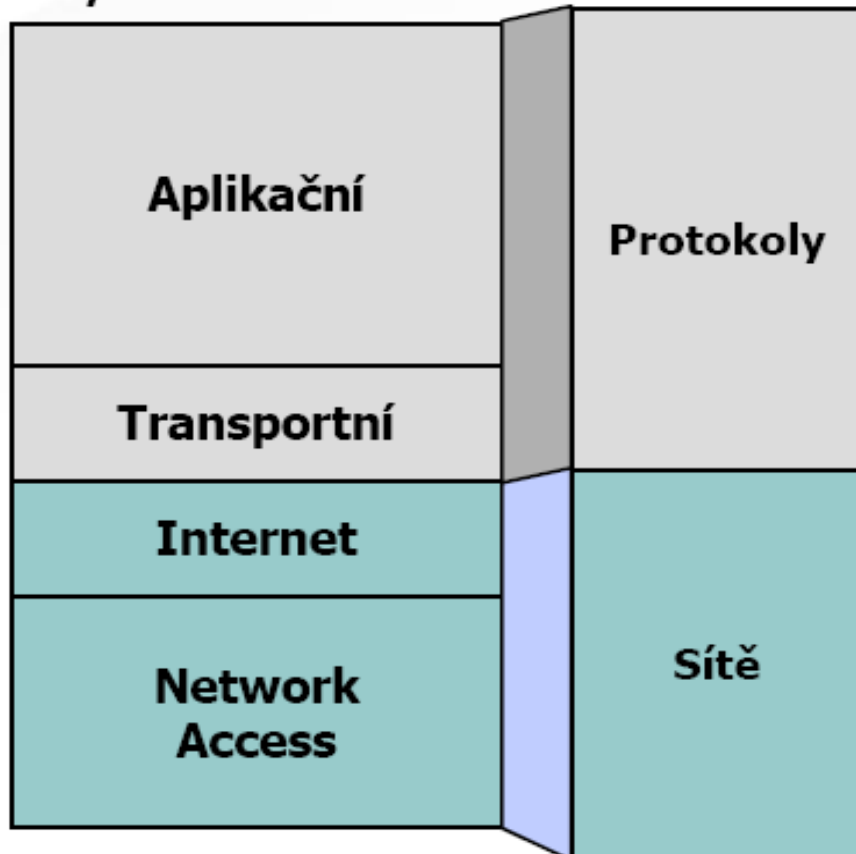


TCP/IP model - vrstvy

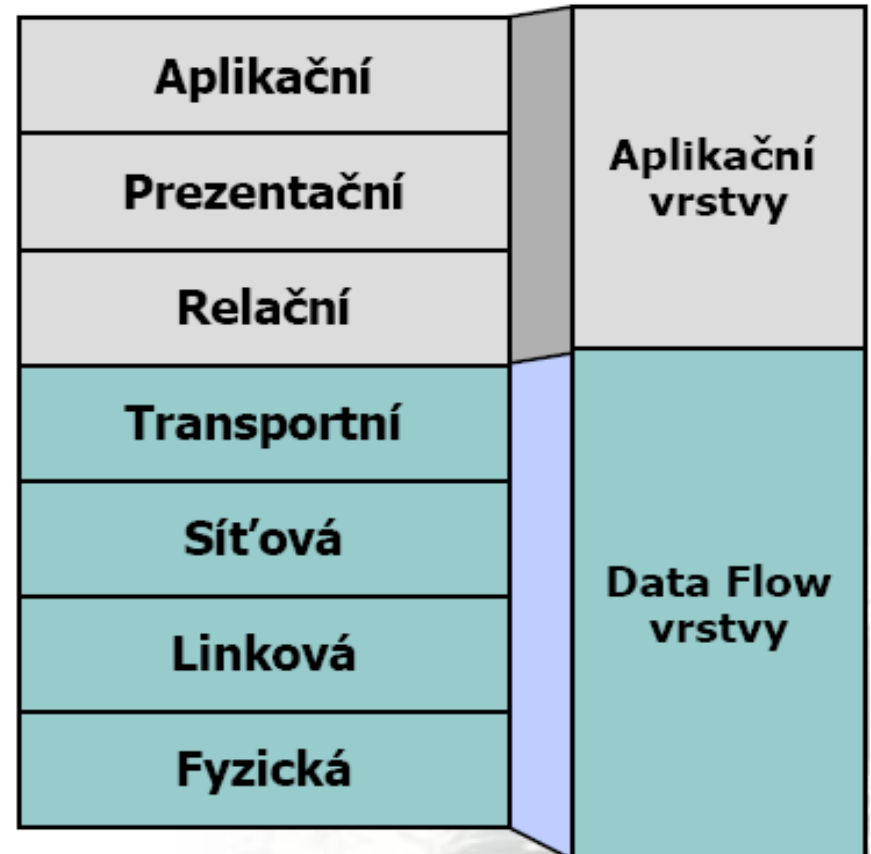


TCP/IP a OSI model - srovnání

TCP/IP Protocol Stack



OSI Model



Sít'ový přístup

- **Sítě lokální - LAN**
 - pro propojení počítačů na kratší vzdálenosti
 - lokální sítě umožňují sdílení technických a programových prostředků, dalším důvodem je pak i potřeba spolupráce uživatelů
 - typické lokální sítě pracují s výrazně vyššími přenosovými rychlostmi než sítě rozlehlé
 - nejrozšířenějším protokolem je Ethernet
- **Sítě rozsáhlé – WAN**
 - síť typu WAN (rozsáhlá síť) není omezena plošně a zpravidla navzájem propojuje jednotlivé místní sítě (LAN) i individuální účastníky na vzdálenost desítek až tisíců kilometrů.
 - přenosové rychlosti typicky nižší než u lokálních sítí

LAN- standardy

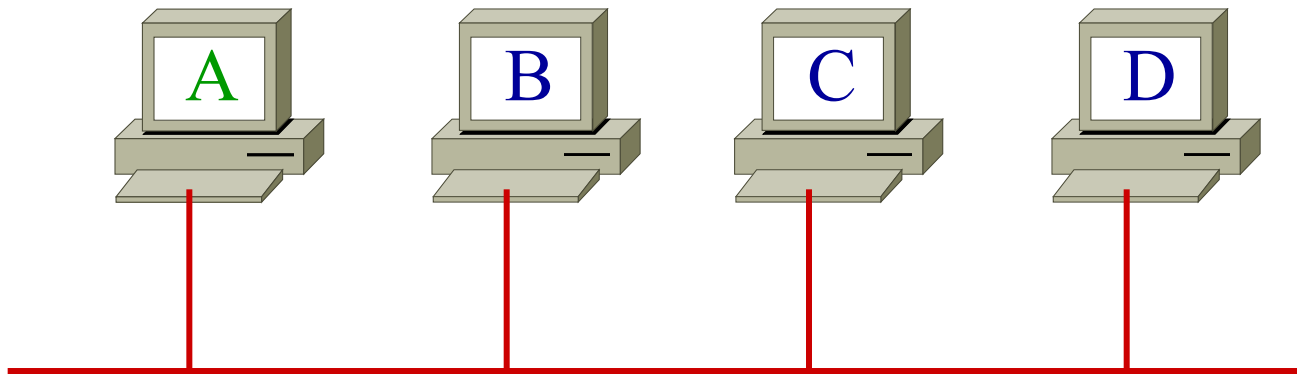
Linková	LLC Sublayer	Ethernet	IEEE 802.2					
	MAC Sublayer		IEEE 802.3	IEEE 802.3u	IEEE 802.3z	IEEE 802.3ab	Token Ring/IEEE 802.5	FDDI
Fyzická	Fyzická							

OSI vrstvy

LAN specifikace

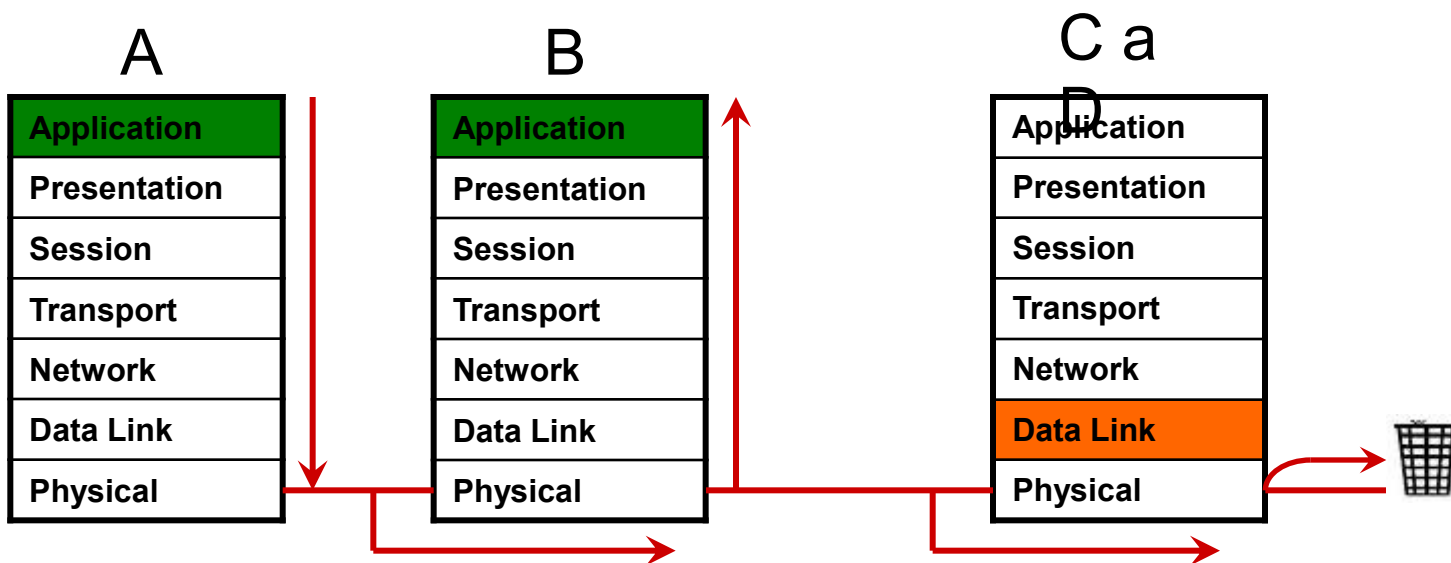
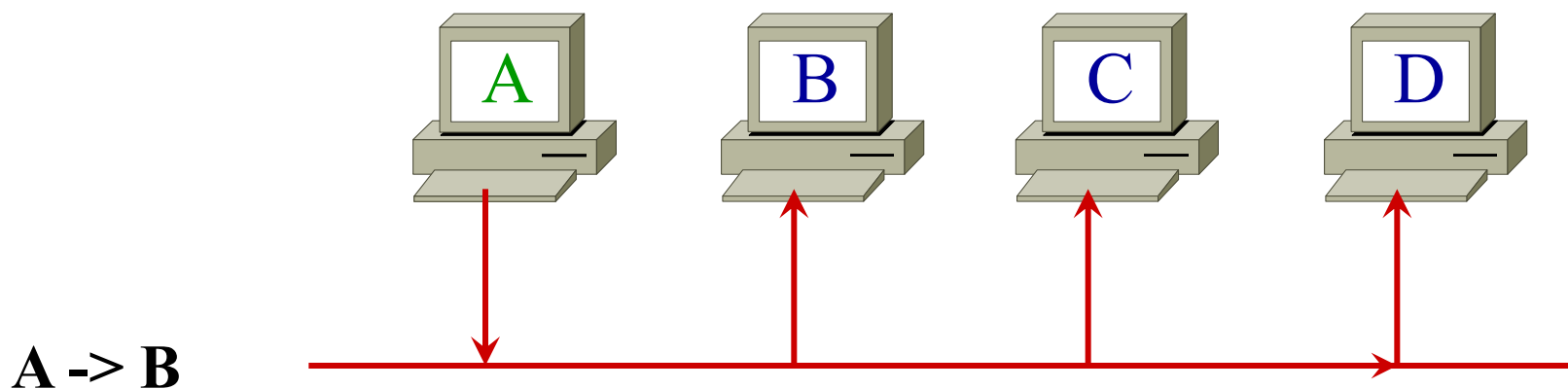
Základní princip Ethernet

- CSMA / CD

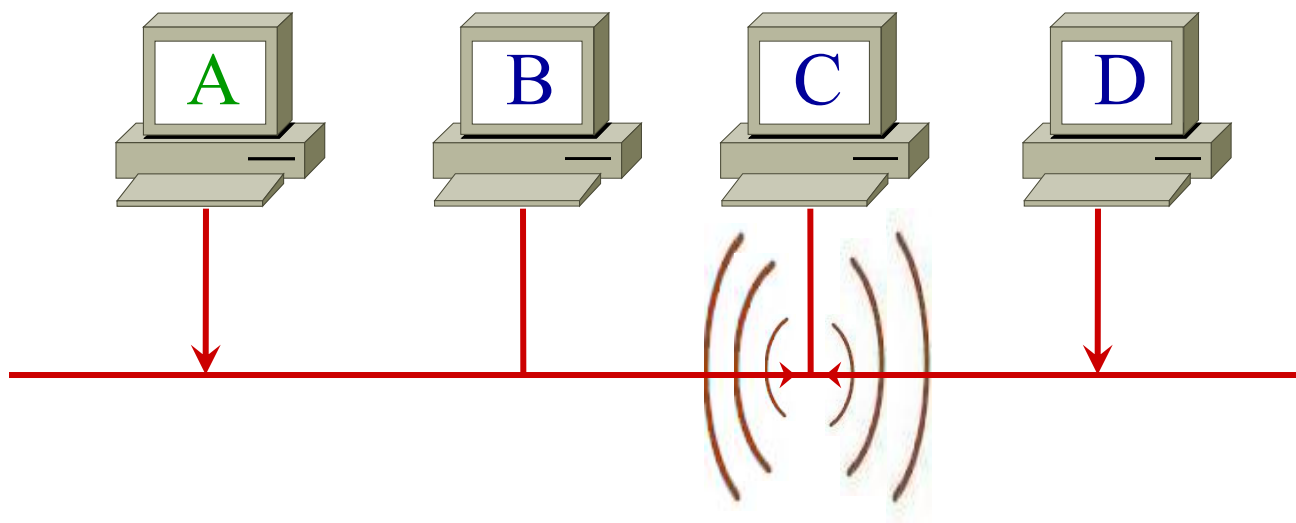


- **CSMA/CD** - **Carrier Sense** - vnímání nosného signálu
- **Multiple Access** - všichni mohou přistupovat stejně
- **Collision Detection** - existuje mechanismus na zjištění kolizí

Sdílení fyzického média



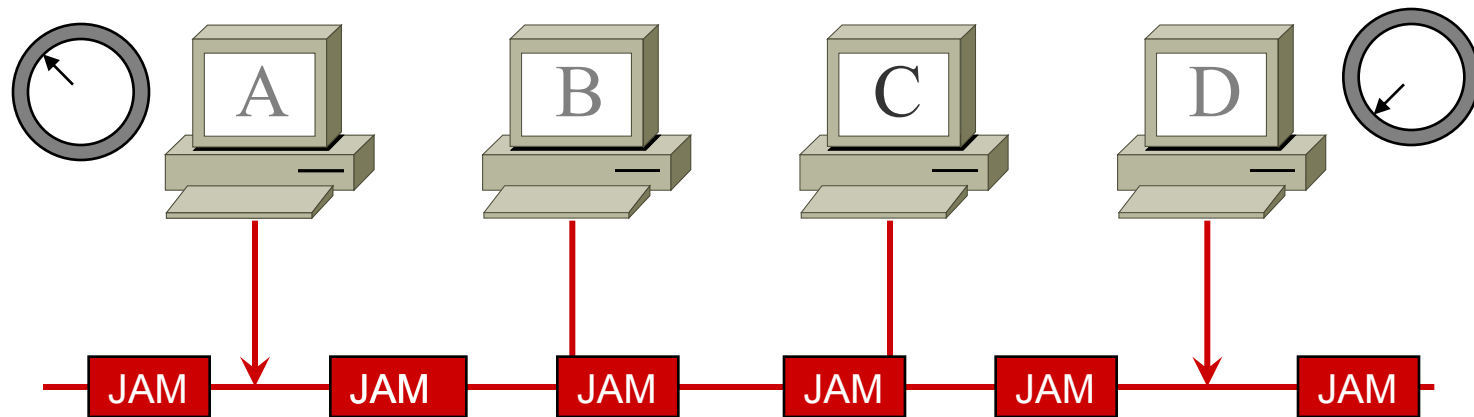
Kolize při současném vysílání



A i D začnou vysílat současně

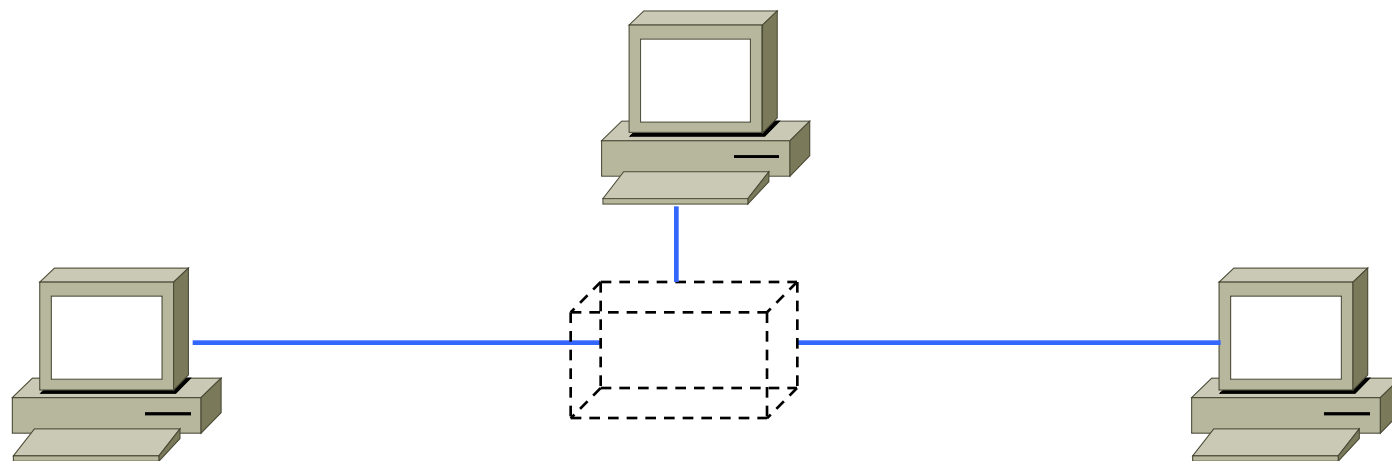
Dochází ke kolizi, kterou vysílací stanice zaznamenají

Přerušeni vysílání po kolizi



A i D si nastaví náhodný 'timeout' a pokus o vyslání mohou opakovat až po jeho uplynutí

LAN jako jeden sdílný segment

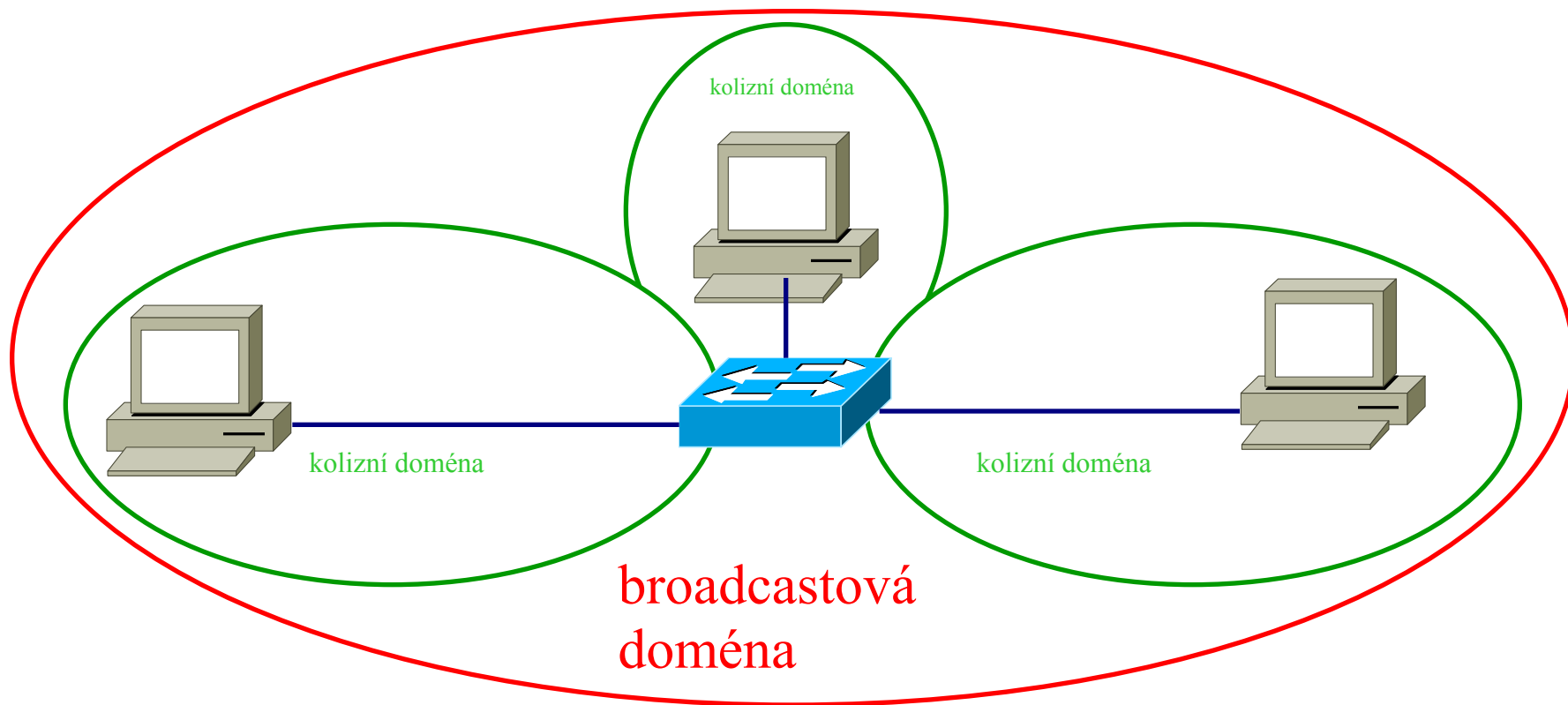


Hub (rozbočovač)

- propojí fyzická média
- opakuje přijatý signál na všechny porty

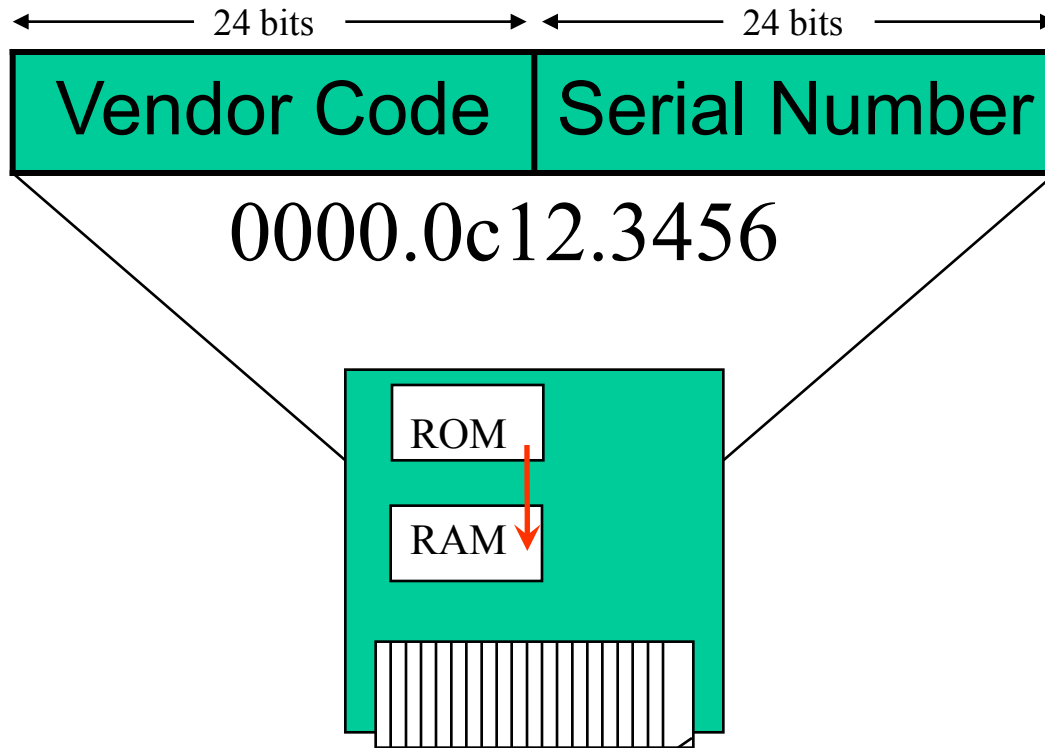
Problém – vždy vysílá pouze jedna stanice

Segmentace pomocí přepínače



- rozdělení do menších kolizních domén
- LAN stále tvoří jednu broadcastovou doménu

Ethernetové adresy – MAC Address



- MAC addressa je vypálená do síťové karty

Typy MAC adres

Unicast

jeden příjemce – např. 0000.0c12.3456

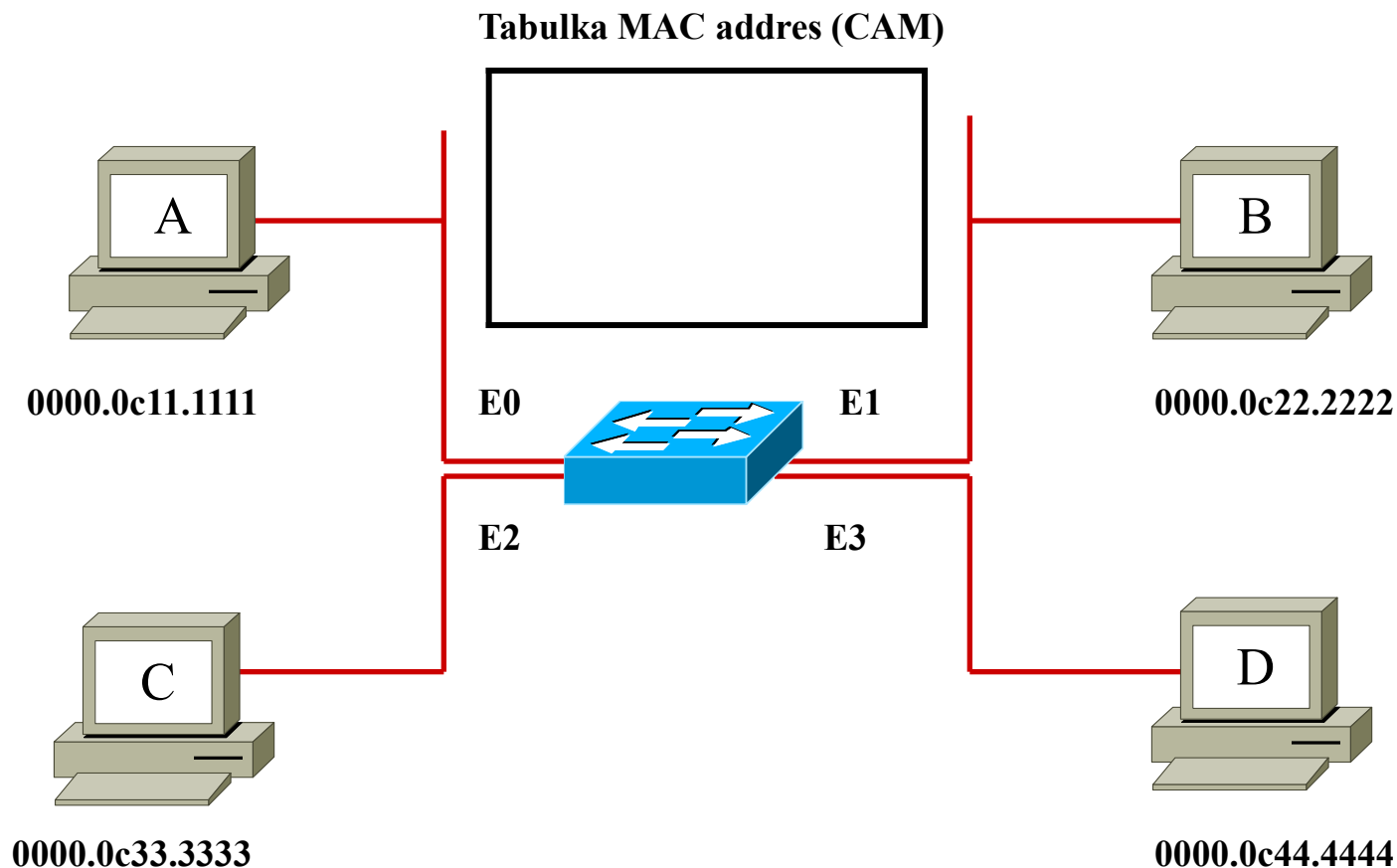
Multicast

skupina příjemců – např. 0100.0c12.3456

Broadcast

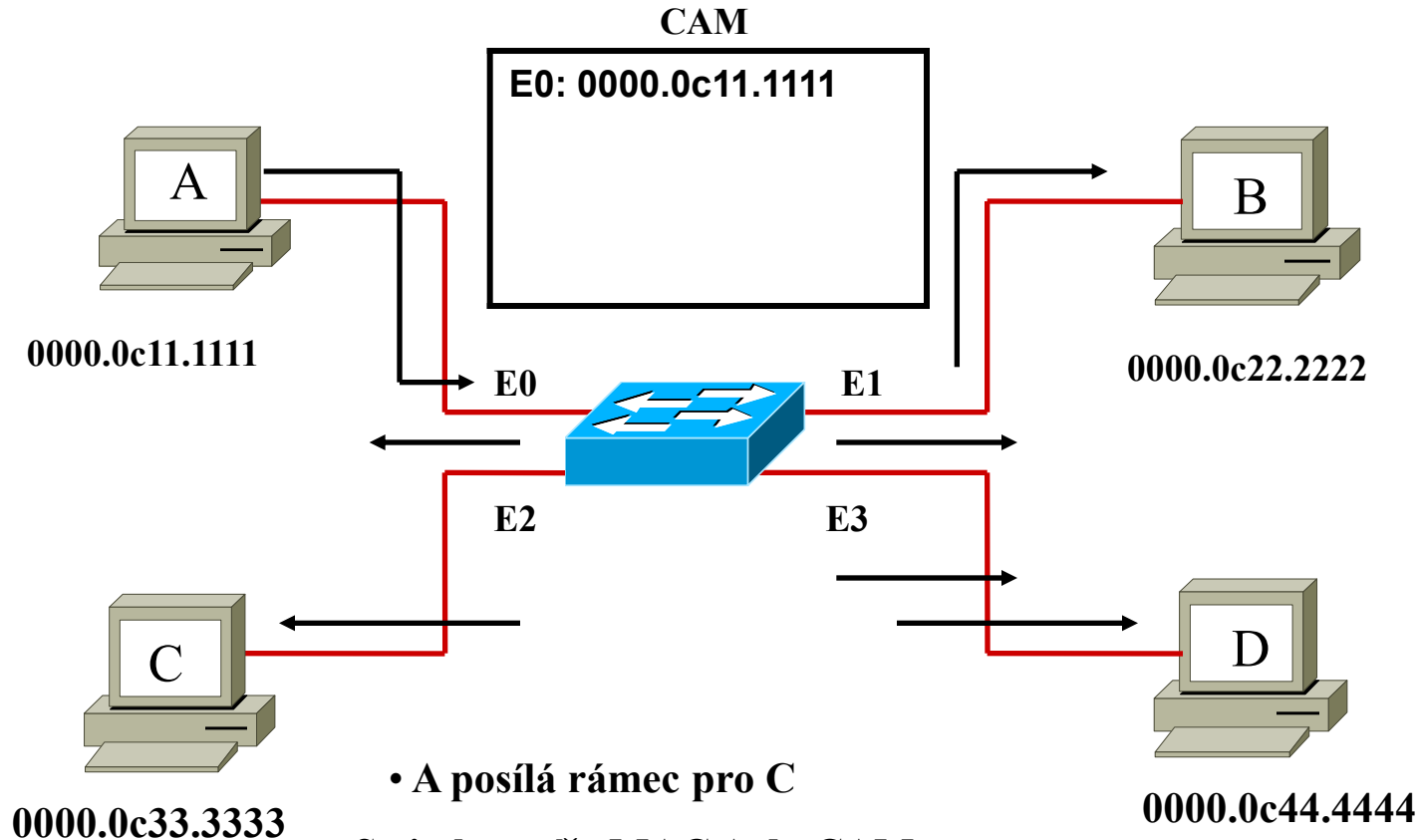
všichni – ffff.ffff.ffff

Funkce přepínače- Zjišťování adres (1)



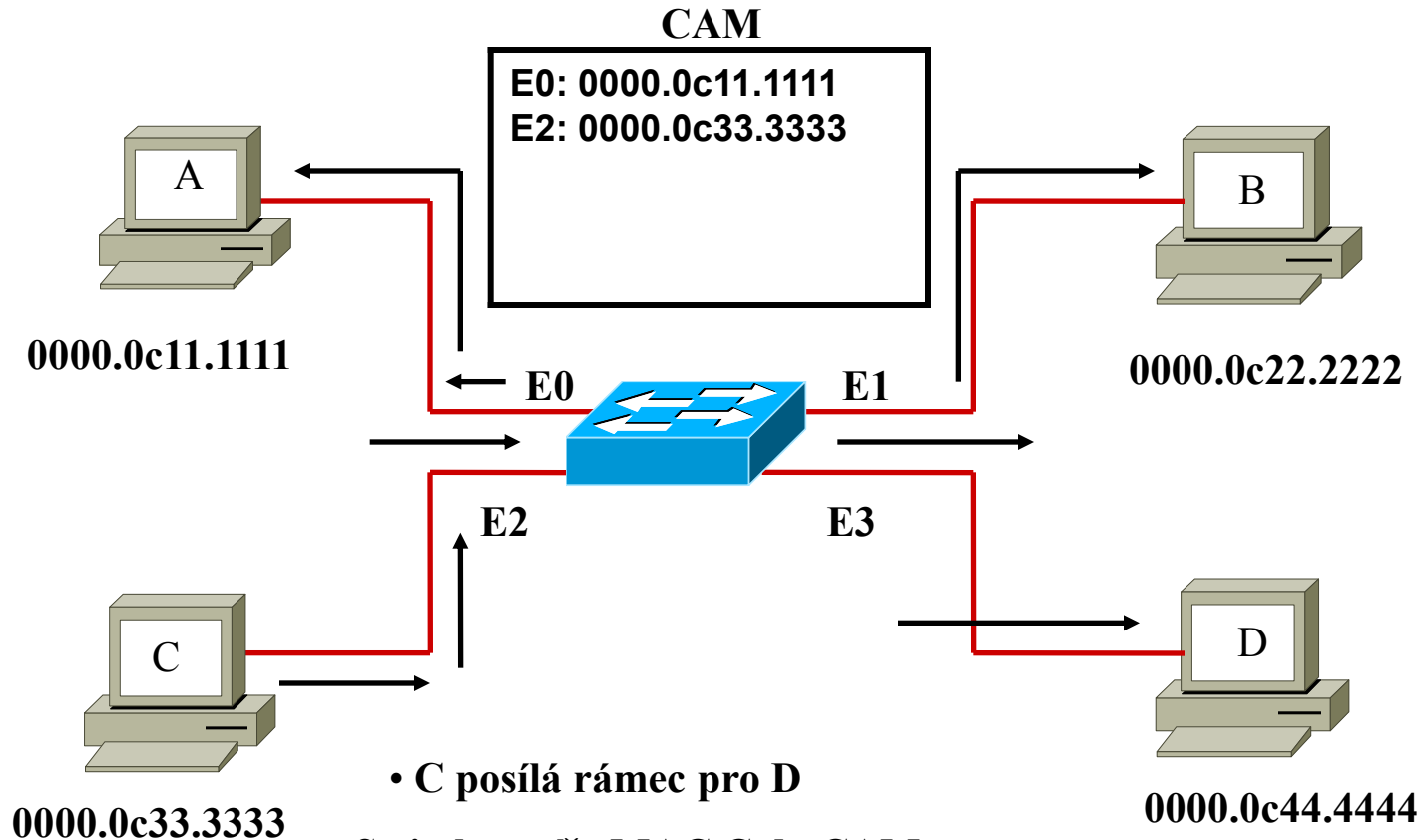
- Na začátku je tabulka CAM prázdná

Funkce přepínače- Zjišťování adres (2)



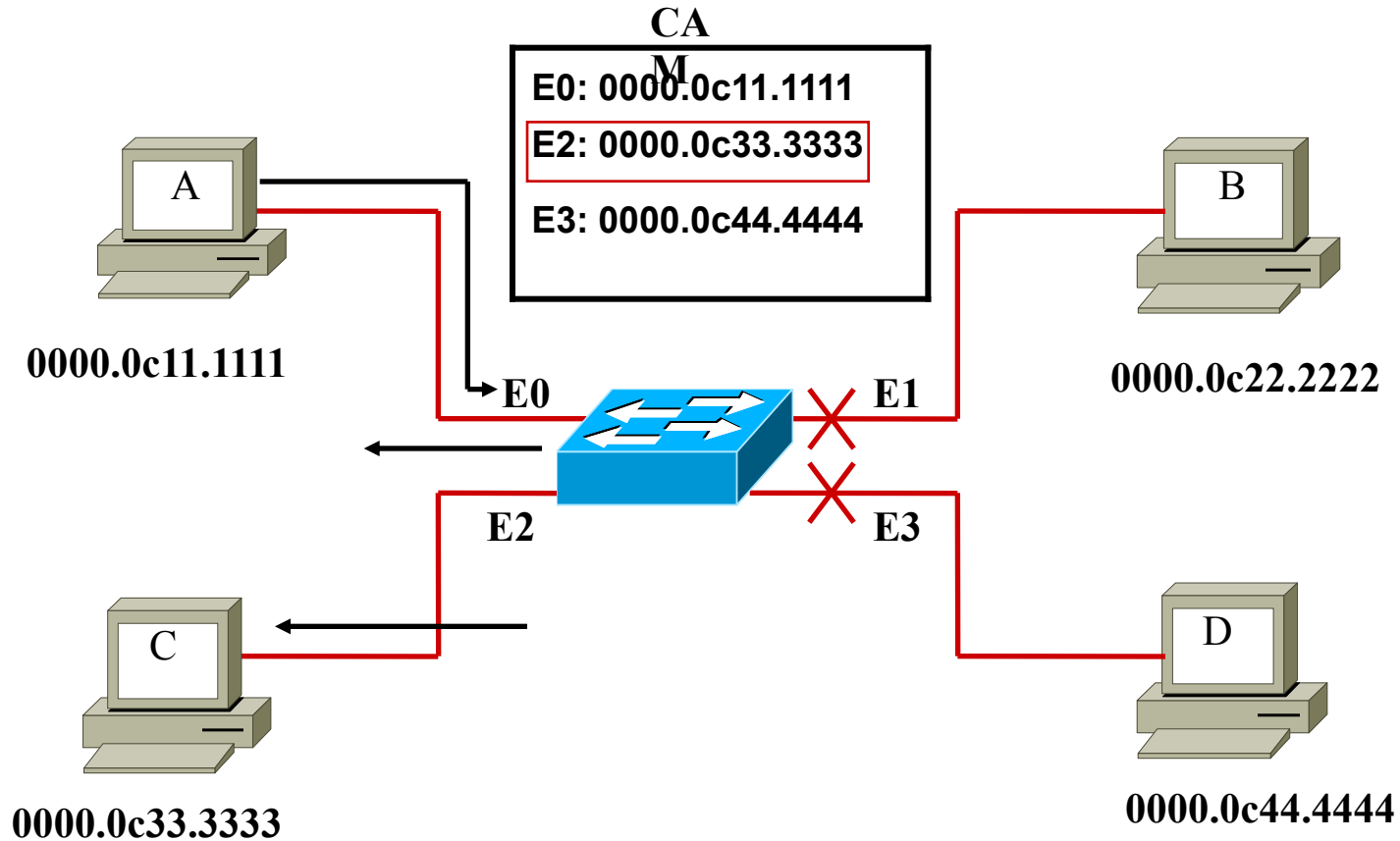
- A posílá rámeček pro C
- Switch zapíše MAC A do CAM
- Rámeček pro „neznámou“ MAC pošle na všechny porty, kromě E0

Funkce přepínače- Zjišťování adres (3)



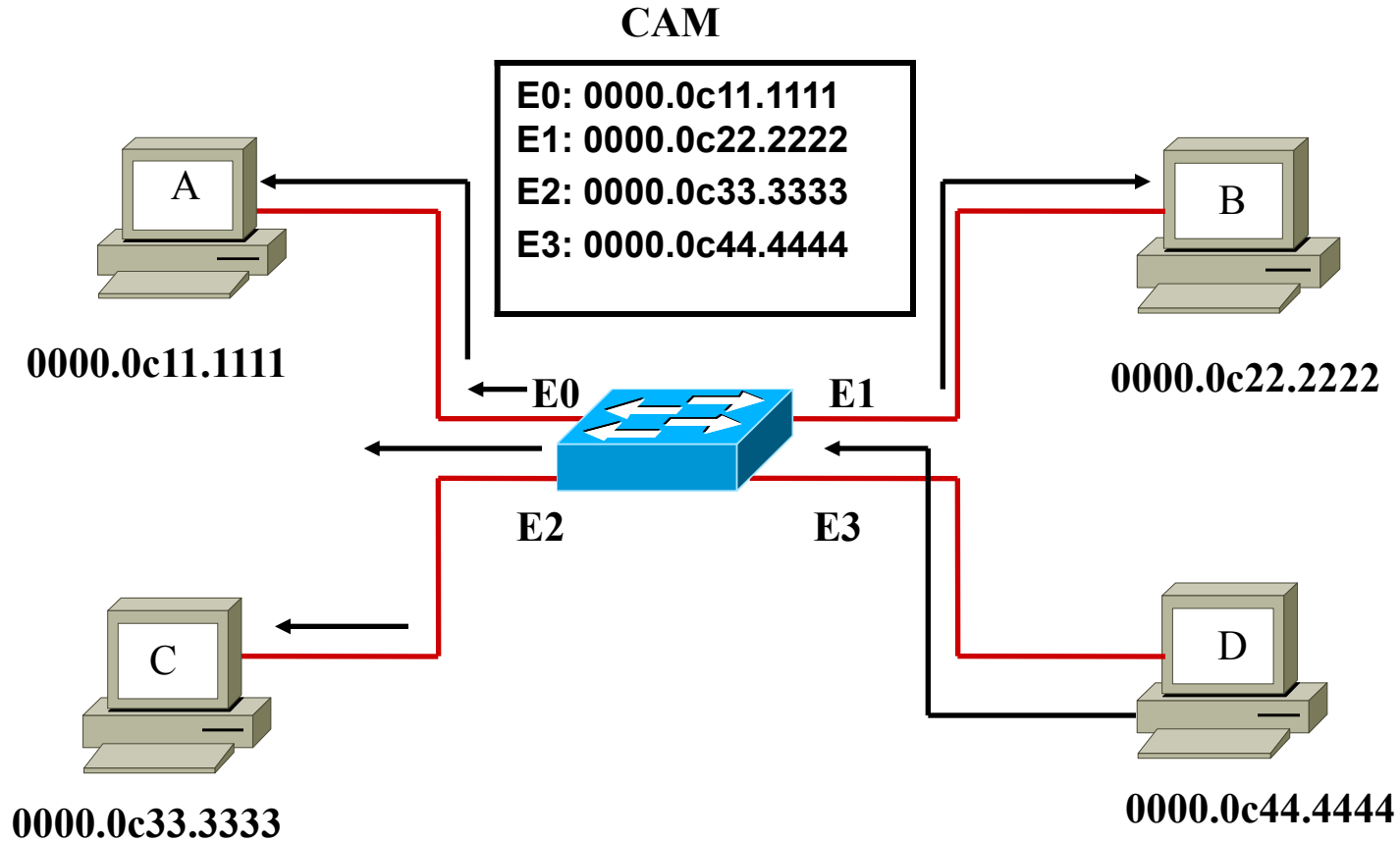
- C posílá rámeček pro D
- Switch zapíše MAC C do CAM
- Rámeček pro „neznámou“ MAC pošle na všechny porty, kromě E2

Filtrování rámců



- A posílá rámeč pro C
- Rámeč pro C je poslán pouze portem E2

Broadcast



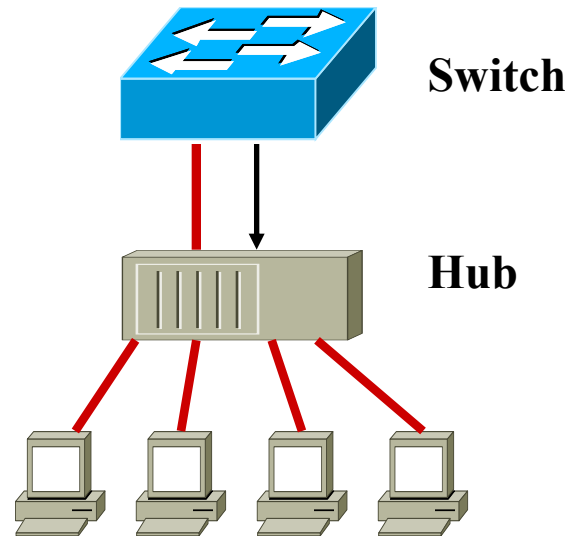
- D pošle broadcast (ffff.ffff.ffff)

- Rámec je poslán na všechny porty, kromě příchozího

Duplexní zapojení

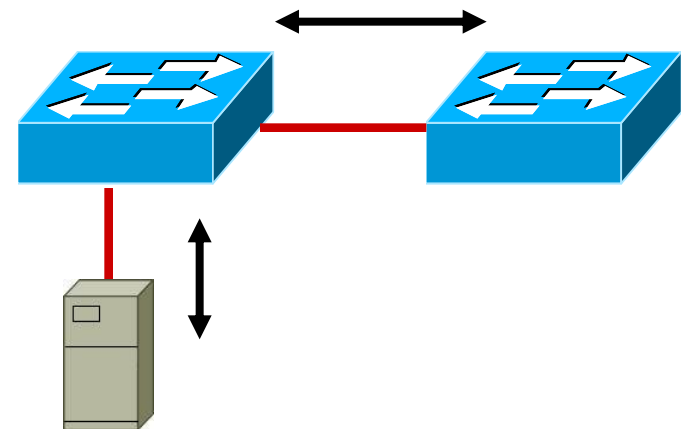
Half duplex (CSMA/CD)

- Tok dat pouze jedním směrem
- Kolize



Full duplex

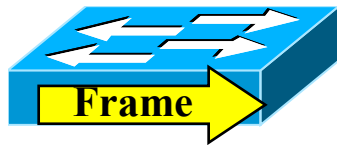
- Pouze point-to-point
- Tok dat souběžně v obou směrech
- Bez kolizí



Typy přepínání rámců

Cut-through

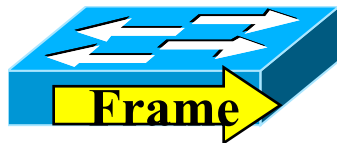
Odesílání výchozím portem
ihned po zjištění cílové adresy



Fragment free

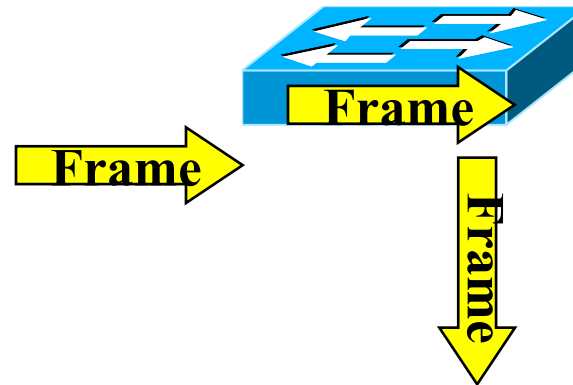
(modifikované cut-through)

Odesílání ihned po kontrole prvních 64 byte

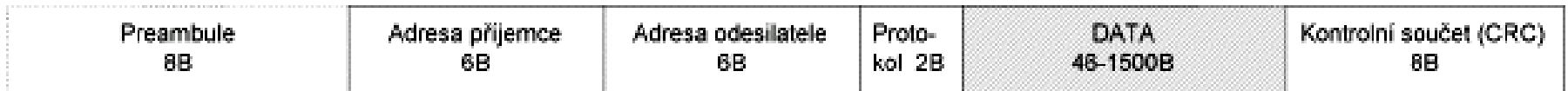


Store and forward

Před odesláním se celý rámeček
načte a zkontroluje



Linková vrstva - Ethernet



- Ethernet má několik formátů II, SNAP, 802.2, 802.3



- Různé formáty jsou způsobeny různým původem a následnou standartizací

Vlastnosti linkové vrstvy

- Dokáže adresou odlišit počítače (jejich síťová rozhraní) připojené ke stejnému fyzickému mediu
- Adresa je celosvětově identická, ale není hierarchická
- Podle adresy druhé vrstvy nelze směřovat!

Vlastnosti linkové vrstvy

- Adresa se zapisuje jako skupina číslic v šestnáctkové soustavě

00:50:56:A9:C8:18 Unix

00-50-56-A9-C8-18 Windows

0050.56A9.C818 Cisco

- Každé rozhraní slyší jen svoji adresu

Unicast

- Běžná komunikace mezi dvěma počítači
- Zdrojem i cílem je unicast MAC adresa

Broadcast

- Existuje speciální adresa, kterou uslyší všichni - broadcast/oběžník
FF-FF-FF-FF-FF-FF
- Používá se také při hledání „partnera“ pro komunikaci
 - neznám jeho skutečnou MAC adresu
 - oslovím všechny pomocí broadcastu
 - někdo se mi ozve

Broadcast

- Určité zprávy mají/musí slyšet všichni
- Všichni zde znamená všechny počítače v mé lokální síti, ne všechny počítače na celém světě!

Multicast

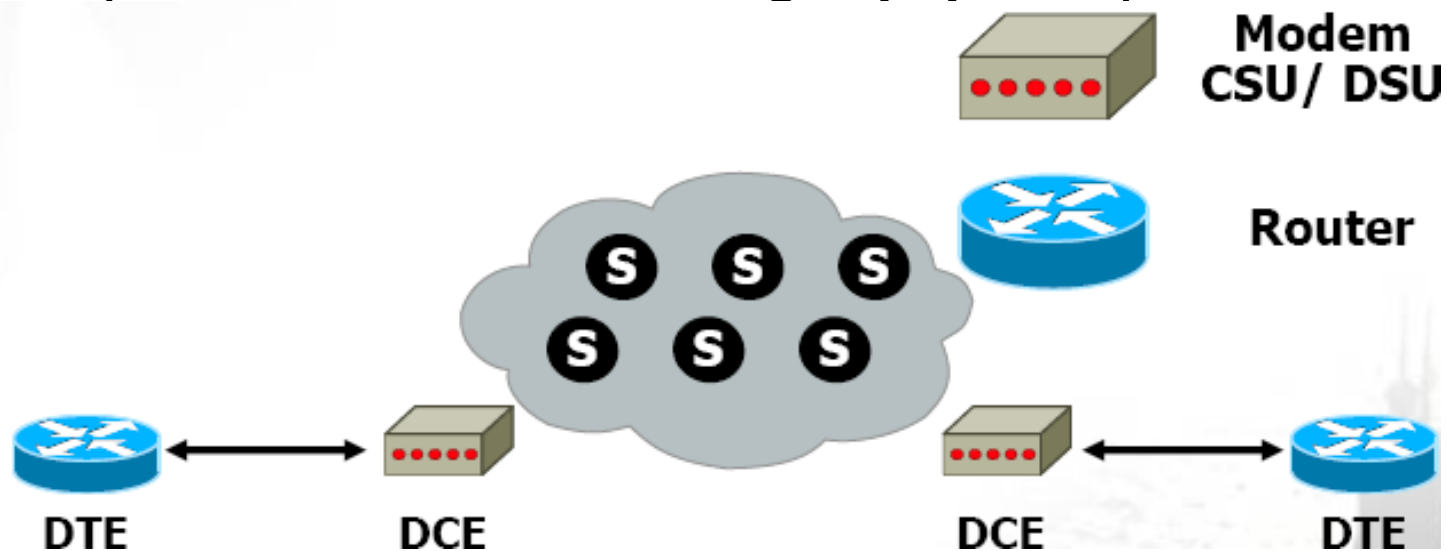
- Příjemce je žádný nebo více počítačů
- V IP se pozná podle IP adresy, ale taková adresa má ekvivalent i v L2
- IP adresa má 32 bitů, ale 28 je významných jako číslo mcast skupiny
- Přímé mapování 23 bitů z 28 bitů IP adresy do MAC adresy
- Přidá se předpona 01-00-5e-
- 5 bitů je ztraceno a tudíž je převod zpětně nejednoznačný

WAN - standardy

- Definice DCE a DTE
- Základní přenosové technologie – fyzická vrstva
- Linková vrstva:
 - Linková vrstva – SLIP
 - Linková vrstva - HDLC
 - Linková vrstva - PPP
 - Linková vrstva – Frame Relay

WAN - DTE/DCE

- DTE (Data Terminal Equipment)
- DCE (Data Circuit-Terminating Equipment)



DCE- zařízení sloužící k přeměně signálu vystupujícího z DTEzařízení na formu akceptovatelnou vybavením zprostředkovávajícím WAN služby

Specifikace základních přenosových technologií

- **Přenosové trasy E1**
 - G.703/G.704
- **ATM**
 - SDH, OC-3, IMA, E1 ATM

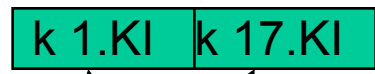
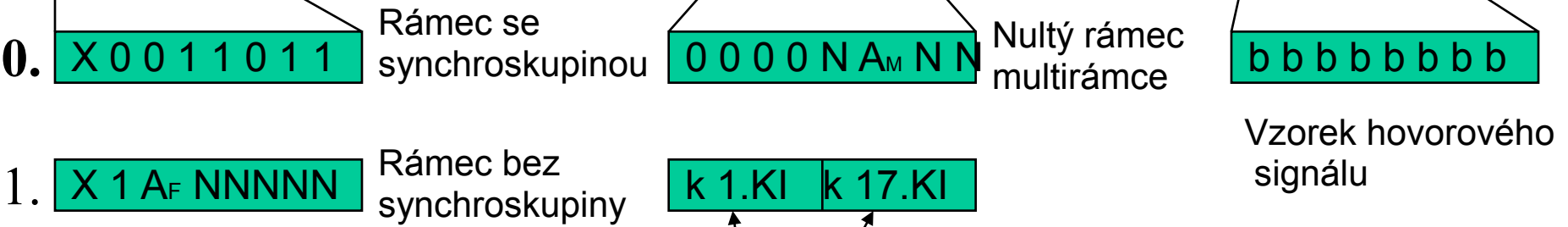
Přenosové trasy E1

- **Signál PCM prvního řádu**
 - Rámec složen z 32 osmibitových kodových skupin tkz. **Kanálových intervalů** (TS-Time Slot)
 - Základní časový interval 125ns(1/8000), 256 bitů, celková kapacita $8000 \times 256 = 2,048\text{Mbit/s}$
 - **Nultý** kanálový interval **sudého rámce** slouží k rozpoznání začátku rámce a přenáší synchronskupinu rámcového souběhu tkz.FAS(Frame Alignment Signál)
 - **Nultý** kanálový interval **lichého rámce** je skupinou bez rámcového souběhu tkz.NFAS a přenáší A-bit, který v hodnotě 1 indikuje signál ztráty rámcového souběhu

Přenosové trasy E1

Složení rámce PCM 1.řádu

Rámec 125ns; 256 bitů



Kanálová signalizace CAS-
jednou za 16 rámců 4 bity

N-národní bity, A_F-alarm ztráty
rámcového souběhu, A_M-alarm ztráty
multirámcového souběhu, X- slouží
pro CRC-4(v rámcích 1-15)

Ostatní rámce
mutirámce

Přenosové trasy E1 pokr.

- **Pokračování:**
 - 4 z těchto bitů se používá pro přenos taktovacího signálu SSM(Syncho.Status Message) pro kompatibilitu se sítí SDH
 - Další kanálové intervaly nesou vzorky dat
 - Přenosová rychlost kanálu je 64kbit/s
 - 16-tý interval je využit pro signalizaci (CAS) a to tak, že každému kanálovému intervalu náleží 4 bity
 - 1.bit TS0 lze použít pro blokové zabezpečení metodou CRC-4 tj.pomocí 4 bitů C1-C4(4x256) a sekvencí 001011 v lichých rámcích 1-11.
 - 1.bit v 13 a 15 rámcí (E-bit) alarm v protějším směru a spolu s A-bit s sudým rámcí tvoří **AIS**

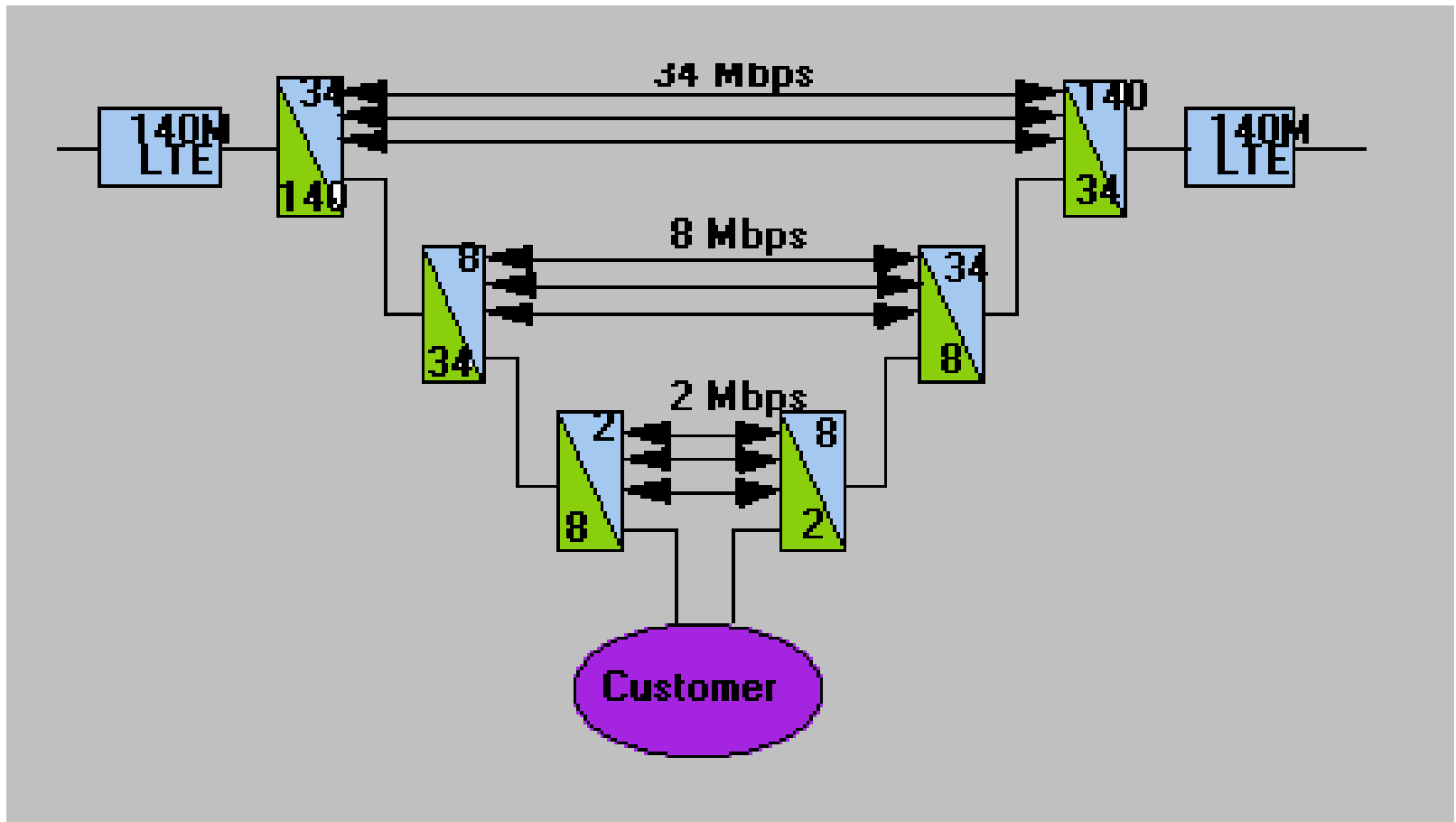
Přenosové trasy E1 pokr.

- **Pokračování:**
 - Vyhodnocení se provede po 1000 blocích (po 1 s)
 - Navíc se zvyšuje spolehlivost rámcové synch.tak, že 915 a více narušených bloků vyvolá poplach ztráty rámcové synchronizace **LOF** (loss of Frame)
- Vyskytují se 4 typy rámcové struktury:
 - **PCM30-** s sig.CAS
 - **PCM30C**-s sig.CAS a CRC-4
 - **PCM31-** bez multirámcové struktury MFAS
 - **PCM31C** – bez MFAS se zabezpečením CRC-4

Technická specifikace PDH

- **PDH – plesiochronní digitální hierarchie**
 - Dochází k multiplexování signálu nižšího řádu (E1) do vyššího řádu
 - Není zde definován pevný časový vztah
 - Sdružované signály jsou prokládány do rámce vyššího řádu bez definovaného vztahu mezi nimi
 - Demultiplexováním se dostaneme k signálu nižšího řádu – metoda bitově proloženého sdružování signálu 1.řádu (stuffing)
 - Např. 4xE1(1.řád) je možno multiplexovat do E2 (2.řád). Rámec má 848 bitů, $t=100,3788$ ns, rychlost=8,448Mbit/s
 - Další řád E3 34,368 Mbit/s

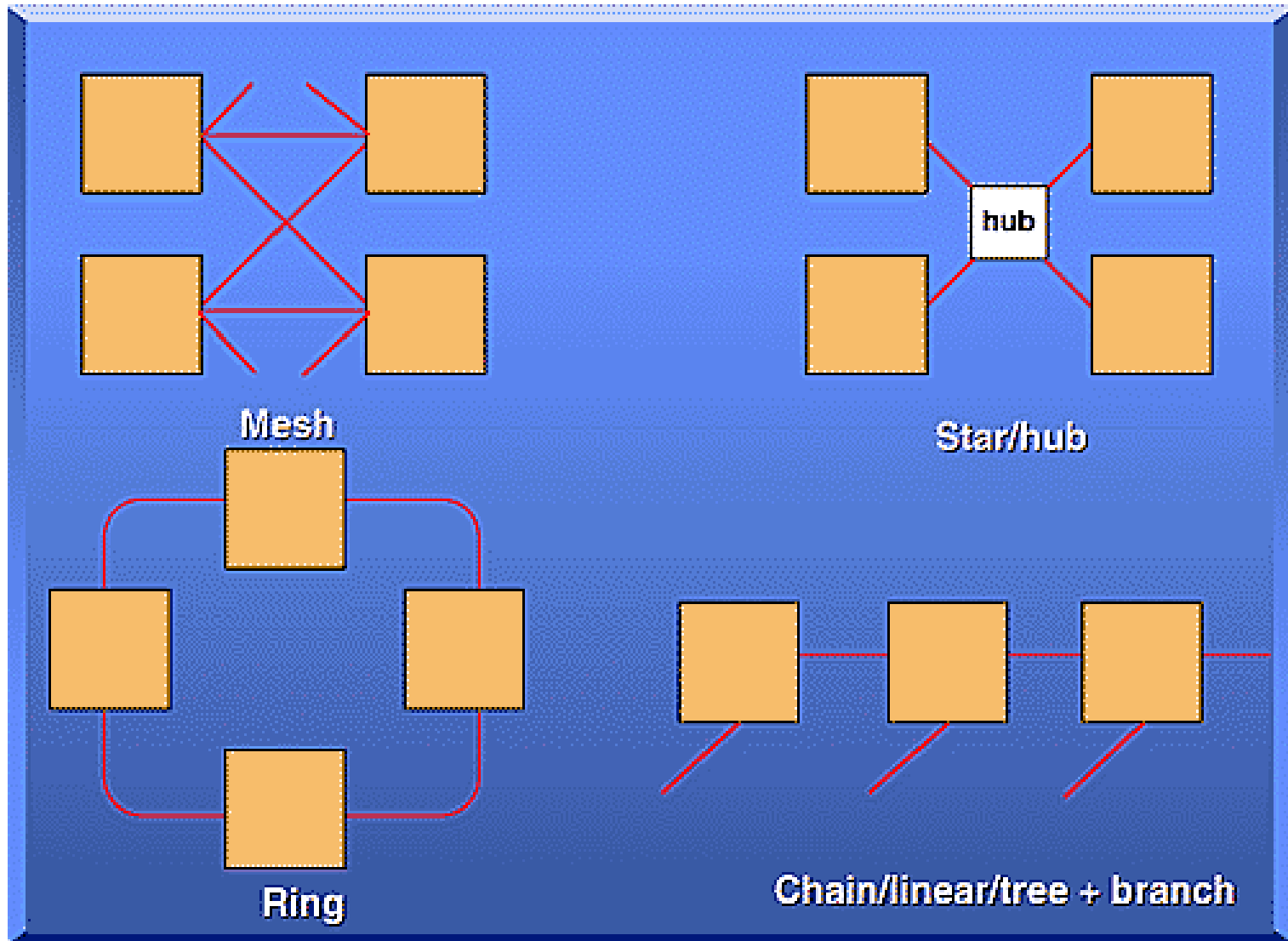
PDH- multiplexing



Přenosové trasy SDH

- **SDH – synchronní digitální hierarchie**
 - Důvodem vzniku byl požadovaný nárůst rychlosti a nebylo to možno řešit plesiochronní digitální hierarchií
 - Prokládání po celých bajtech – pomocí adresace lze dostat data i v rámci signálů vyšších řádů podle údajů ukazatele PTR(pointer)
 - SDH multiplexuje synchronně s pevným časovým vztahem mezi signálem vyššího a nižšího řádu
 - Počítá se s vysokou přenosovou rychlostí (nad PDH)
 - Optické vlákno v desítkách Gbit/s
 - Standartizovaný způsob řízení a bezpečnost provozu

SDH – síťová topologie

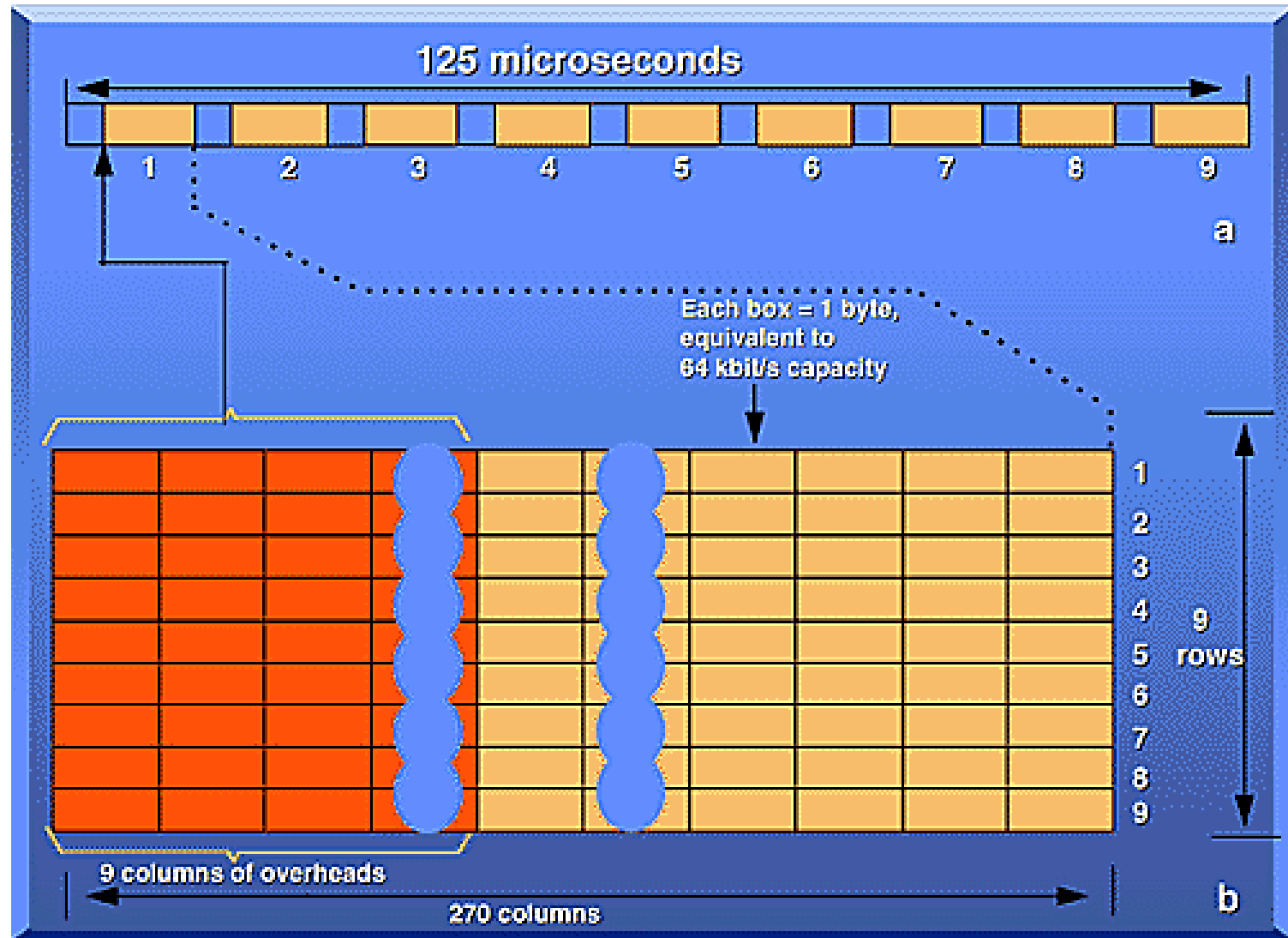


Přenosové trasy SDH

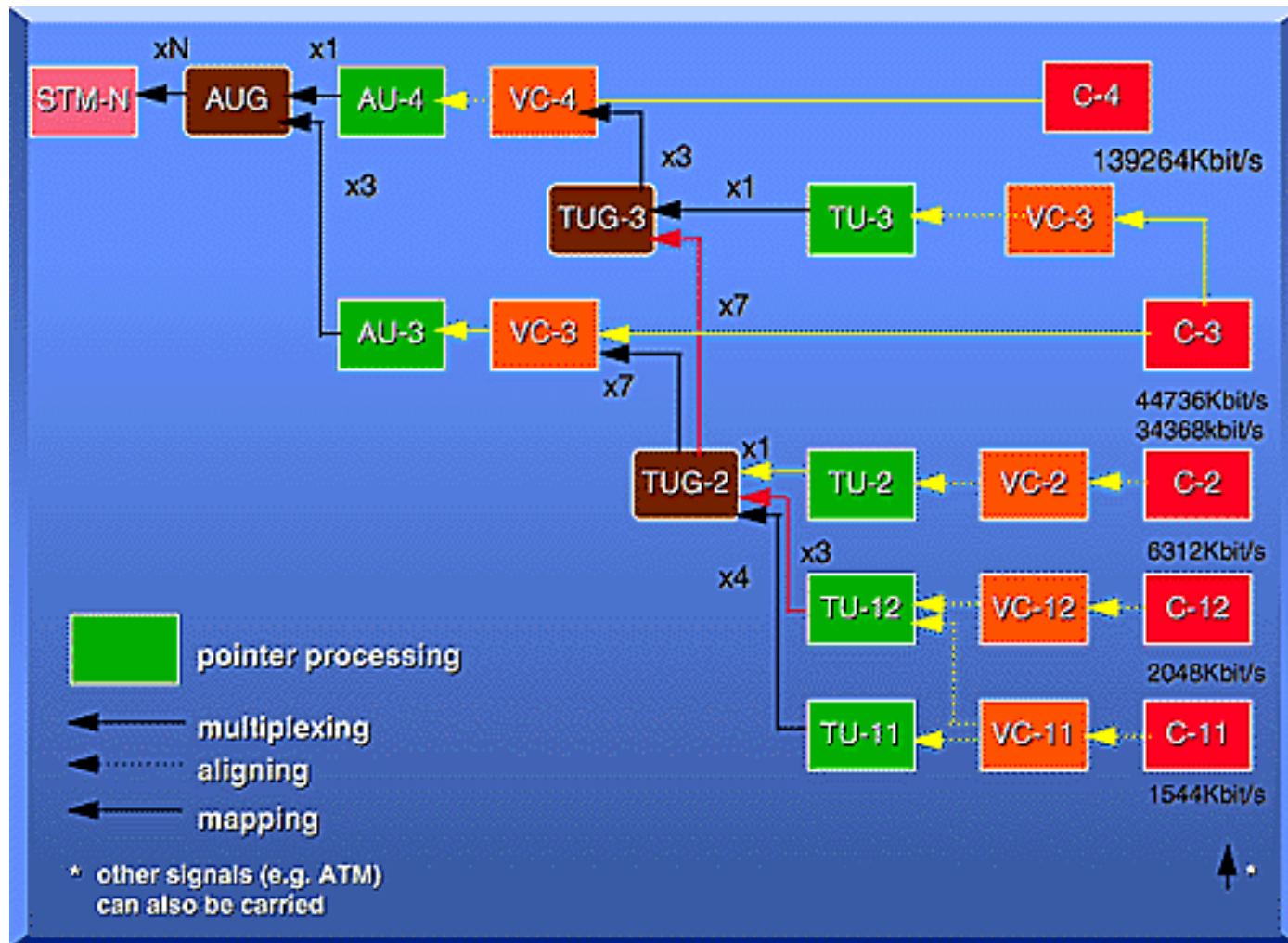
- **Pokračování:**

- Základem SDH je transportní modul řádu 1- **STM-1** (**Synchronous Transport Modul**)
- Přenosová rychlost modulu STM-1 je 155,520 Mb/s
- Multiplexování modulů STM se děje synchronně prokládáním po oktetech s užitím multiplexního koeficientu N (**4,16,64**)
- Jednotná doba trvání rámce 125ns, v rámci je 2430 oktetů(9x270), $v=2430 \times 8 \times 8000=155\,520\,000$ b/s
- PDH je možno vložit do STM-1 jako příspěvky a to takto: **63xE1, 16xE2, 4xE3, 1xE4**
- Existují STM-**1**=155,520Mb/s, STM-**4**=622,080Mb/s
STM-**16**=2188,320Mb/s

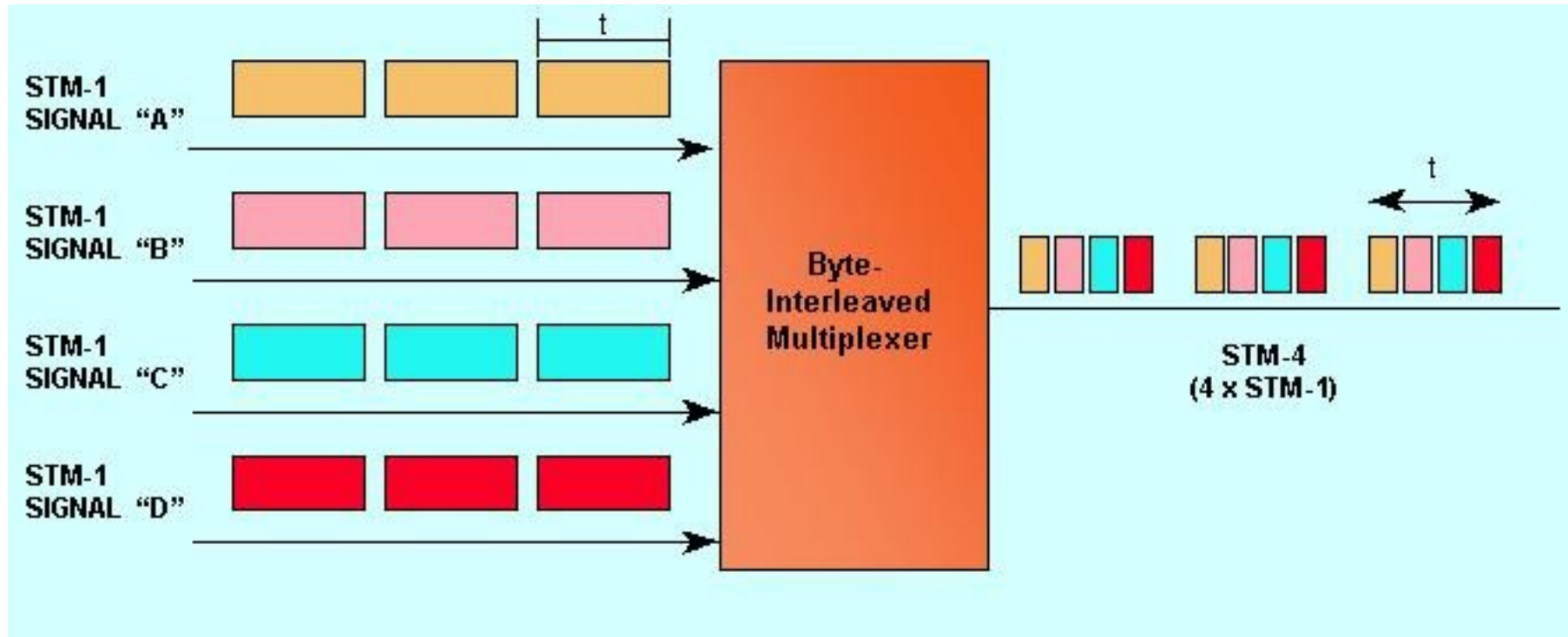
SDH – rámcová struktura



SDH- ITU-TS Multiplexing struktura



SDH – multiplexing pokr.

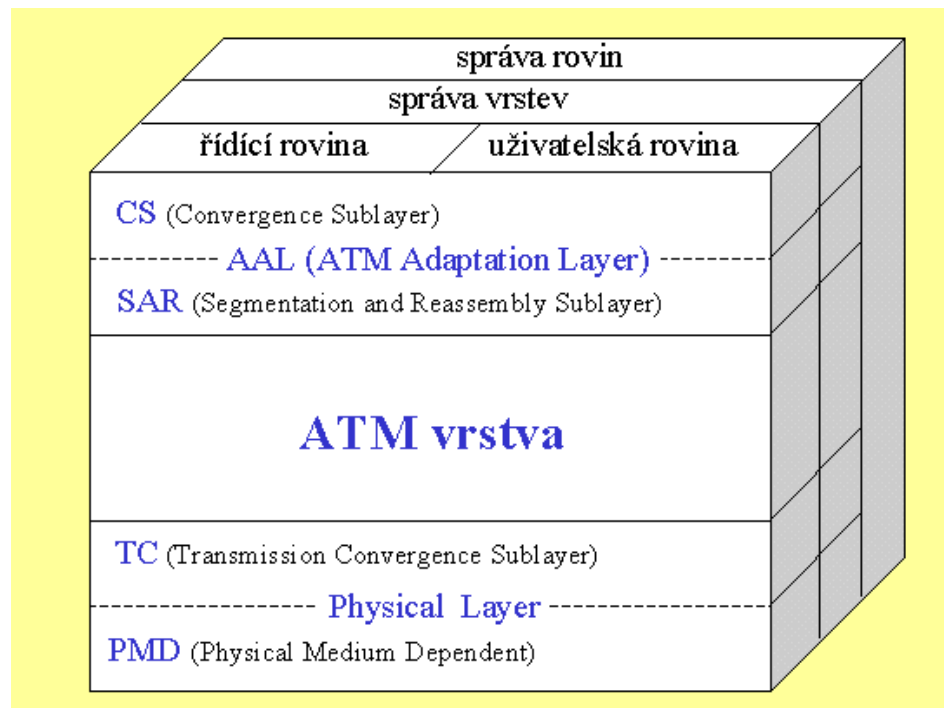


Využití SDH ve vysokorychlostní datových sítích

- Větší páteřní směrovače IP(nebo ATM) mají STM-N rozhraní
- Transparentní přenos IP paketů či buněk ATM v tkz. řetězení virtuálních kontejnerů
- Zaveden pojem POS (Packet Over SDH)
- IP paket (PDU-Protocol Data Unit) se zabalí do SDH v pořadí IP/PPP/HDLC/SDH
- Ethernet over SDH (propojování LAN-to-LAN) – protokol LAPS(Link access procedure) dle ITU-T X.86/Y.1323

Přenosové prostředí ATM

- Referenční model:
 - **ATM fyzická vrstva**
 - **ATM vrstva – zajišťuje přepínání buněk**
 - **ATM adaptační vrstva AAL(ATM Adaptation Layer)**

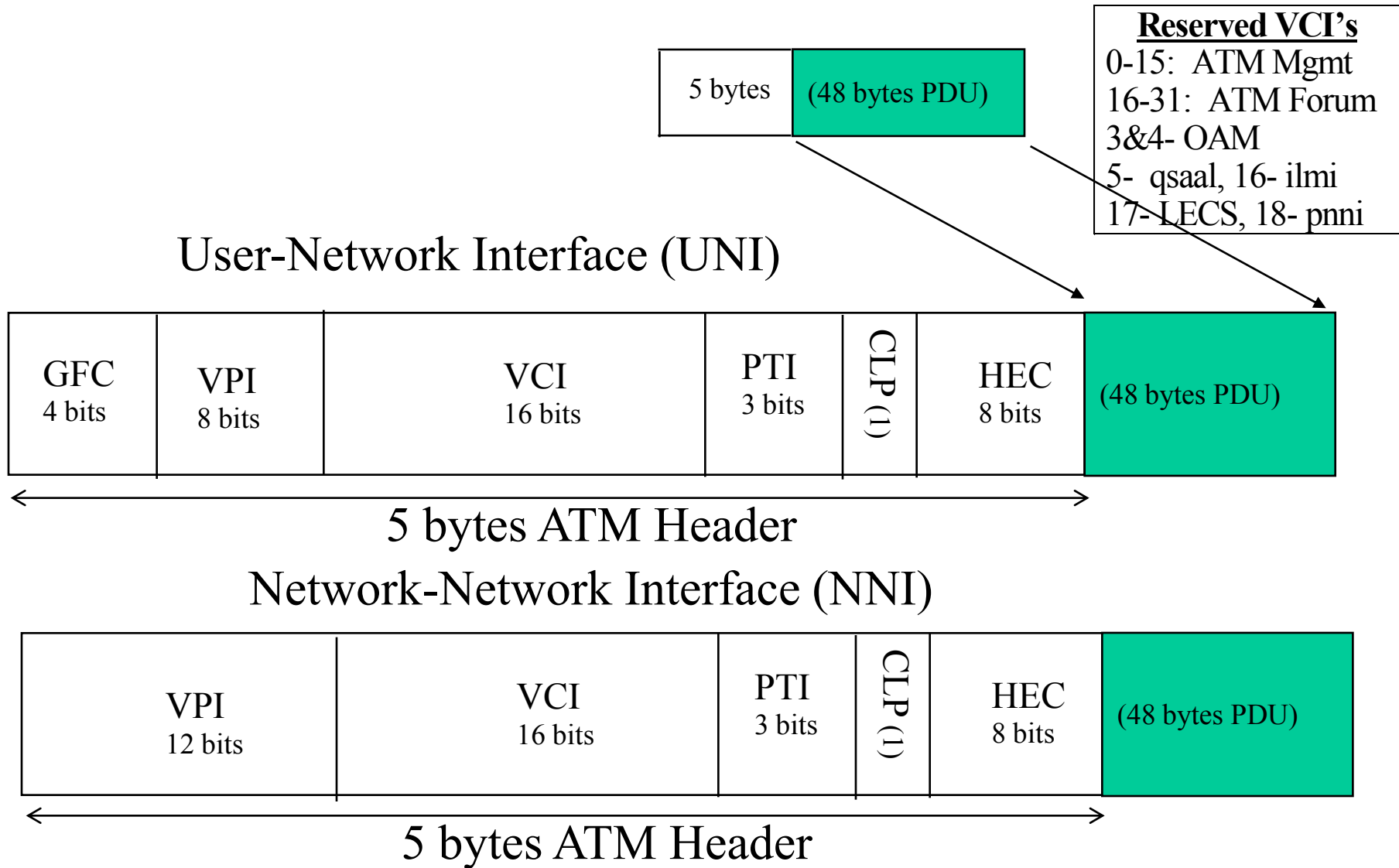


Přenosové trasy ATM

- **Fyzická vrstva:**

- **ATDM** –statický multiplex
- **Multiplex SDH** – mapování ATM buněk rámců SDH
- **Přenos multiplexem PDH**
- Buňky **53 bytů, 5 hlavička, 48 data**, přepínání přes VCI, VPI, hlavička se mění v přepínačích, spojově orientovaná technologie
- Přenos nejčastěji realizován STM-N
- Je možné používat i E1 a E3
 - » ATM buňka je větší než E1 rámec (přetéká)
 - » E3 je PDH a její rámcová struktura přenese přenese 10 buněk za 125ns

ATM Cell Header



Přenosové prostředí ATM

- **Základní rozdíl mezi SDH a ATM:**
 - SDH- synchronní multiplexování
 - Nesené informace mají jednoznačnou časovou polohu v rámci a jsou takto detekována
 - ATM – statické asynchronní multiplexování
 - Časová poloha dat je obsazována dle potřeby vstupů
 - Je nutná režie pro identifikace těchto dat v toku
 - Toto je realizováno přes VPI a VCI
 - E1 na SDH je „menší“ než E1 na ATM

Přenosové trasy ATM

- **ATM vrstva :**

- Zajišťuje přepínání buněk, odstranění a přidání **VCI a VPI identifikátorů**
- Vytváří pevné okruhy PVC nebo přepínané okruhy SVC
- Záhlaví může být různé a to z pohledu zda uzel připojuje koncové zařízení UNI nebo síťové uzly NNI

Charakteristika okruhů v ATM

- **Typy okruhů**
 - **Manuálně konfigurované – PVC**
 - na všech zařízeních se konfiguruje dvojice VPI/VCI
 - **Dynamicky konfigurované – SVC**
 - Okruh se sestavuje na základě signalizace
 - **Kombinace těchto 2 metod – Soft PVC**
 - Je realizováno tak, že koncové zařízení ATM sítě (UNI) dostane manuálně VPI/VCI a zbytek je realizováno jako SVC

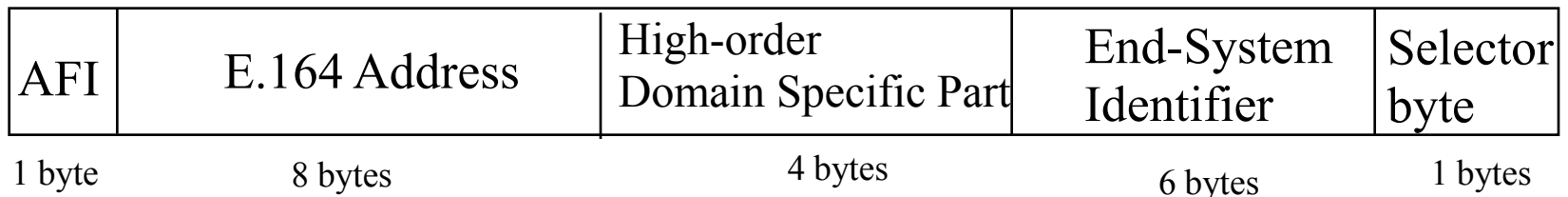
ATM Adresy



DCC ATM Format



ICD ATM Format



NSAP Format E.164

ATM adresy

- 20 byte dlouhé, formát NSAP (OSI)
- součástí je 6 byte MAC adresy zařízení
- **39.203F.1100.00.0001.00.05.01.0000.00204808188
A.00**
- Public podle doporučení E.164
- Private

Přenosové trasy ATM

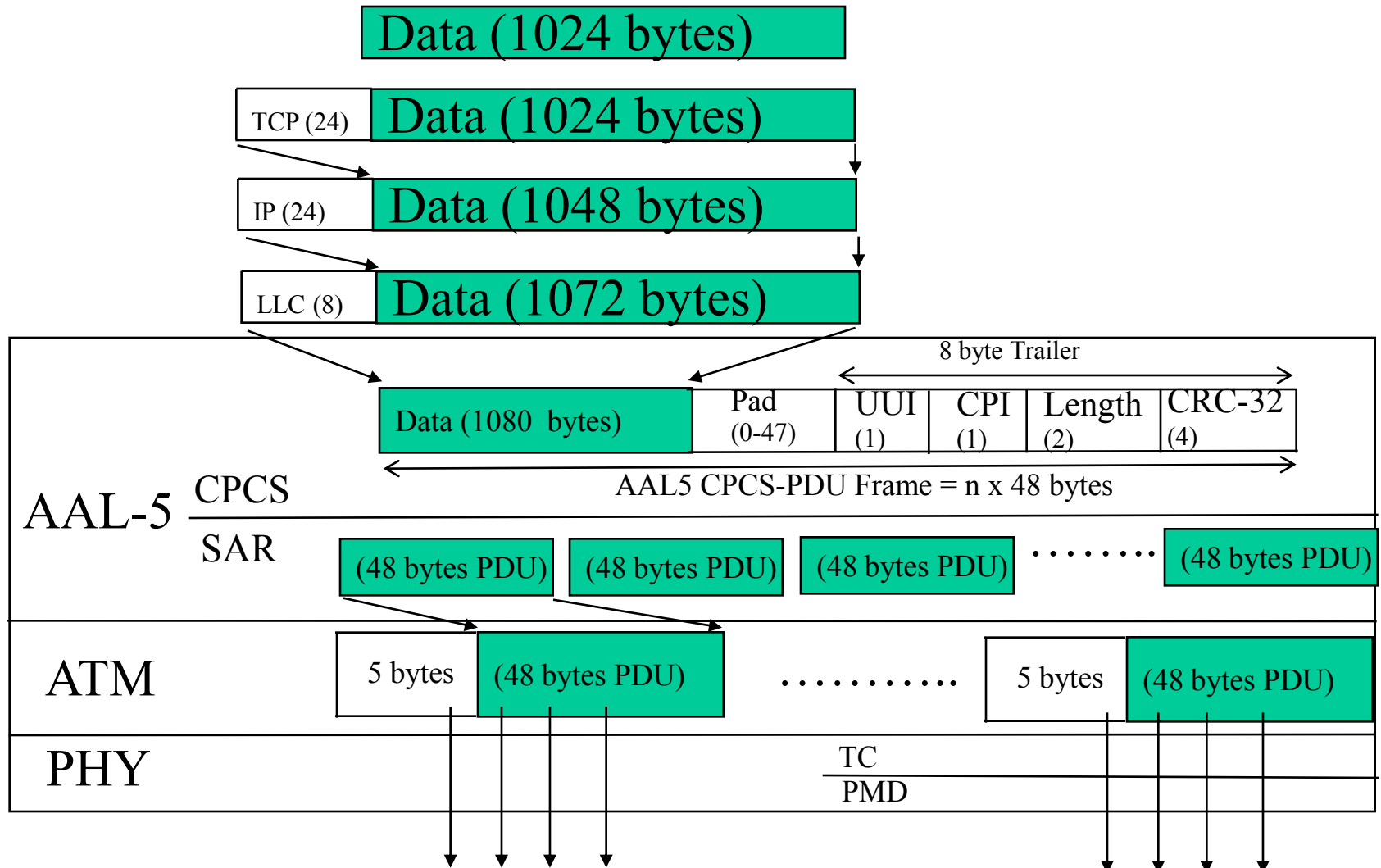
- **Adaptační vrstva:**

- Zajišťuje příjem dat z vyšší vrstev a jejich transformaci na buňky
 - CS-convergence sublayer a SAR-segmentation and reassembly
 - **Různé typy adaptace:**
 - » **AAL1** – přenos v reálném čase, 1 byte –info pole
 - » **AAL2** – přenos v reálném čase s proměnnou rychlostí, 1 byte info pole + 3 byty CPCS-PDU záhlaví
 - » **AAL3/4** – většinou přenos dat, k dispozici 44 bytů, 4 pro informační pole
 - » **AAL5** – používá se pro přenos dat, používá všechny 48 byty

Přenosové trasy ATM

Traffic Class	A/CBR	B/VBR	C/ABR	D/UBR
Application Examples	Voice/Video, CE	Packet Voice/Video	X.25, SNA, Frame Relay	IP, LANE
Timing between Source & Destination	Yes (Real Time)		No (Non-Real Time)	
Bit Rate	Constant	Variable		
Connection Mode	Connection Oriented			Connection-less
AAL-type	1	2	3/4, 5	3/4, 5

Přenosové prostředí ATM - ukázka AAL-5



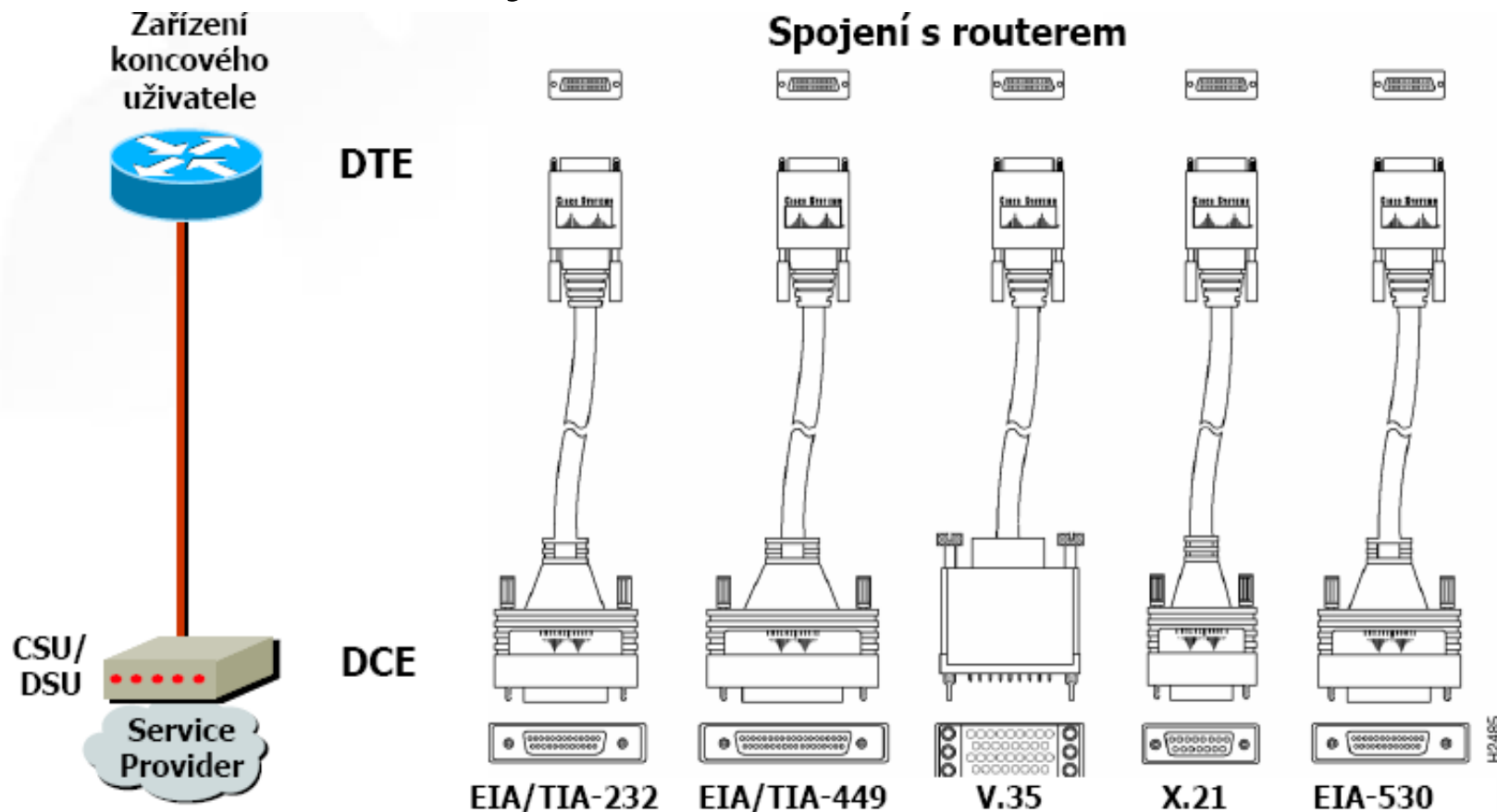
Charakteristika ATM rozhraní

Základní typy používaných interface :

- E1 – rychlost 2.048Mbps
- E3 – rychlost 34.368Mbps
- SONET OC-3 – rychlost 155.52Mbps
- SONET OC-12 – rychlost 622.08Mbps
- SONET OC-48 – rychlost 2488.00Mbps

Seriové Point-to-Point spojení

- Obvykle vznikají sloučením KI z E1 na zařízení kterým se říká **MULDEX**



Základní WAN spojení- 1.vrstva OSI

Leased Line



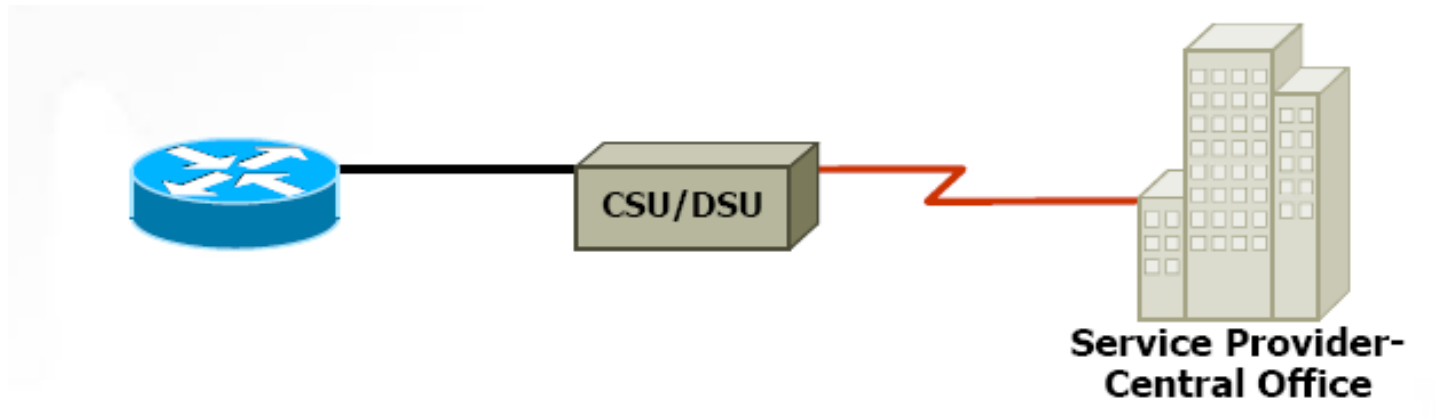
Circuit-Switched



Packet-Switched

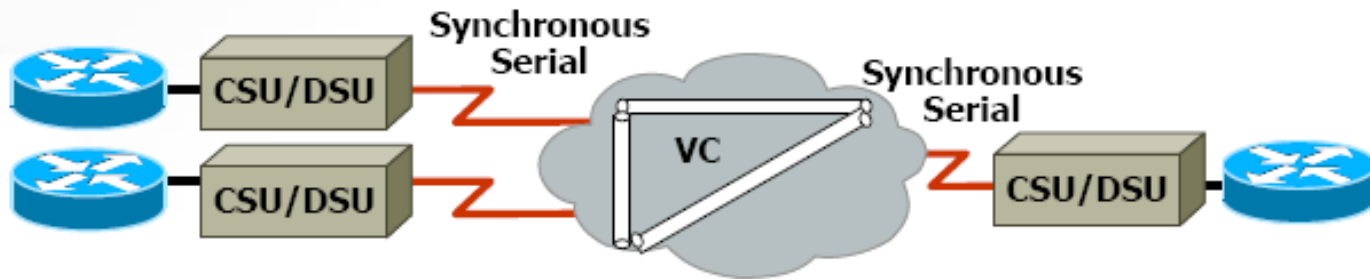


Leased Line- pevná linka



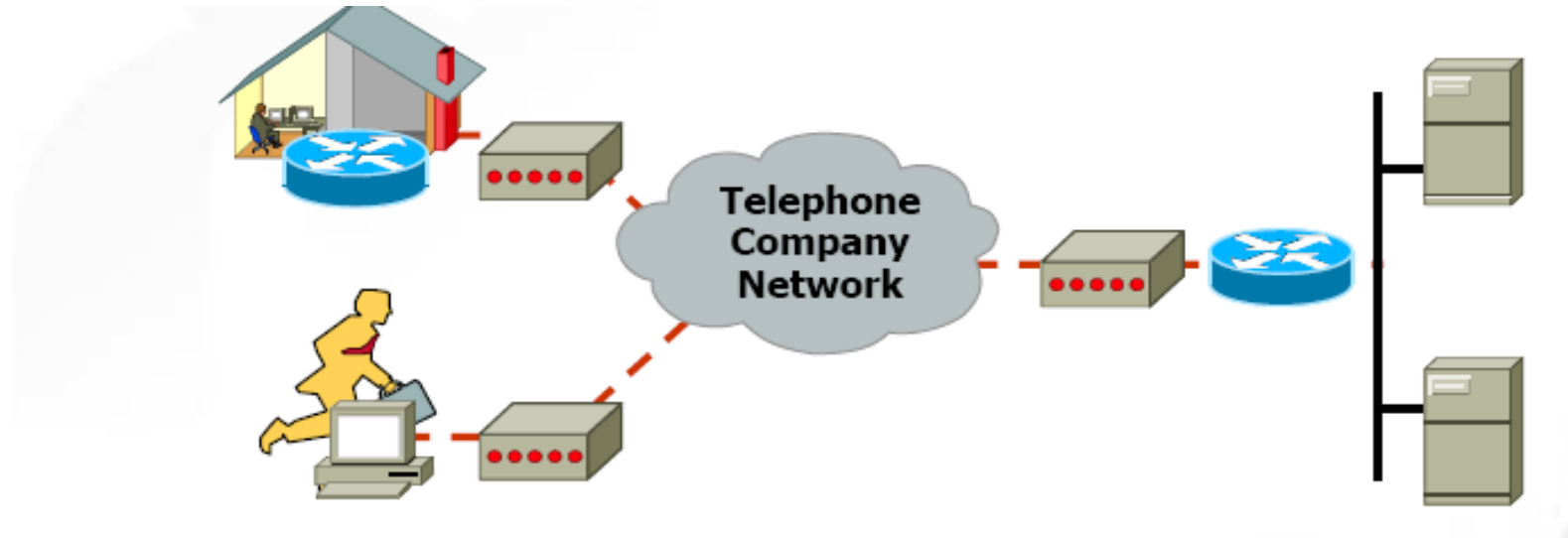
- .Stálé spojení, bez nutnosti vytvářet spojení při každém požadavku na přenos dat**
- .Spojení za předem daný, paušální poplatek**
- .Pohodlnější, lze dosáhnout vyšších přenosových rychlostí**

Packet Switched spojení



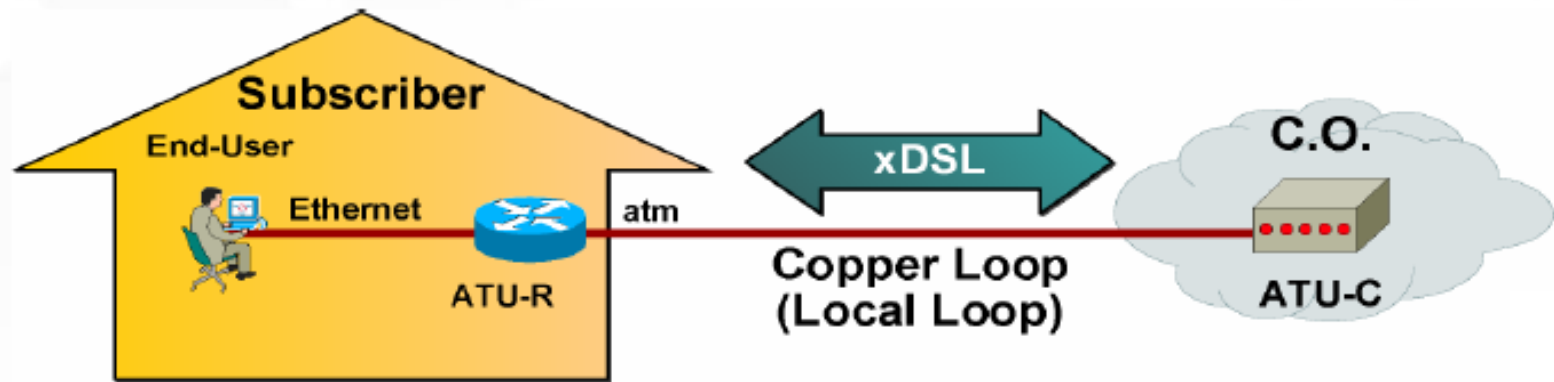
- .Používá virtuální okruhy (VC)**
- .Obdoba pevné linky- stálé připojení, uživatel si od provozovatele sítě**
- .pronajímá VC mezi jednotlivými lokalitami**
- .Sít' provozovatele je sdílena mnoha zákazníky**

Circuit Switched- vytáčené spojení



- Okruh je vytvořen, udržován a ukončen pro každý požadavek na spojení
- Obdoba klasického telefonického spojení
- Nejčastěji využíváme již existujícího telefonního připojení

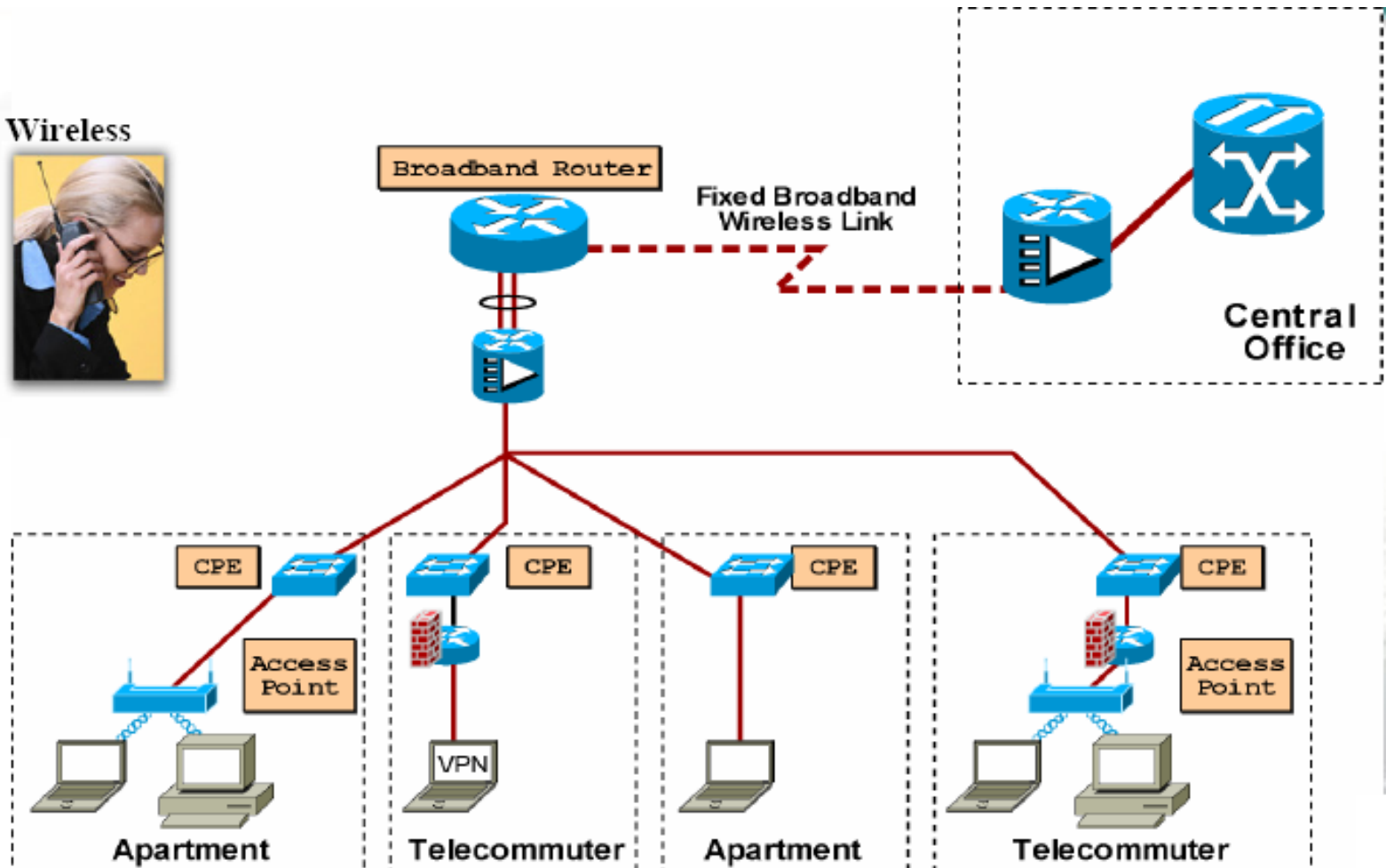
Broadband- DSL spojení



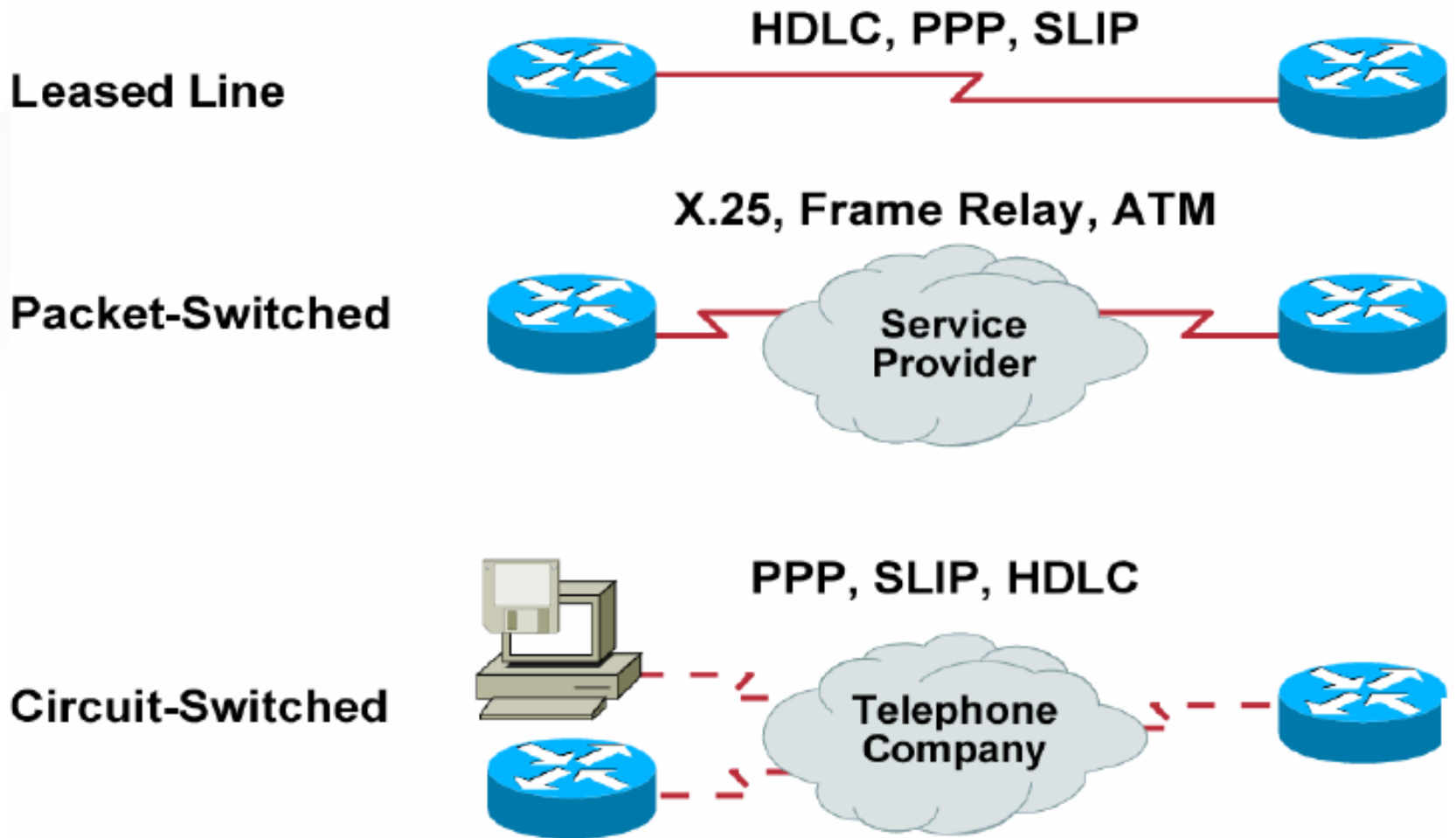
- Přenosová technologie, kdy se přenáší data přes kroucenou dvoulinku
- Různé typy služby- xDSL (Asymmetric/Symmetric)
- Všechny typy DSL jsou L1 technologie
- ATU-R = ADSL Transmission Unit - Remote
- ATU-C = ADSL Transmission Unit - Central

Broadband- bezdrátové spojení

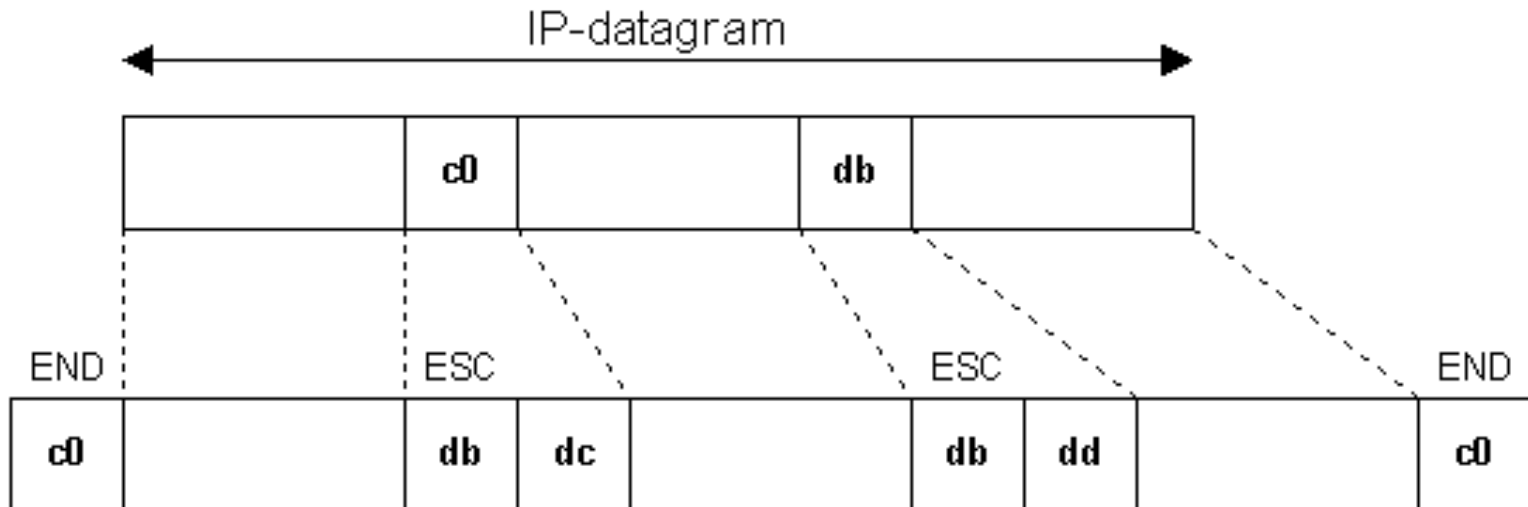
Wireless



WAN spojení- 2. vrstva OSI modelu



Linková vrstva - SLIP



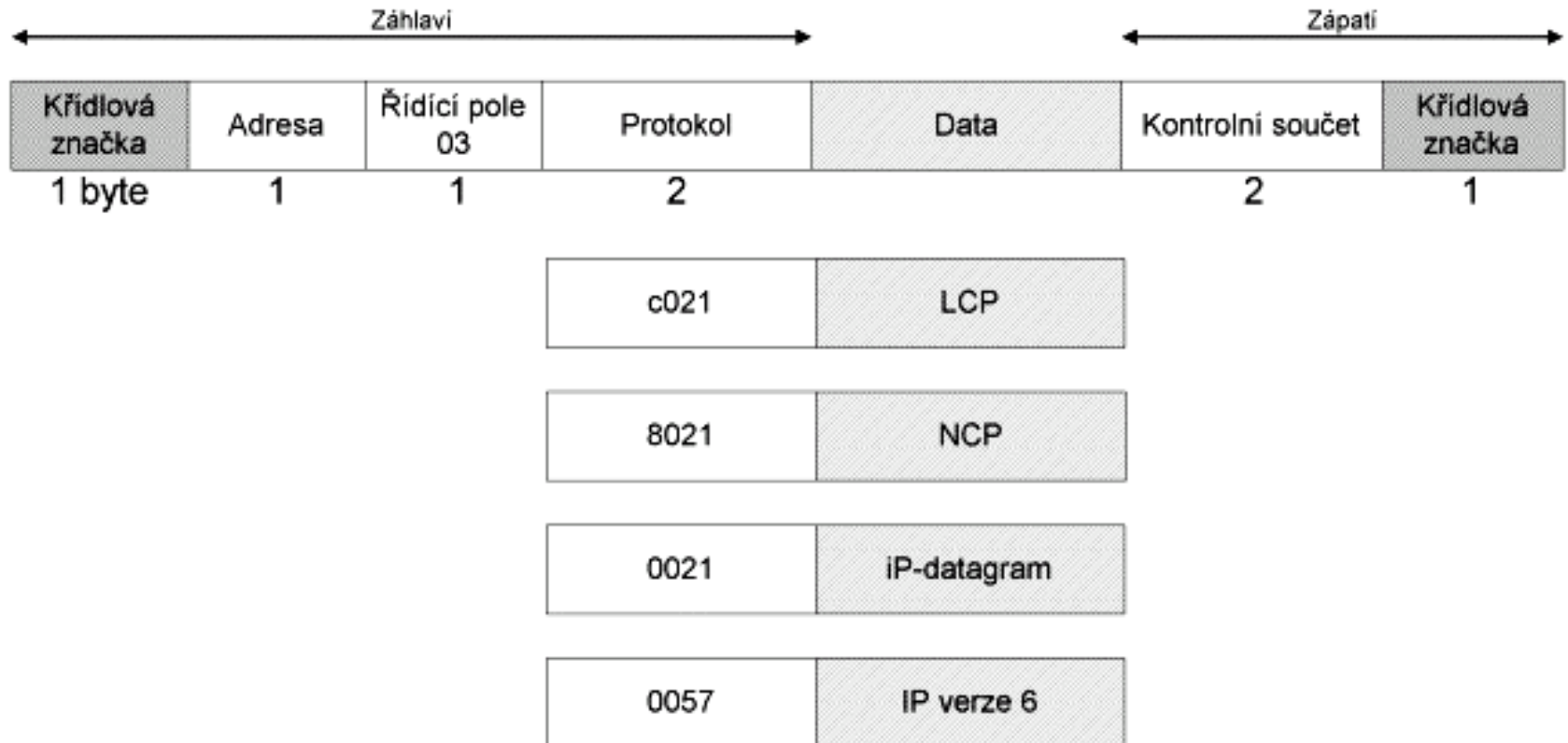
- Je určen pro přímé spojení dvou počítačů modemem - nemá adresy
- Používá ESC sekvence

Linková vrstva - HDLC



- Používá se při spojení dvou a více počítačů synchronní linkou
- Má adresu a kontrolní součet
- Používá křídlové značky

Linková vrstva - PPP



- Zajišťuje i navázání spojení a autorizaci

Sít'ová vrstva, IP adresace - základy

Sít'ová vrstva

- Adresy třetí vrstvy jsou hierarchické a lze podle nich směřovat
- Je třeba převod adres třetí vrstvy na druhou a zpět.
- Příkladem je TCP/IP a IPX/SPX

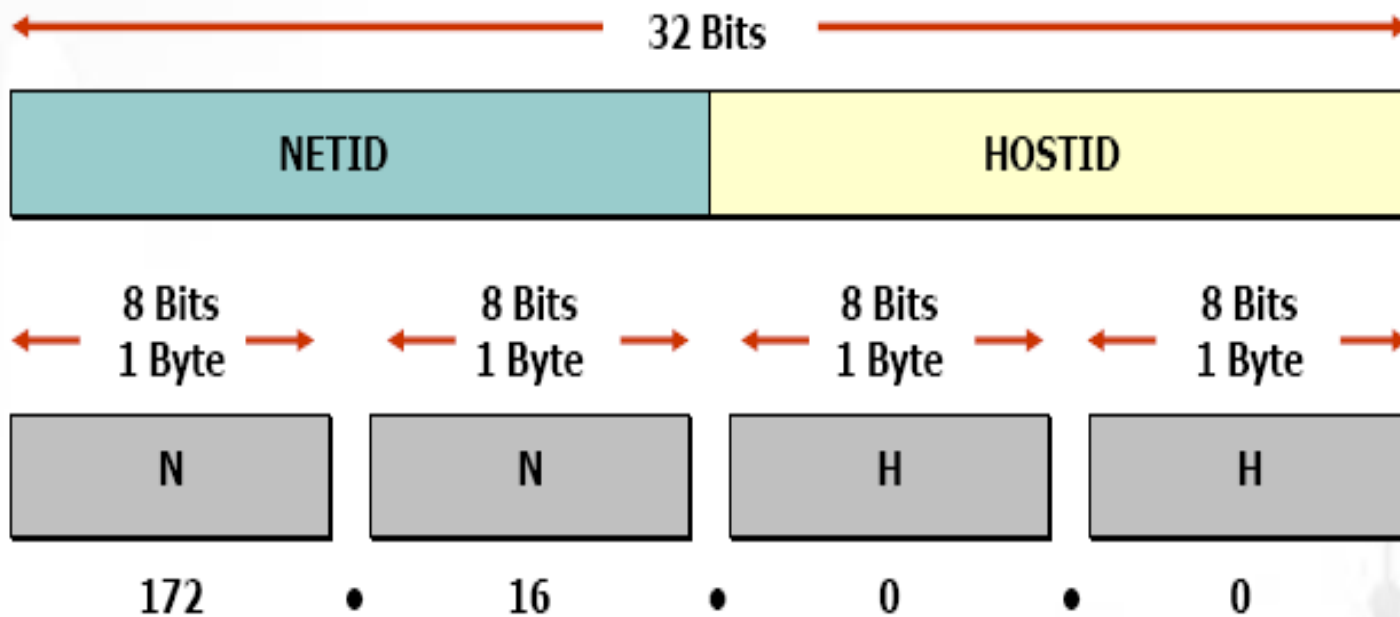
Protokol IP

- Zavádí IP adresu zapisovanou jako 4 číslice oddělené tečkou (192.168.1.1)
- Tyto adresy jsou mezinárodně přidělovány
- Je základním protokolem Internetu

Možné adresy dle tříd

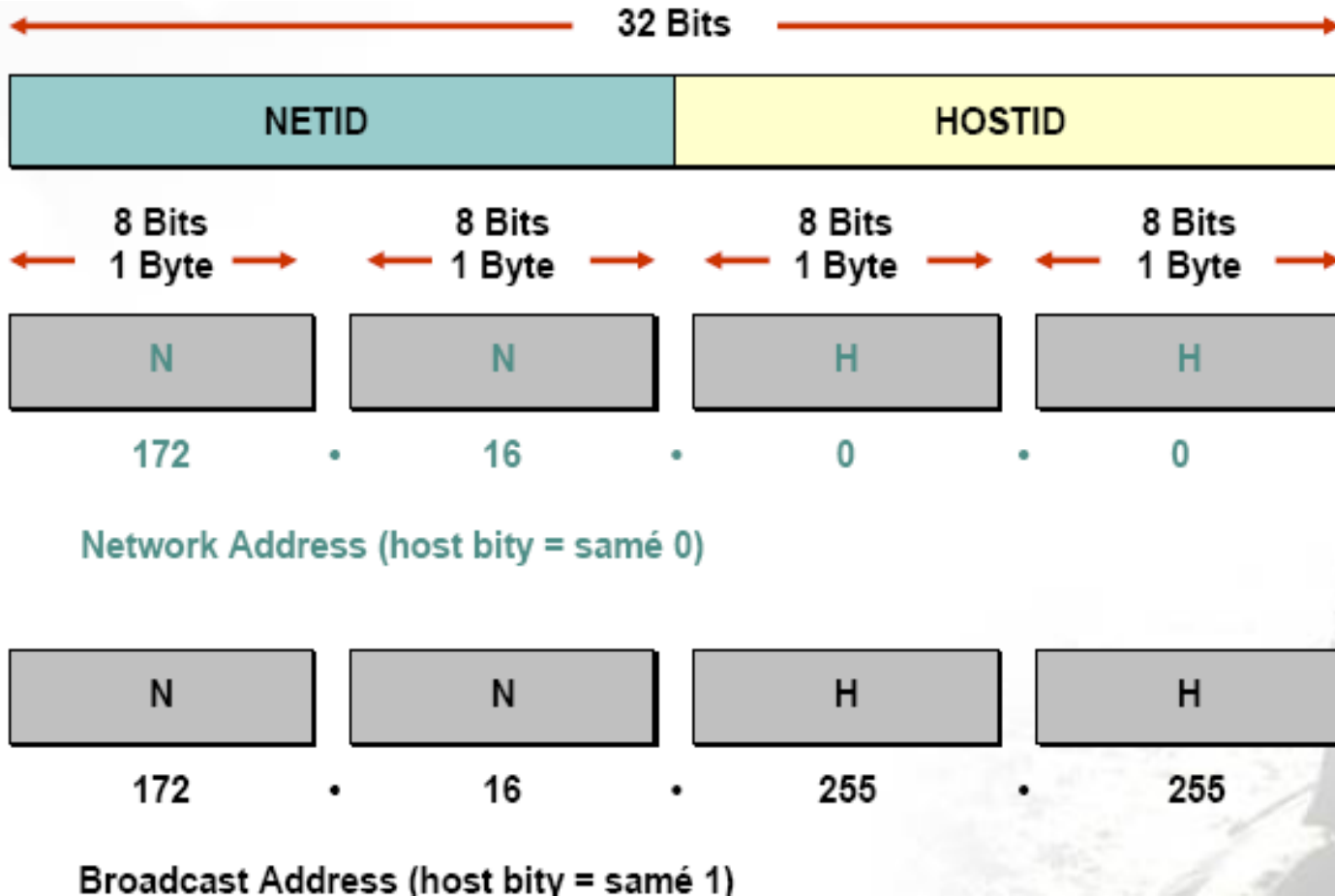
Třída	Rozsah IP adres (hodnota 1. Bytu)
A	1-126 (00000001-01111110)
B	128-191 (10000000-10111111)
C	192-223 (11000000-11011111)
D	224-239 (11100000-11101111)
E	240-255 (11110000-11111111)

Adresa síť



Network Address (host bity = samé 0)

Broadcast



Privátní IP adresy

Třída	RFC 1918 – rozsah adres
A	10.0.0.0 až 10.255.255.255
B	172.16.0.0 až 172.31.255.255
C	192.168.0.0 až 192.168.255.255

Pole TTL

- Zabraňuje nekonečnému bloudění paketu sítí
- Každý router, který paket zpracuje, sníží TTL o jedničku
- Když je TTL nulové, je paket zahozen

IP adresa - unicast

- Zapisuje se jako 123.123.123.123
(1.1.1.1)
- Je to adresa počítače (jeho síťového rozhraní)
- IP adresa i maska se chápou jako 32-bitové číslo (8 bitů = 1 byte) a každá číslice mezi tečkami udává jeden byte

IP adresa - unicast

- Některé rozsahy jsou pro neveřejné sítě
10.x.x.x, 172.16-31.x.x, 192.168.x.x
- 127.0.0.1 je loopback
 - je to „virtuální“ rozhraní, představuje vždy počítač samotný
 - funguje vždy, když pracuje IP vrstva
 - lze použít pro různé testy

IP adresa - broadcast

- Třetí vrstva má také broadcast adresu
255.255.255.255
- Uslyší ji všechny počítače v mé lokální síti, podobně jako u broadcastu na druhé vrstvě
- Slouží ke stejným účelům
 - Hledání partnera pro komunikaci
 - Speciální zprávy pro všechny

IP adresa - multicast

- Adresy z rozsahu
224.0.0.0 – 239.255.255.255
- 239.x.x.x je vyhraženo pro neveřejné skupiny
- TTL pole se chápe jako omezení významu skupiny
 - 1 = Lokální síť, 16 = Místní síť, 64 = Region,
 - 128 = Do světa

Dvojková soustava

- Počítače znají jen číslice 0 a 1, všechna ostatní z nich skládají
- $5_d = 0101_b$
- Výpočet je jednoduchý, každá pozice má svou hodnotu a ty se sčítají
- 2^3 2^2 2^1 2^0 mocnina označuje pozici
8 4 2 1 násobky dvou
0 1 0 1 = 4+1 = 5

Dvojková soustava

- Převod z desítkové do dvojkové je dělení dvěma a píše se zbytek dělení. Nakonec zbyde 0.
- $5/2$ ($n i c_b$) nejde, napíšeme 1 a dělíme
 $2/2$ (1_b) jde, napíšeme 0 a dělíme
 $1/2$ (01_b) nejde, napíšeme 1 a dělíme
zbyla 0, a máme výsledek 101_b
- Obvykle se zapisuje na 4 či 8 míst, přidávají se nuly zleva (0101_b)

Dvojková soustava

- Každé dvojkové číslici se říká bit, 8 číslic je 8 bitů, 16 číslic je 16 bitů
- 8 bitů se zkracuje jako 1 byte (čti bajt)
- Nejčastěji se při počítání používá 8 bitů, což je desítkové číslo od 0 (0000 0000_b) do 255 (1111 1111_b) a je to celkem 256 hodnot

Logická funkce AND

- Lze s ní provádět tzv. maskování
- Kde jsou v masce jedničky, tam vzor opíšeme, kde jsou nuly, tam napíšeme nuly

•	0110	1101 _b	Vzor
	1111	0000 _b	Maska
	0110	0000 _b	Výsledek
	0000	1101 _b	Zbytek

Sít'ová maska

- Nazývána jako maska nebo netmask
- Zapisuje se podobně jako IP adresa 255.255.255.0 a ve dvojkové soustavě ji tvoří zleva samé jedničky doplněné nulami
- Jako IP adresa jsou to čtyři byte oddělené tečkami pro přehlednost
- Používá se jako maska při funkci AND, vzor je zde IP adresa

Sít'ová maska

- 192.168. 1. 1 Vzor
255.255.255. 0 Maska
192.168. 1. 0 Výsledek
0. 0. 0. 1 Zbytek
- Kde jsou jedničky (8 jedniček=255), tam opíšeme a nakonec doplníme nulami

Sít'ová maska

- 192.168. 33. 1 Vzor
255.255.240. 0 Maska
192.168. 32. 0 Výsledek
0. 0. 1. 1 Zbytek
- 240=1111 0000_b
33=0010 0001_b

Sít'ová maska

- Rozdělí IP adresu na adresu sítě a adresu počítače v této síti
192.168.1.1/255.255.255.0
Sít' je 192.168.1.0 a počítač má v této síti číslo 1 (je to zbytek z IP adresy)
- 192.168.200.30/255.255.255.0
je sít' 192.168.200.0 a počítač 30

Sít'ová maska

- Počítače v jedné lokální síti mají stejnou masku sítě
- Počítače ve jedné lokální síti mají stejné číslo sítě a různé číslo počítače, tudíž jsou jejich IP adresy podobné
- Říká, kolik počítačů je v lokální síti (počet nul v masce)
- O IP adrese počítače i délce masky rozhoduje administrátor

Sít'ová maska

- Které z těchto počítačů jsou ve stejné síti?

192.168.1.1/255.255.255.0

192.168.2.1/255.255.255.0

192.168.1.2/255.255.255.0

192.168.2.2/255.255.255.0

- Jaké je číslo sítě a počítače?

147.80.35.1/255.255.240.0

Sít'ová maska

- Masku lze **také udávat** jako počet jedniček v masce, pak se hovoří o délce masky, někdy také o délce prefixu sítě
255.255.255.0 = 24,
255.255.0.0 = 16, 255.255.255.240 = 28
- 192.168.1.1/24, 172.18.0.1/16,
192.168.2.1/28

Sít'ová maska

- Jak již bylo uvedeno původně byly IP adresy rozděleny do tříd dle délky masky (pozná se dle prvního byte adresy)
 - třída A/8 0xxxxxxx (0–126)
 - třída B/16 10xxxxxx (128–171)
 - třída C/24 110xxxxx (192–223)
 - třída D 1110xxxx (224–239)
 - třída E 1111xxxx (240–255)

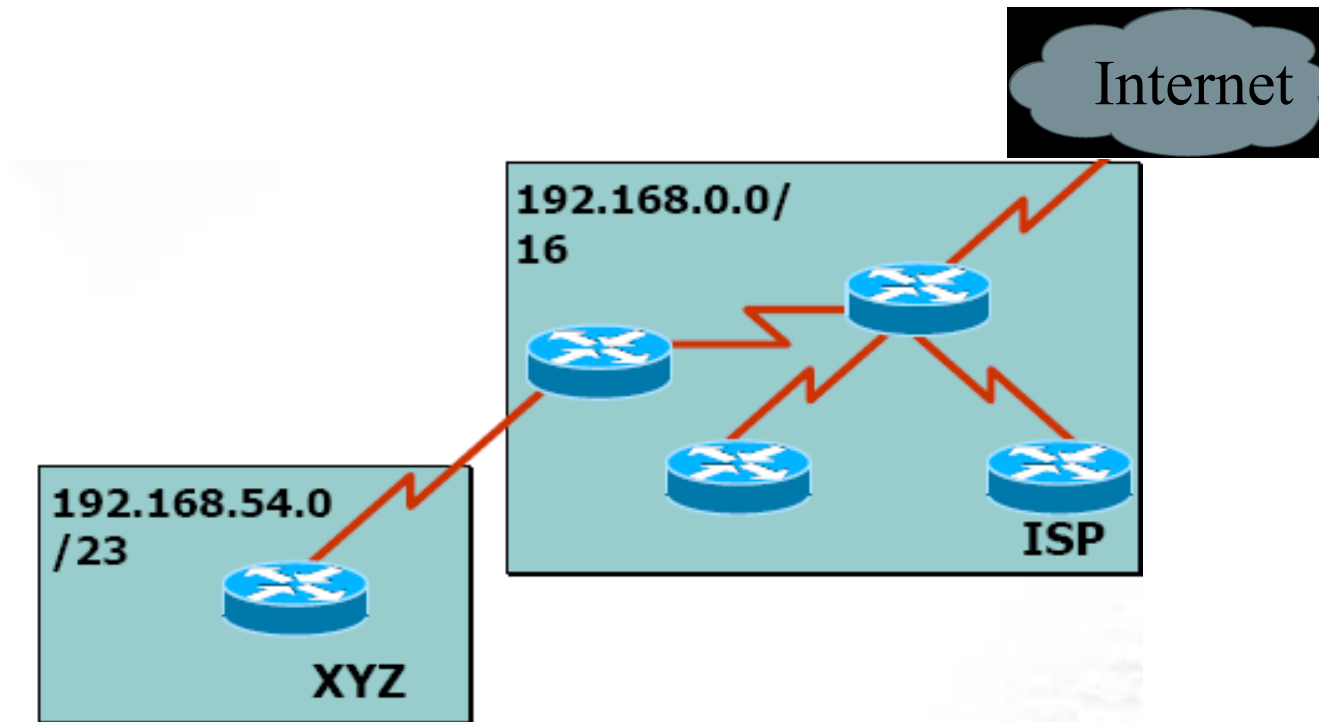
Sít'ová maska

- Od třídního rozdělení se odvozují názvy:
 - 2 C => maska 23 (255.255.254.0)
 - 2. čtvrtka C 194.212.2.0 => 194.212.2.64/26 (255.255.255.192)
 - supernet => maska kratší, než odpovídá třídě adresy (194.212.2.0/20 má mít masku 24, je to třída C)
 - **CIDR** => classless interdomain routing (beztrždní adresování/routování)

CIDR

- Umožňuje užití mnoha síťových adres pro jednu organizaci (opačný přístup než podsítě)
- Místo jedné B adresy je přiřazen dostatečně velký blok C adres - přechodně řeší nedostatek adres typu B a přeplnění směrovacích tabulek
- Aby směrovače nemusely udržovat příliš informací, zavádí se reprezentace - (netw. addr., count) - nutnost přidělování souvislých adresových bloků
- RFC 1518 a 1519, RFC 2050 Internet Registry IP Allocation Guidelines

Adresace s CIDR



CIDR dovoluje sumarizaci cest na klíčových místech v síti.

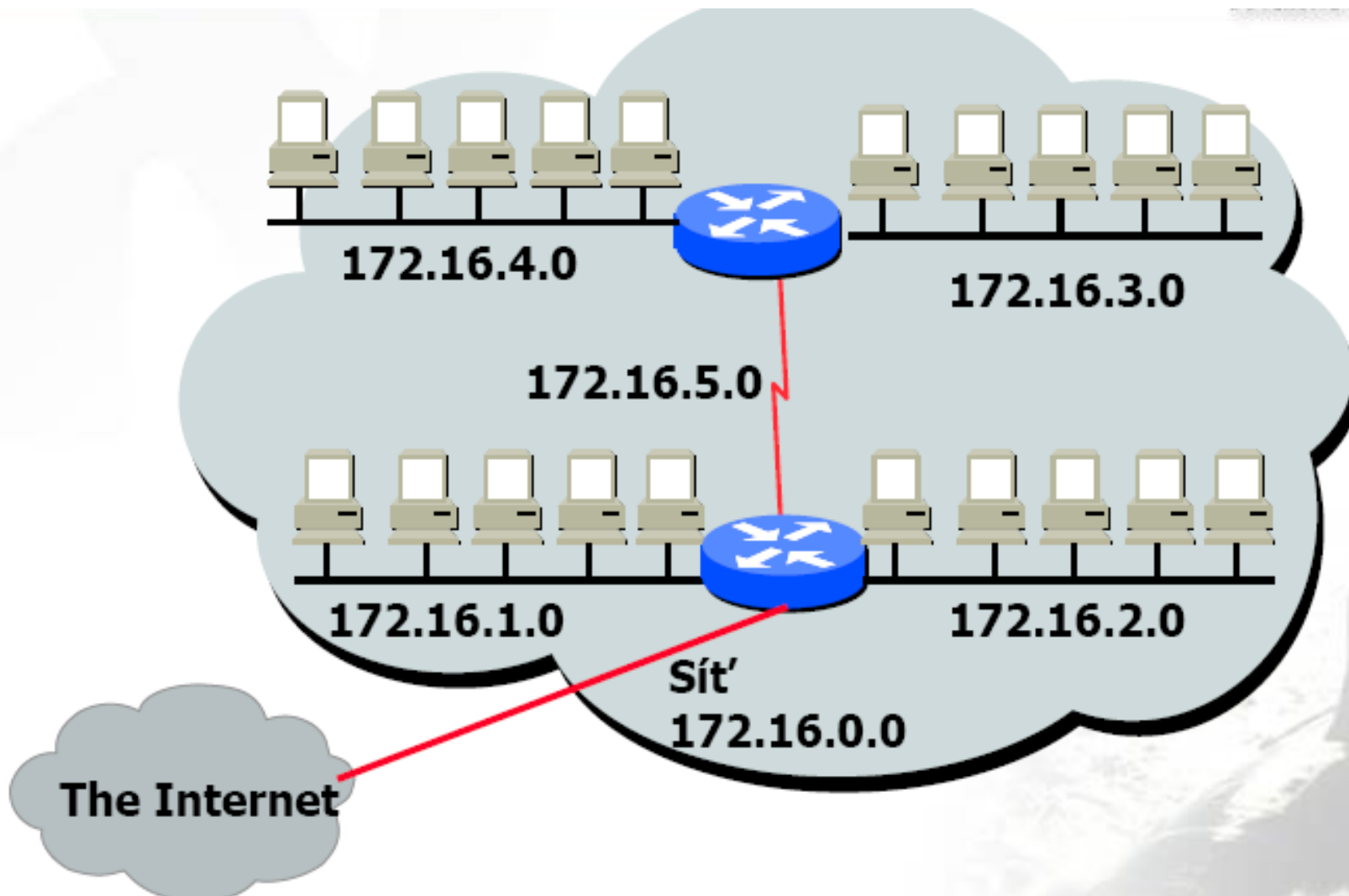
Sít'ová maska

- VLMS => variable length mask
- V současné době už se třídní rozdělení nedodrží, zvětšuje routovací tabulky a způsobuje malé využití adresného prostoru (`ip classless`,
`ip subnet zero`)
- Pracuje se s tkz. **podsíťemi**

Podsítě - subnety

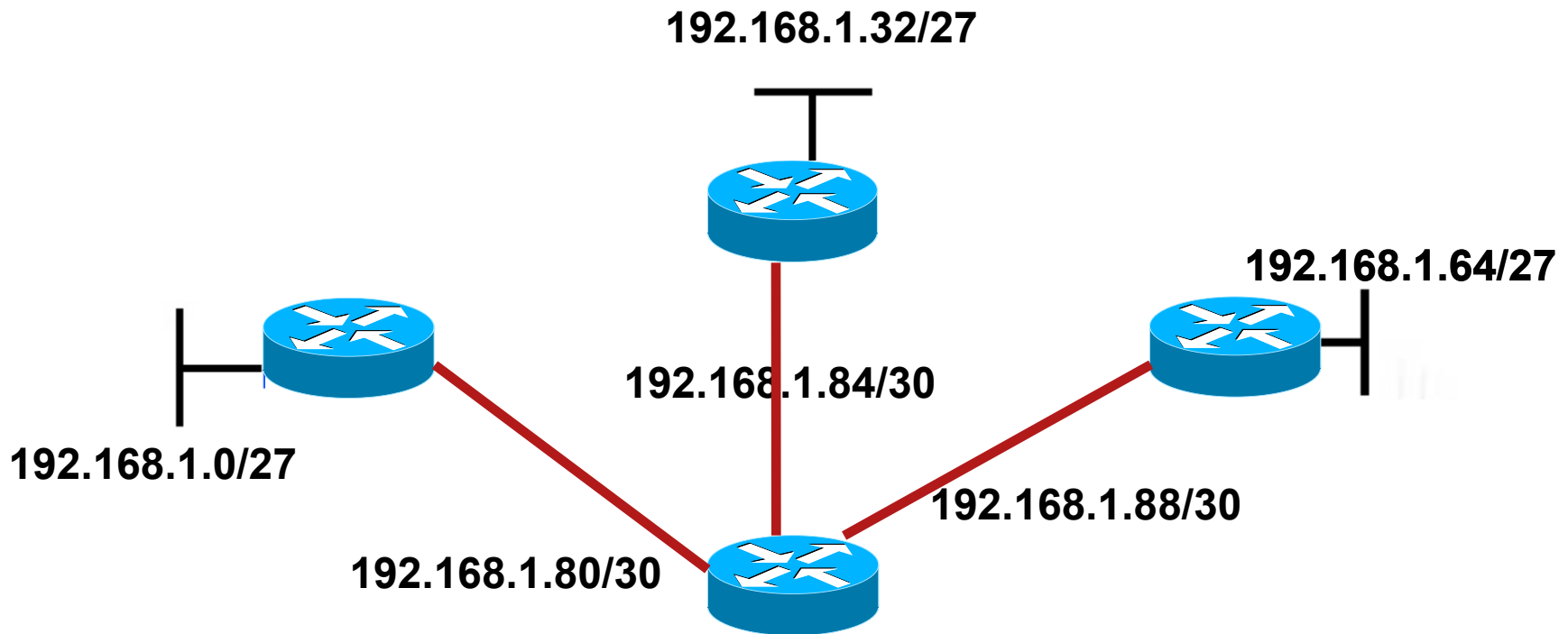
- Jen lokální routery vědí o existenci více podsítí a směrování provozu mezi nimi
- Obecně je rozdělení lokální části adresy libovolné, je však vhodné postupovat pokud možno co nejjednodušeji a navázat subnetid plynule na netid (souvislá maska)
- V podsítích lze používat broadcasty standardní formou jak na jednotlivé podsítě, tak i do všech podsítí
- Maska sítě: část tvořící síť - 1, část tvořící uzel - 0

Ukážková síť



Masky s proměnnou délkou - VLSM

- Variable-Length Subnet Mask
- Různé masky pro stejnou třídní síť

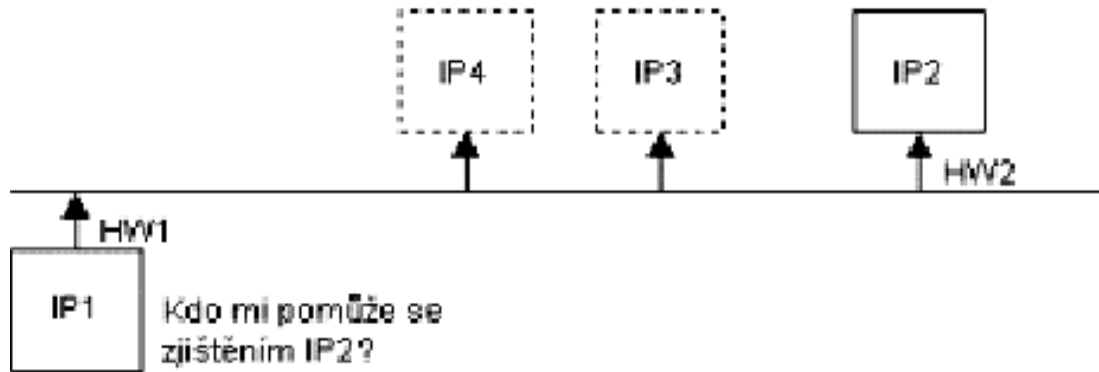


Protokol ARP

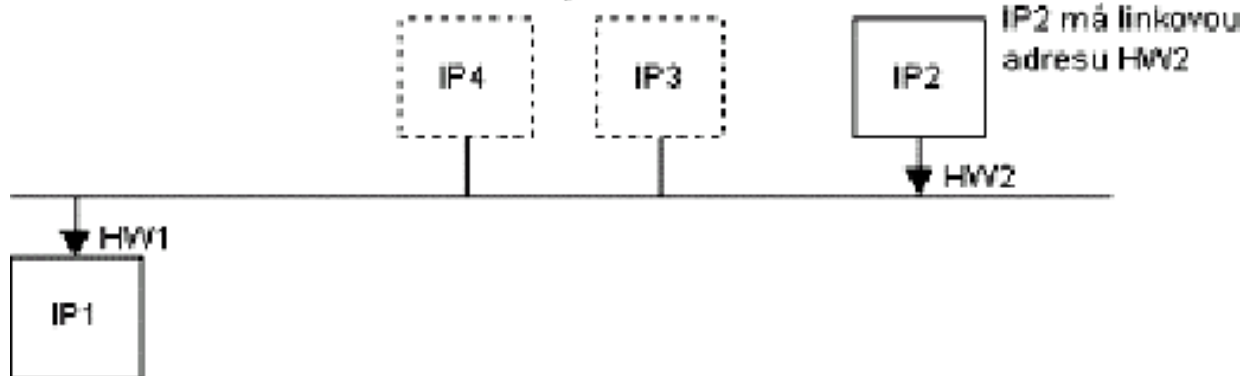
- Zajišťuje překlad cílové IP adresy na příslušnou MAC adresu
- Zná dvě zprávy: dotaz a odpověď
- Pokud se nenalezne pomocí ARP adresa cílového počítače, nelze s ním komunikovat!
- Dotaz se vysílá jako broadcast, protože není známá MAC adresa cíle, hledá se

Protokol ARP

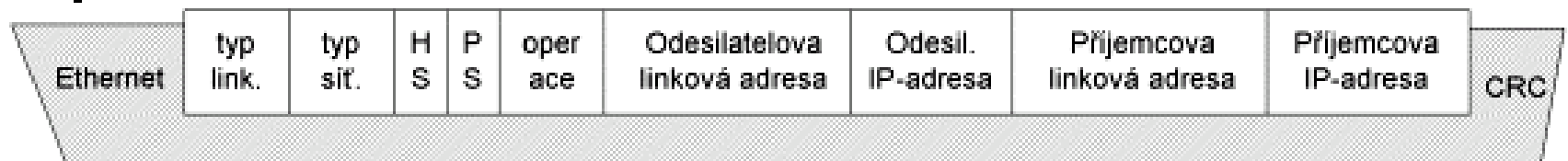
1. ARP-žádost



2. ARP-odpověď



Paket protokolu ARP



Cesta mimo lokální síť

- S počítači, které nejsou v lokální síti (podle masky) nelze komunikovat přímo
- Takové pakety se posílají na gateway (jméno pro nejbližší router)
- Gateway rozhodne kam a jak bude paket putovat dál
- Gateway má více síťových rozhraní
- Každá síť má svoji gateway

Komunikace pomocí IP

- Do IP paketu se vyplní zdrojová a cílová adresa
- Druhá vrstva před paket připojí hlavičku linkové vrstvy
- Pomocí ARP se převede cílová IP adresa na MAC adresu
- MAC adresa zdroje je známá, doplní se
- Paket má nyní dvě hlavičky se dvěma různými adresami, odešle se

Protokol RARP

- Opak k ARP (Reverse ARP)
- K hardwarove MAC adrese zjišťuje IP adresu
- Používaly bezdiskové stanice

Protokol ICMP

- Je to kontrolní a chybový protokol IP
- Používá se k diagnostice IP sítí a k hlášení chyb vzniklých při cestě paketů sítí
- Pokud dojde k chybě, odešle se odesilateli paketu ICMP zpráva o chybě

Program PING

- Využívá ICMP zprávy
- Pošle žádost ECHO_REQUEST cílovému počítači
- Pokud cílový počítač zprávu dostane, odpoví ECHO_REPLY
- Měří se čas do odpovědi a poměr vrácených ku odeslaným paketům
- Poznává se, zda a jak kvalitně je cílový počítač dostupný

Program TRACERT

- Používá ICMP a pole TTL v paketu
- Podobně jako PING odesílá pakety k cílovému počítači
- Pole TTL postupně zvyšuje od 1 do maxima
- Paket tak dojde k prvnímu, druhému, ... routeru a nakonec k hostiteli
- Opět se měří čas a je vidět, kdo zdržuje nebo nefunguje po cestě k cíli

Program ARP

- Vypisuje známá přiřazení IP k MAC adrese
- Umožňuje mazat a přidávat záznamy

Děkuji za pozornost !