

Počítačové sítě

Jiří Zacpal



DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE
PALACKÝ UNIVERSITY, OLOMOUC

KMI/YUDIT Úvod do informačních technologií

Osnova



- Počítačová síť
- Síťová architektura
- Popis jednotlivých vrstev
- Aplikační programy

Literatura



1. P. Příhoda: Počítačové sítě
2. Andrew S. Tanenbauma Computer Networks.
3. Jiří Peterka: Báječný svět počítačových sítí (http://www.earchiv.cz/i_serial.php3)

Počítačová síť

- **počítačová síť** = skupina vzájemně propojených počítačů a dalších zařízení (hostitelských/koncových uzlů), komunikujících pomocí prvků **síťové infrastruktury**:
 - přenosová/propojovací média: metalické vodiče a optická vlákna = „drát“, elektromagnetické (rádiové) vlny = „bezdrát“
 - aktivní a pasivní propojovací prvky: opakovače, přepínače, směrovače, brány aj.
- **přenosová rychlost** udává množství dat, které se po síti přenesou za určitou časovou jednotku (Mb/s, Gb/s)
- **přenosový výkon** udává množství „užitečných“ dat, které se po síti přenesou za určitou časovou jednotku

Taxonomie počítačových sítí

Typy počítačových sítí

- **Sítě serverového typu**

- V takovéto síti existuje hlavní počítač, nazývaný **server**, který ostatním počítačům, které se nazývají **klienti**, poskytuje služby.

- **Peer to peer**

- Každý počítač v síti může poskytovat služby jiným počítačům.

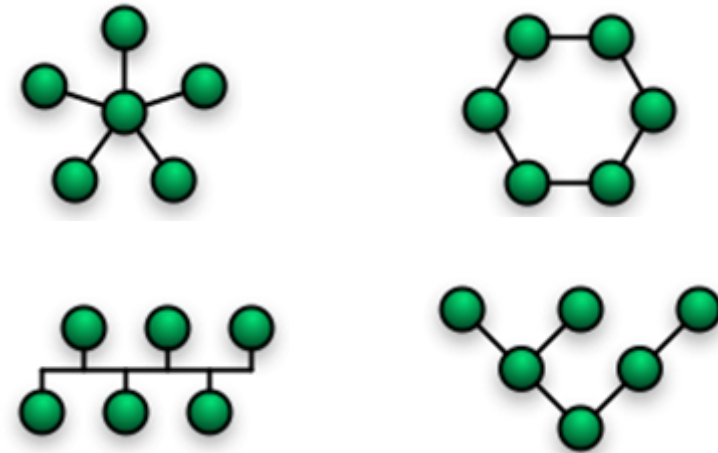
Podle rozlehlosti



- **Osobní počítačová síť (PAN)**
 - propojení zařízení, příp. k počítači, s umožněním vzájemné komunikace a přenosu dat
 - charakterem LAN
 - omezeny dosahem, v okolí zařízení (jednotky až desítky m, nejčastěji „kolem osoby“)
- **Lokální počítačová síť (LAN)**
 - propojení koncových uzlů s umožněním vzájemné komunikace a přenosu dat
 - lokální = omezeny rozsahem (jednotky km, nejčastěji v budově nebo komplexu budov),
- **Metropolitní počítačová síť (MAN)**
 - propojení a „prodloužení“ několika LAN, účelem přenosové sítě, charakterem lokální v rámci města (desítky km)
- **Rozlehlá počítačová síť (WAN)**
 - přenosové sítě propojující LAN/MAN (páteřní sítě)
 - velké vzdálenosti, pokrývají území států a kontinentů (neomezené)

Topologie počítačových sítí

- **Topologie** - logické uspořádání počítačů (příp. jiných zařízení) v síti
- **Fyzická topologie** - popisuje reálnou konstrukci sítě, zapojená zařízení a jejich umístění včetně instalovaných kabelů
- **Logická topologie** se vztahuje k tomu, jak jsou data v síti přenášena a kudy protékají z jednoho zařízení do druhého. Nemusí nutně kopírovat fyzické schéma sítě.
- Topologie:
 - hvězdicová
 - kruhová
 - sběrnicová
 - stromová



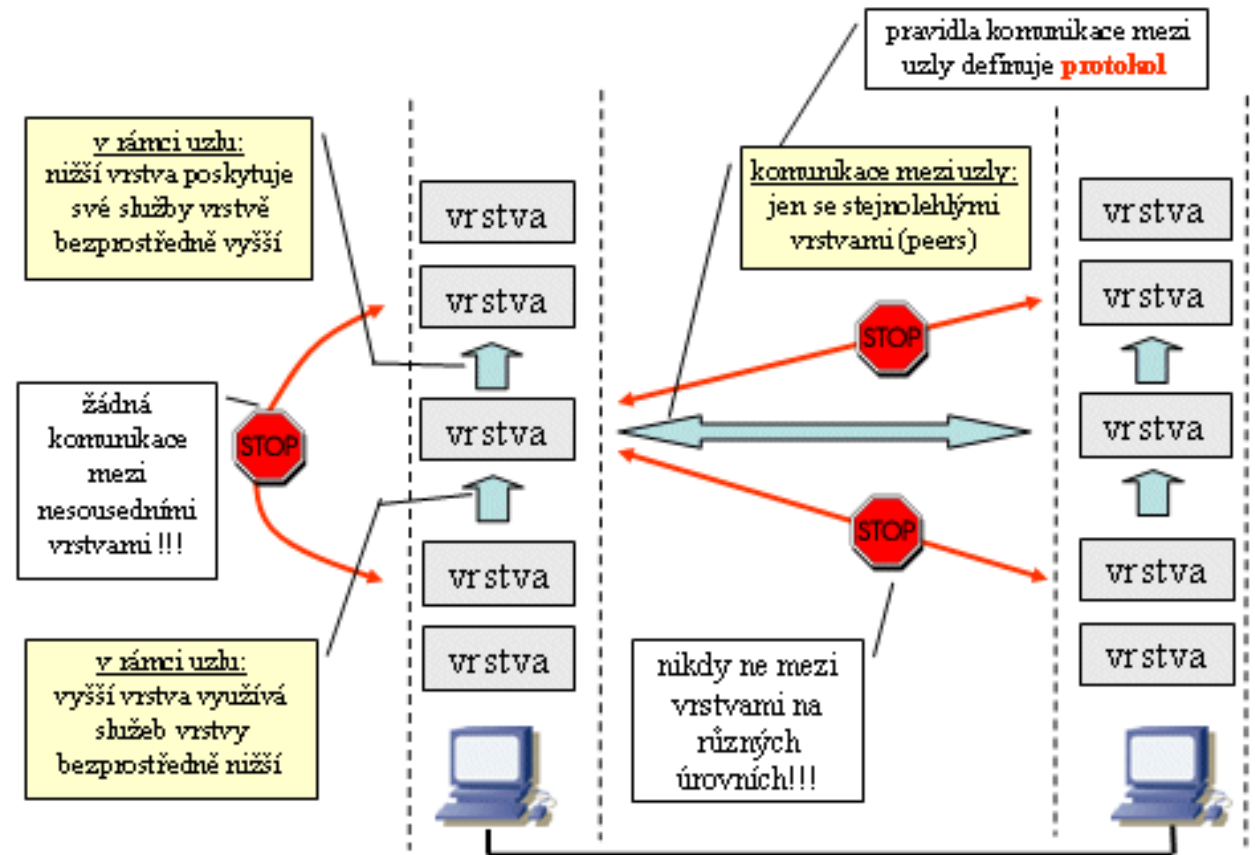
zdroj: Wikipeda

Síťová architektura

Síťová architektura



- **vrstva** – každá vrstva plní specifické úkoly
- **služba** – každá vrstva poskytuje službu vyšší vrstvě a sama využívá služby vrstvy nižší
- **protokol** – pravidla komunikace mezi stejnohlými vrstvami



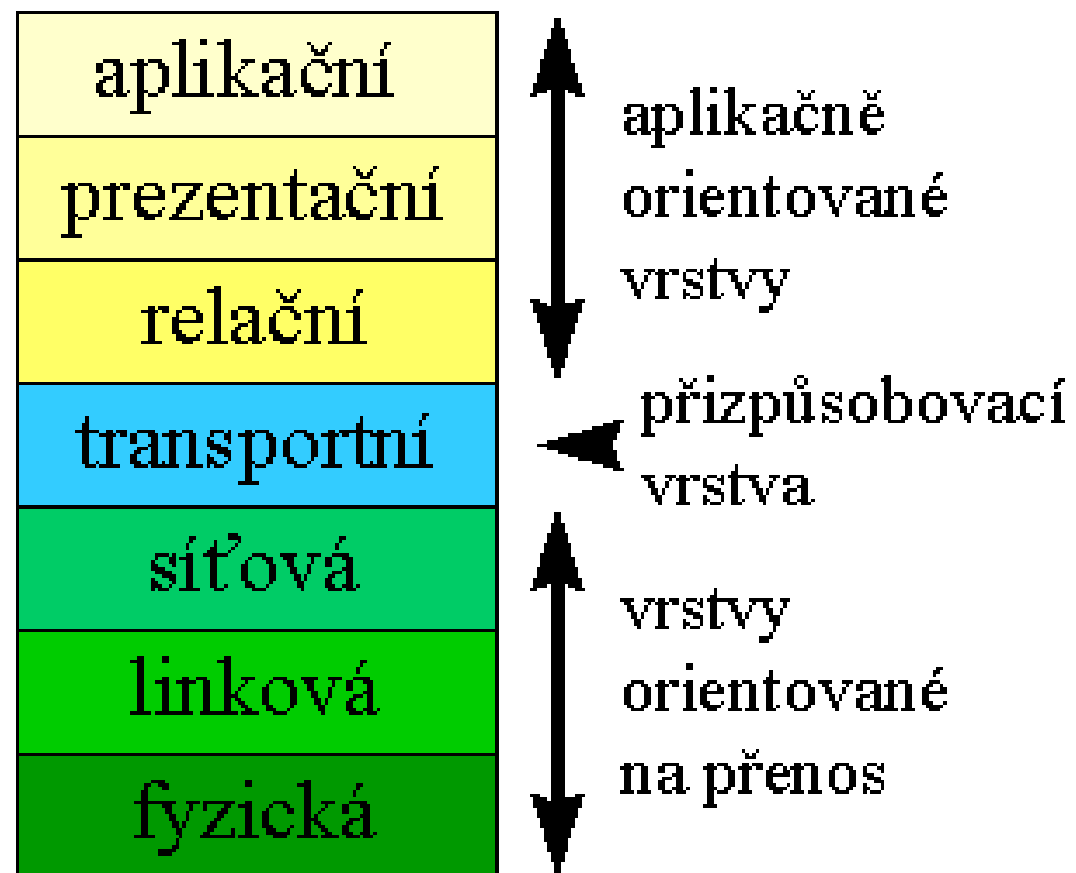
zdroj: J. Peterka – Báječný svět počítačových sítí

- Služby mohou být:
 - **Spojované**. Ty si můžete představit jako klasické volání telefonem. Abyste mohli s někým komunikovat, musíte vytočit jeho číslo a počkat, až volaný telefon zvedne. Tím je navázáno spojení a vy můžete komunikovat.
 - **Nespojované**. Tyto služby se podobají klasické poště. Vy na dopis napíšete pouze adresu a předáte poště. Dopis pak putuje z jedné pošty na druhou až k příjemci.
- Každá služba podle spolehlivosti může být:
 - **Spolehlivou službou (Reliable Service)**, kdy je zaručeno dodání dat adresátovi.
 - **Nespolehlivou službou (Unreliable Service)**, kdy odesílatel neví, zda data adresátovi došla.

Referenční model ISO OSI (Open Systems Interconnection)



- propojení otevřených systémů = zařízení podporujících příslušné normy
- obecně platné principy implementace systémů (abstrakce síťové architektury)



zdroj: J. Peterka - Principy počítačových sítí

Fyzická vrstva

- úkolem je fyzický přenos dat = přenos jednotlivých **bitů** a bitových sekvencí
- úkoly:
 - jakým způsobem jsou datové bity zakódovány do takového signálu, jaký se skutečně přenáší
 - jaký je časový průběh tohoto signálu
 - jaké jsou obvodové vlastnosti přenosových cest apod
- vyšší vrstvě nabízí **služby** typu „přijmi bit“ a „odešli bit“

Linková vrstva

- má za úkol přenášet celé bloky dat (obecně označované jako **rámc**e), a to mezi **sousedními** počítači
- úkoly:
 - vyznačit začátek a konec každého rámce
 - zajištění spolehlivosti přenosu
 - správné dodržování „tempa“ přenosu - tedy toho, aby příjemce stačil přijímat všechno to, co mu odesílatel posílá
- vyšší vrstvě nabízí **služby** typu „odešli rámec sousednímu uzlu“, resp. „přijmi rámec od sousedního uzlu“
- vrstva obsahuje dvě podvrstvy:
 - **LLC**, která zajišťuje přenos dat a jejich kontrolu.
 - **MAC**, která řeší problémy s přístupem ke sdílené přenosové lince

Síťová vrstva

- má za úkol zajistit doručení bloku dat - **paket**, uzlu, se kterým **není přímé spojení**, ale pouze spojení nepřímé, vedoucí přes jeden nebo několik přestupních uzlů
- musí „znát“ celou **topologii** sítě a je schopna stanovit, kudy (přes které přestupní uzly) má být daný paket postupně přenášén, tak aby se nakonec dostal k cíli
- úkoly:
 - rozhoduje o tom, kudy (jakou cestou) budou postupně přenášena data = „**směrování**“ (routing)
- směrování může vycházet z různých filosofií a může používat různé **algoritmy** pro hledání nejvhodnějších cest od příjemce k odesilateli
- vyšší vrstvě nabízí přenos bloku dat na libovolný počítač v síti

Transportní vrstva

- má za úkol vyrovnávat rozdíly mezi schopnostmi tří spodních přenosových vrstev a požadavky tří vyšších, aplikačně orientovaných vrstev
- úkoly:
 - z nespolehlivých přenosových služeb, jaké nabízí přenosový subsystém tvořený třemi nejnižšími vrstvami, vyrobila spolehlivou službou, jakou požadují horní, aplikačně orientované vrstvy
 - zajišťuje komunikaci **koncových** uzlů
 - zařídí předání dat konkrétnímu **příjemci** v rámci daného uzlu

Referenční model ISO OSI



Relační vrstva

- má za úkol řízení a průběh **relací**
- relace - „dialog“ mezi spolupracujícími relačními vrstvami obou systémů
- úkoly:
 - řídit výměnu dat
 - vytvoření a ukončení relační spojení
 - synchronizaci a obnovení spojení
 - oznamování výjimečných stavů

Referenční model ISO OSI



Prezentační vrstva

- úkolem je **konverze** přenášených dat tak, aby je obě strany shodně interpretovaly
- úkoly:
 - linearizace dat pro potřeby přenosu
 - kódování znaků a čísel

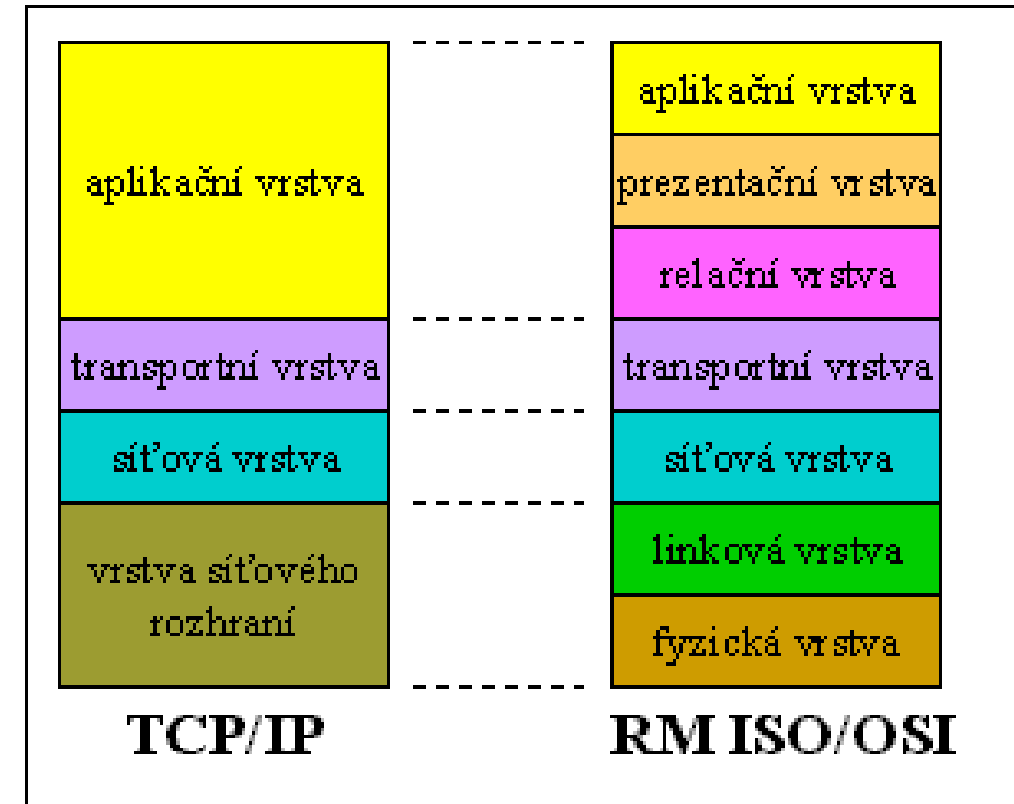
Aplikační vrstva

- účelem vrstvy je poskytnout aplikacím přístup ke komunikačnímu systému a umožnit tak jejich spolupráci
- v aplikační vrstvě jsou části aplikací související se sítovou komunikací

Referenční model TCP/IP



- použití v síti Internet (největší celosvětová síť propojených heterogenních sítí)
- nejpoužívanější síťová architektura
- všechny informace (konvence, protokoly, doporučení) v **RFC** (Request For Comments) od IAB (rada pro architekturu Internetu), de facto normy IETF (komise s pracovními skupinami Internetu)

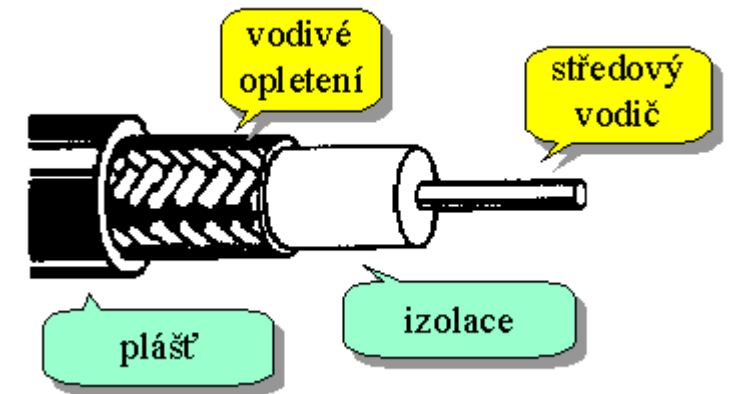


zdroj: J. Peterka – Báječný svět počítačových sítí

Přenosové cesty

Koaxiální kabely

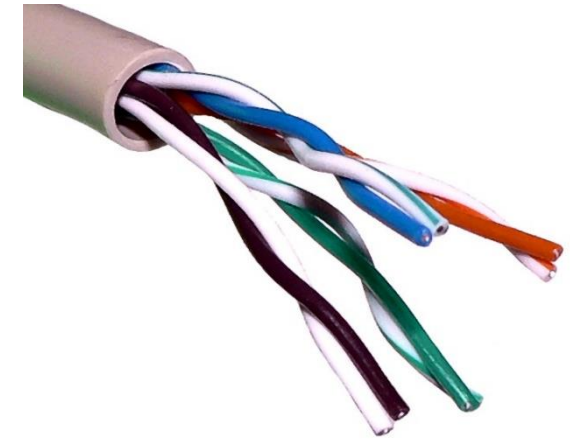
- **tlustý** - Ø 1 cm, max. 500 m, zakončený terminátory 50 Ω , připojení uzlu přes transceiver napíchnutý svorkou vampír, redukce i na tenký a dvojlinku
- **tenký** - max. 185 m (u stejných síťových karet uzlů až 400 m), zakončený terminátory 50 Ω , připojení přes BNC konektor
- sběrníková topologie



zdroj: J. Peterka - Principy počítačových sítí

Kroucená dvoulinka

- max. 100 m (závisí na kvalitě kabelu)
- 4 páry měděných vodičů
- varianty
 - stíněná (STP)
 - nestíněná (UTP)
- kategorie
 - Cat 3 (šířka pásma do 25 MHz) – 10 Mbps až 10 Mbps
 - Cat 5(E) (do 100 MHz) – 100 Mbps až 1 Gbps
 - Cat 6 (do 250 MHz) – 1 Gbps až 10 Gbps sítě
 - Cat 7 (do 600 MHz) – 10 Gbps sítě

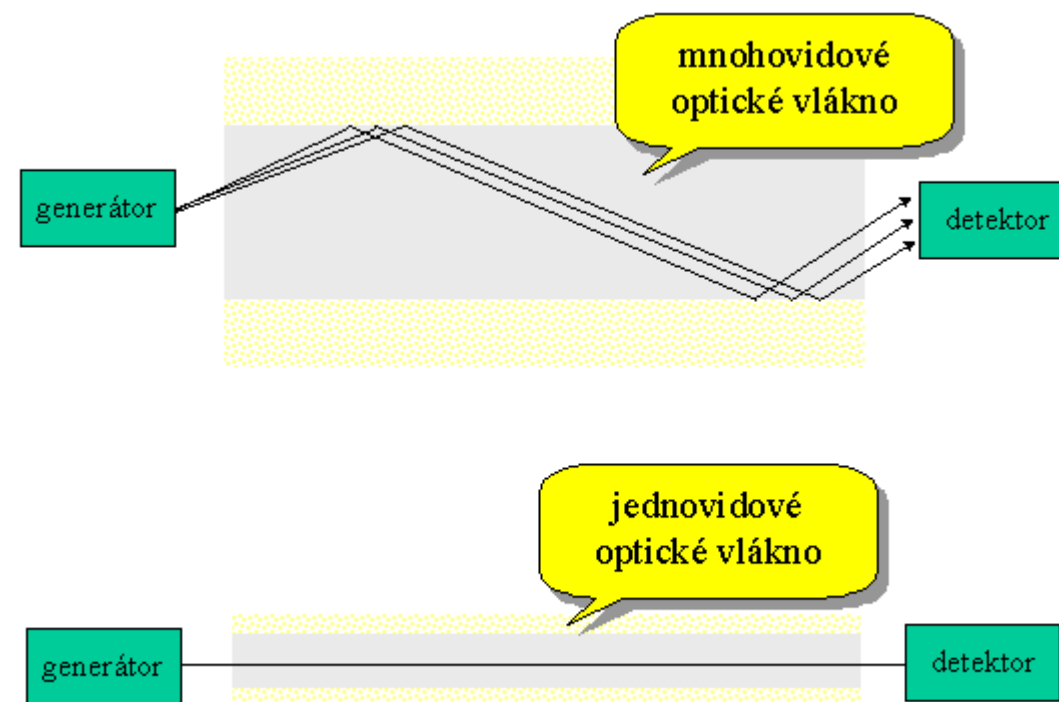


zdroj: Wikipedia

Optické vlákno



- dvě vrstvy skla: obal a jádro
- druhy
 - **vícevidové** (\varnothing 50 a 62.5 μm , paprsky se odrážejí od rozhraní skel)
 - **jednovidové** (9 μm), buzení laserem (850, 1300, 1500 nm)
- dosah 2–3 km (vícevidové) nebo až 70 km (jednovidové),

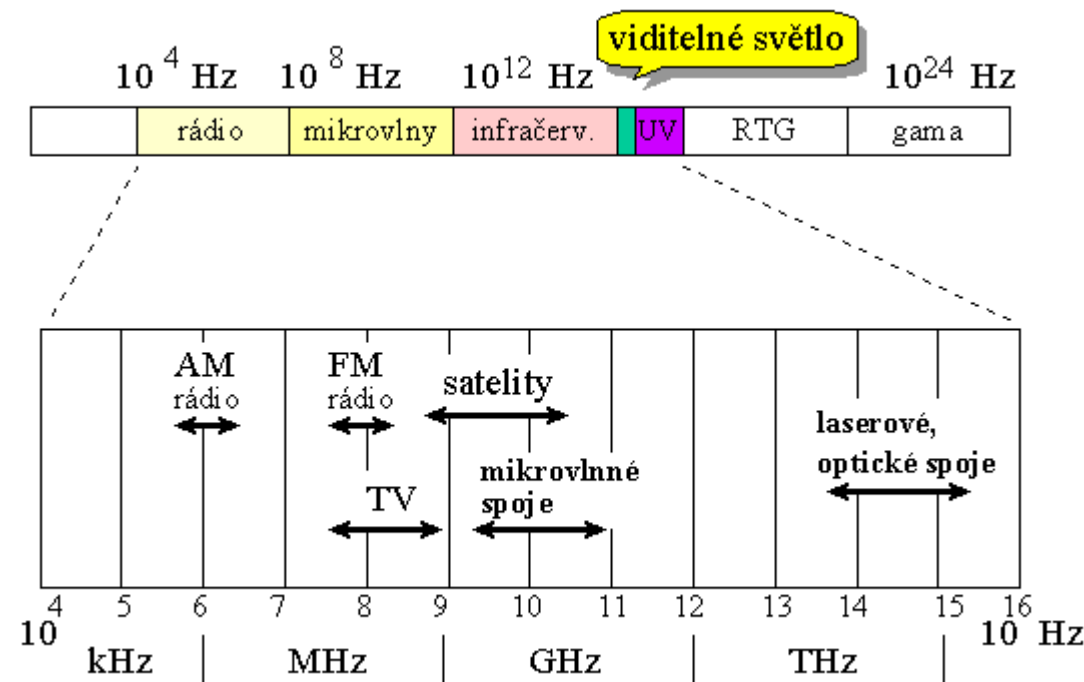


zdroj: J. Peterka - Principy počítačových sítí

Bezdrátové přenosy



- **radiové**
 - jejich dosah může být relativně velký
 - mohou prostupovat budovami
 - šíření je všesměrové
- **mikrovlné**
 - přímočaré šíření
 - nutná přímá viditelnost
- **infračervené**
 - na velmi krátkou vzdálenost
 - neprostupují překážkami
- **optické spoje**
 - laserové
 - výhodou velká šířka přenosového pásma
 - nevýhodou je silná závislost na povětrnostních vlivech



zdroj: J. Peterka - Principy počítačových sítí

Přenosové techniky

Druhy přenosu

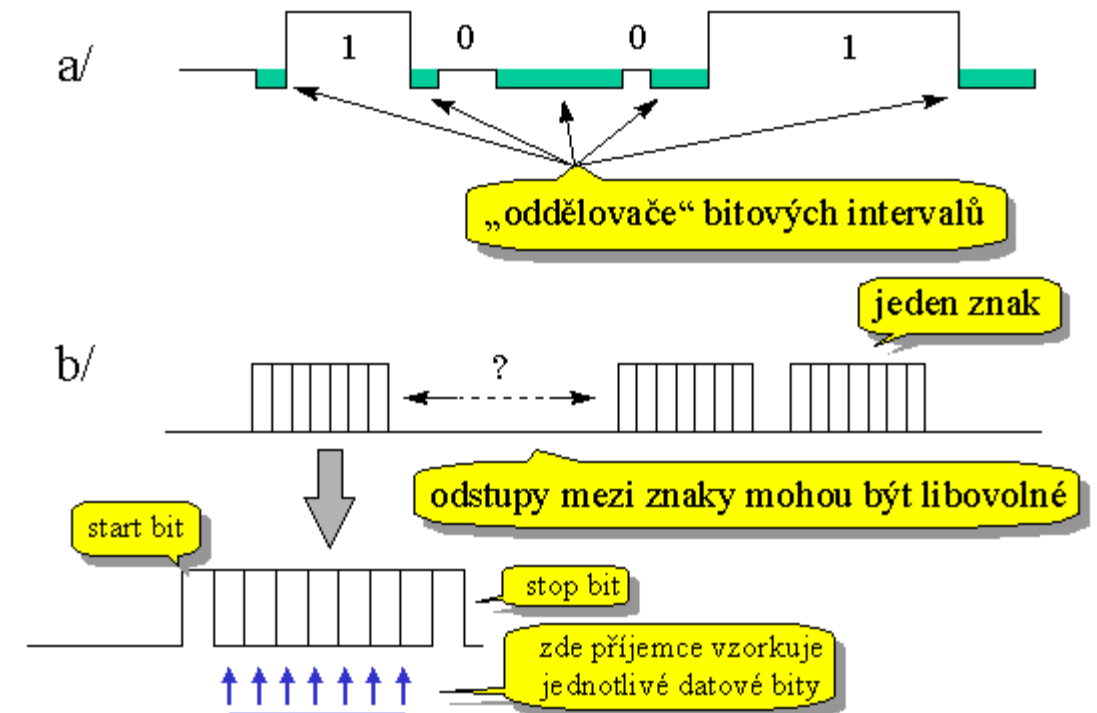


- **simplex** - k přenosu dochází jen v jednom směru, a nikoli ve směru druhém
- **duplex** - takový, který může probíhat v obou směrech, a to i současně
- **poloduplex** - takový, který může probíhat v jednom nebo druhém směru, ale nikdy ne současně

Synchronizace přenosu



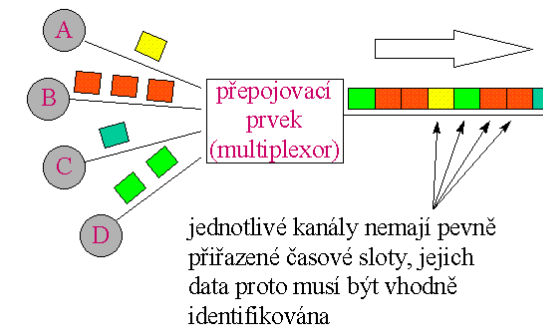
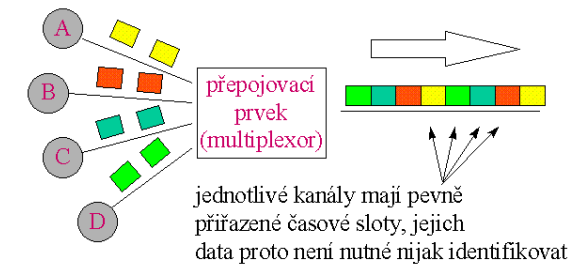
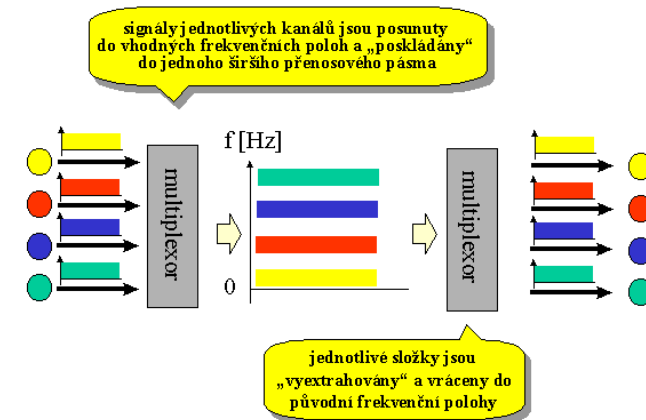
- bitový interval = doba „trvání“ přenosu jednoho bitu
- nutnost synchronizace v čase
- **asynchronní přenos**
 - odesílatel sdělí příjemci, kdy začíná a kdy končí každý jednotlivý interval
- **arytmický přenos**
 - data se nepřenáší jako libovolně dlouhé posloupnosti bitů, ale jako skupinky bitů pevně dané velikosti (například 8 bitů)
 - na začátek každé takovéto skupinky se pak umístí zvláštní značka, která příjemci umožní „seříditi si“ jeho hodinky
- **synchronní přenos**
 - mezi příjemcem a odesílatelem dochází k udržování vzájemné koordinace hodin (přenosem „tikání“ hodin, smícháním signálu hodin a dat, ...)



a) asynchronní, b) arytický přenos
zdroj: J. Peterka - Principy počítačových sítí

Multiplexování

- logické rozdělení fyzické cesty
- **frekvenční multiplex** – analogový signál se „posunul do vhodné frekvenční polohy“
- **časový multiplex** - digitálně fungující přenosová cesta je pravidelně, podle předem známého a definovaného postupu, přidělována jednotlivým dílčím kanálům, na předem známé a definované časové úseky
- **statistický multiplex** - kapacitu společné přenosové cesty přiděluje podle momentální potřeby



zdroj: J. Peterka - Principy počítačových sítí

Propojování přenosových cest



- **přepojování okruhů**
 - dochází k vytvoření souvislého přenosového kanálu mezi komunikujícími stranami
- **přepojování paketů**
 - přenášena jsou data členěna na bloky (pakety)
 - jednotlivé pakety od různých odesílatelů a určené různým příjemcům se přenáší společným přenosovým kanálem

Ethernet

- sdílené přenosové médium, v daném okamžiku využívá jeden uzel
- uzly samostatné, rovnocenné
- počátky koncem 70. let Xerox, 1982 DEC, Intel a Xerox jako DIX Ethernet (Ethernet II), 1985 IEEE 802.3
- přístupová metoda CSMA/CD
 - „příposlech“ – zjištění, zda se na přenosovém médiu komunikuje
 - detekce kolizí

„Klasický“ Ethernet

- přenosová rychlost 10 Mb/s
- **s koaxiálním kabelem**
 - **tlustý** (10Base5): tlustý koaxiální kabel, topologie sběrnice, max. 100 stanic
 - **tenký** (10Base2): tenký koaxiální kabel, topologie sběrnice, max. 30 stanic
- **s kroucenou dvojlinkou** (10BaseT)
 - konektor RJ45 na síťové kartě
 - hvězdicová topologie,
 - max. 100 m mezi počítačem a opakovačem
- **s vícevidovými optickými vlákny** (10BaseFx)
 - původně jen propojení optických opakovačů, max. 2 km

Fast Ethernet



- přenosová rychlost 100 Mb/s
- 1993 síť 100BaseT a 100VG-AnyLAN, z důvodu zpětné kompatibility u metody přístupu k médiu vybrána 100BaseT
- jen hvězdicová topologie
- **kroucená dvojlinka**
 - 100BaseTX – dva páry dvoulinky kategorie 5
 - 100BaseT4 – čtyři páry dvoulinky kategorie 5
 - max. 200 m
- **optická vlákna** (100BaseFX)
 - max. 300 m (Full Duplex 2 km)

Gigabitový Ethernet



- 1988 pro optické linky (IEEE 802.3z), pak pro kroucenou dvojlinku kategorie 5E (IEEE 802.3ab)
- 1 Gb/s
- jen hvězdicová topologie
- **optická vlákna**
 - jednovidová 1000BaseLX – max. 2km
 - vícevidová 1000BaseSX) max. 550 m
- **kroucená dvojlinka** (1000BaseT)
 - duplexní přenos na všech 4 párech u kategorie 5E,
 - plně duplexní přenos u kategorie 6, max. 100 m

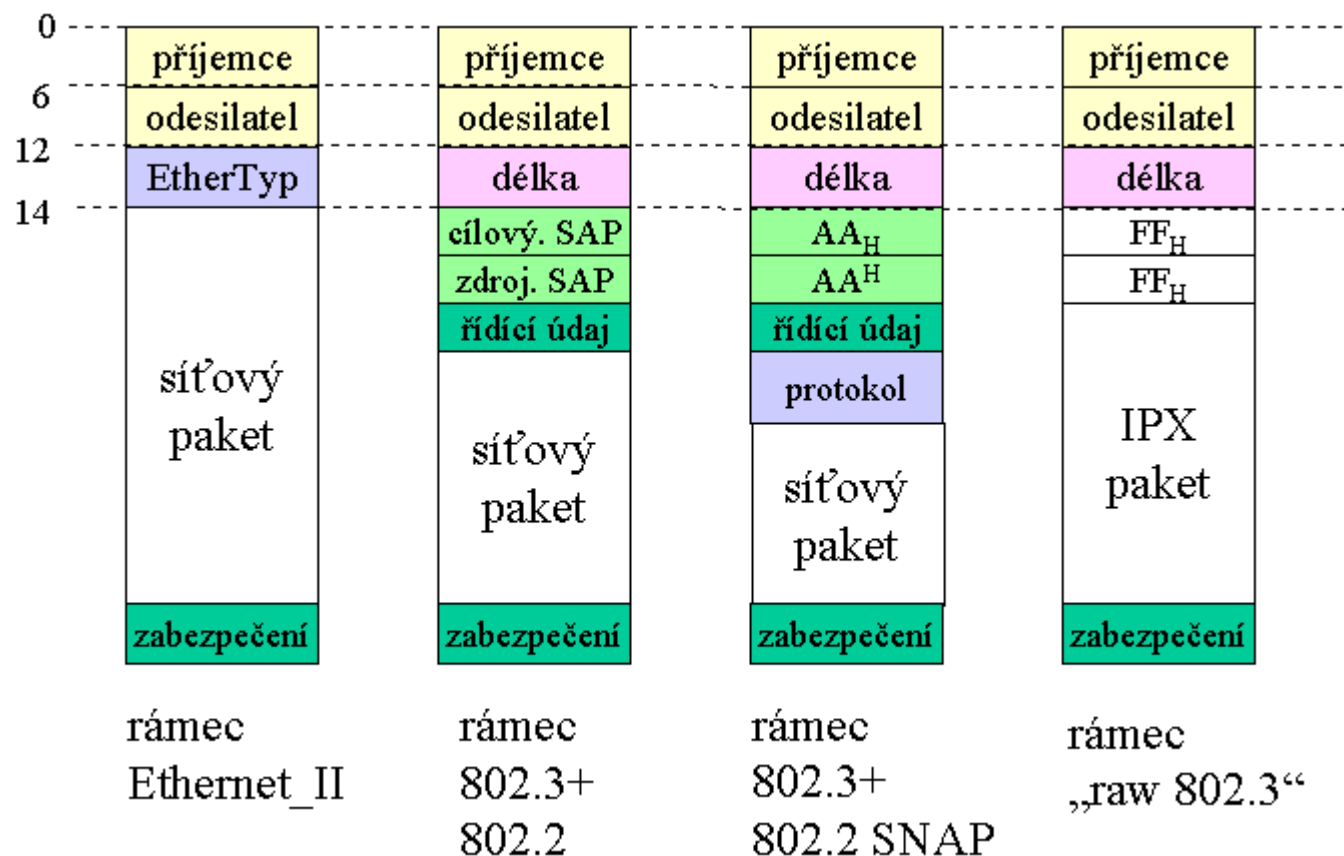
10Gigabitový Ethernet

- 10 GB/s, velký dosah
- jen režim Full Duplex, ne sdílené médium
- fyzická rozhraní pro LAN a WAN
- optická vlákna
 - mnohovidová 10GBaseS 400 m
 - jednovidová 10GBase-L/E 10/40 km
- kroucená dvojlinka (10GBaseT)
 - 55 m kabel kategorie 5E nebo 6
 - 100 m 6A nebo 7

Formáty Ethernetových rámců



- obsah rámce:
 - 48bitové adresy (MAC adresa) příjemce a odesílatele
 - EtherType – identifikace protokolu, který vlastní síťový paket
 - délka rámce
 - SAP - identifikaci konkrétní entity, která datový obsah vytvořila, resp. má dále zpracovat (číslo tzv. přechodového bodu mezi linkovou a síťovou vrstvou, skrz který byla data převzata k odeslání, resp. mají být předána k dalšímu zpracování)
 - síťový paket – data o velikosti 46-1500 B
 - zabezpečení – kontrolní součet



zdroj: J. Peterka - Principy počítačových sítí

Bezdrátové lokální sítě (WLAN) – Wi-Fi



- důvody pro WLAN (Wireless LAN): mobilita, snadná použitelnost, dostupnost, nižší náklady, rozšiřitelnost, roaming (vysílače si klienta předávají), atd., polovina 90. let
- použití pro vnitřní (původně, popř. v kombinaci s kabeláží) i vnější prostory (např. připojení k Internetu), propojení s drátovými LAN
- norma IEEE 802.11 (1997)
- standardy

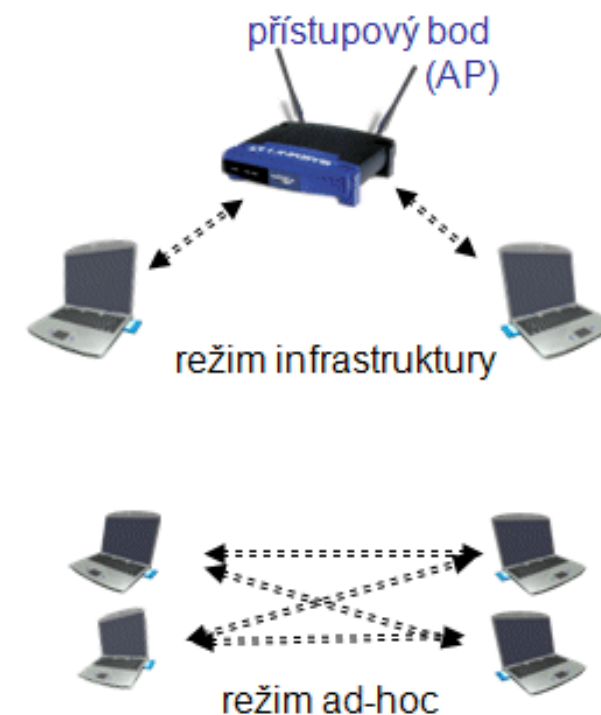
Standard	Pásmo [GHz]	Maximální rychlost [Mbit/s]
původní IEEE 802.11	2,4	2
IEEE 802.11a	5	54
IEEE 802.11b	2,4	11
IEEE 802.11g	2,4	54
IEEE 802.11n	2,4 nebo 5	600
IEEE 802.11ac	2,4 nebo 5	1800

zdroj: Wikipedia

Wi-Fi



- Konfigurace (topologie)
 - **ad-hoc** - přímá komunikace mezi stanicemi
 - **infrastrukturní** - stanice komunikují jen prostřednictvím přístupového bodu (AP) (nejdříve asociace a autorizace)
- Přenosové médium
 - rádiové vlny
 - 2,4 GHz (802.11b/g/n),
 - 5 GHz (802.11a/n)

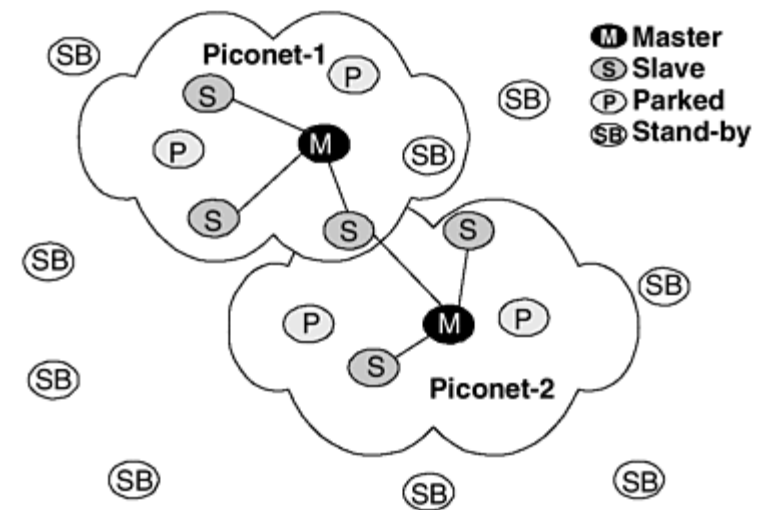


zdroj: J. Peterka – Báječný svět počítačových sítí

Bezdrátové personální sítě (WPAN) – Bluetooth



- projekt „Blue Tooth“, Ericsson, 1994,
- bezdrátová komunikace mezi různorodými zařízeními (počítače, mobilní telefony, PDA, dig. fotoaparáty, kamery aj.)
- rádiové vlny 2,4 GHz, přenosová rychlost 1 nebo 2 Mb/s, max. 10 m (s opakovači do 100 m)
- norma **IEEE 802.15**
- **piconet** – ad-hoc síť, kde jedna radiová stanice působí jako řídící (**master**) a může simultánně obsloužit až 7 podřízených (**slave**) zařízení (další jsou tzv. parkující)
- **scatternet** – vytvoří se, jestliže jeden slave je součástí více piconet
- komunikace po kanálech s pseudo-náhodnými skoky

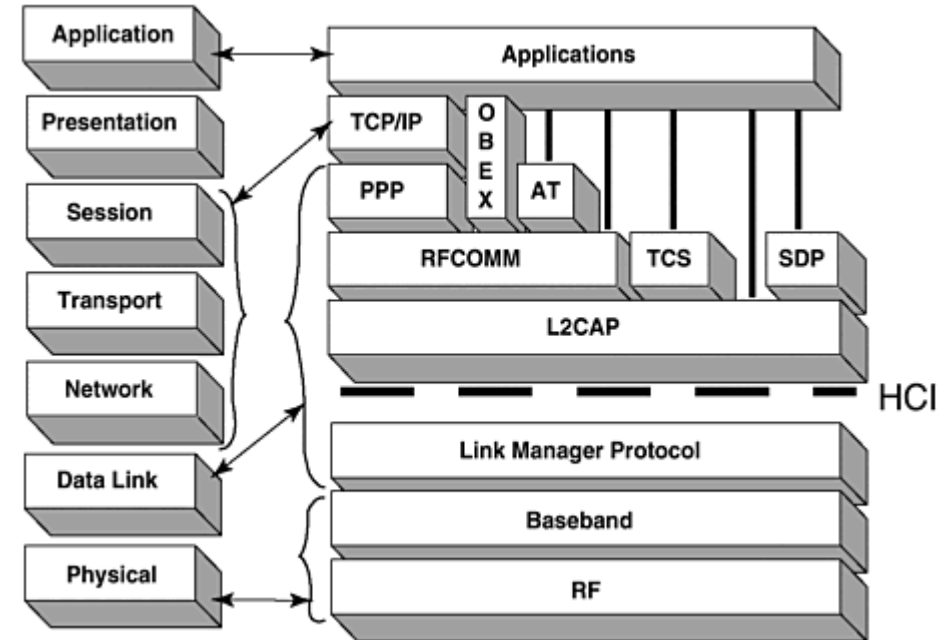


zdroj: <http://flylib.com/>

Bluetooth



- odlišná protokolová architektura
 - fyzická (Bluetooth radio, podvrstvy Radio a Baseband)
- linková
- vyšší (identifikace a možnosti zařízení, podpora služeb, protokoly SDP, RFCOMM, TCS BIN, WAE/WAP)



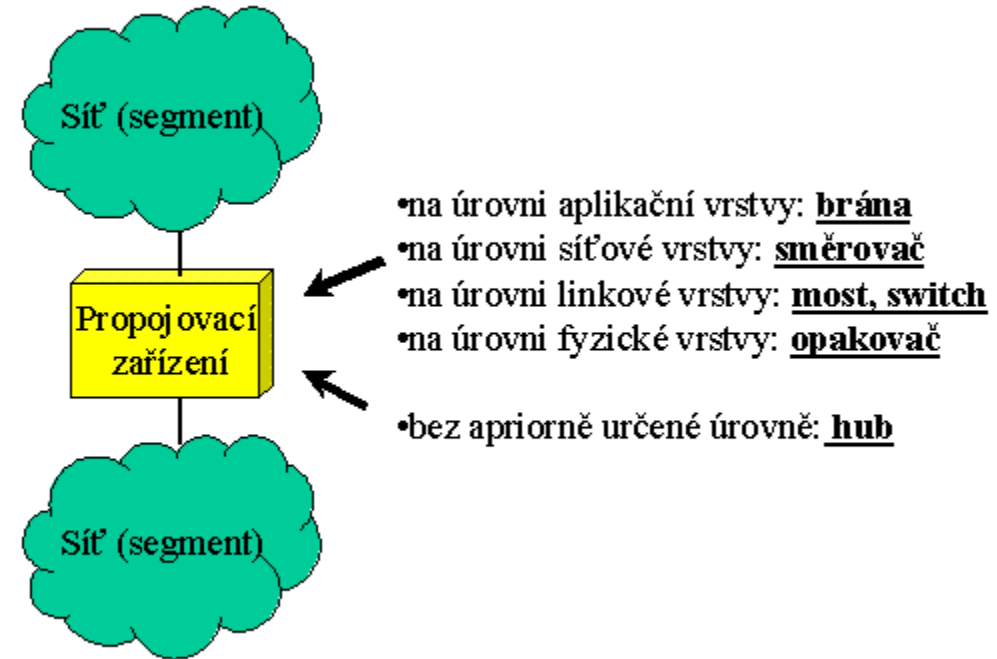
zdroj: <http://flylib.com/>

Propojování sítí

Propojování sítí



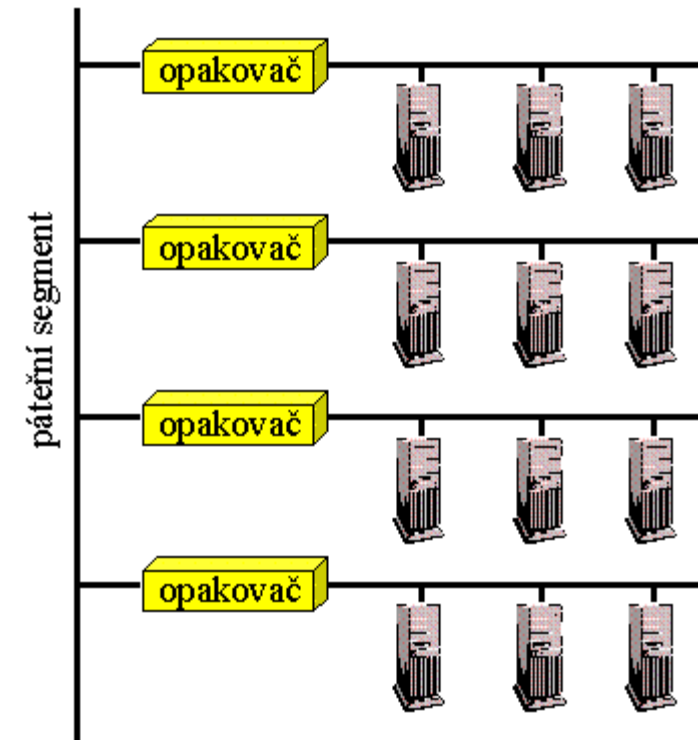
- důvody
 - optimalizace provozu
 - zvýšení dosahu
 - ekonomické důvody
 - bezpečnostní důvody
- propojování na různé úrovni
 - fyzická
 - linková
 - síťová
 - aplikační



zdroj: J. Peterka - Principy počítačových sítí

Propojování na úrovni fyzické vrstvy

- **opakovače** - zařízení si lze představit jako jednoduchý digitální zesilovač, který si všímá jednotlivých přenášených bitů, ale jeho inteligence již nesáhá tak daleko, aby chápal, co tyto bity znamenají
- počet opakovačů v Ethernetu
 - maximálně dva opakovače mezi libovolnými uzly

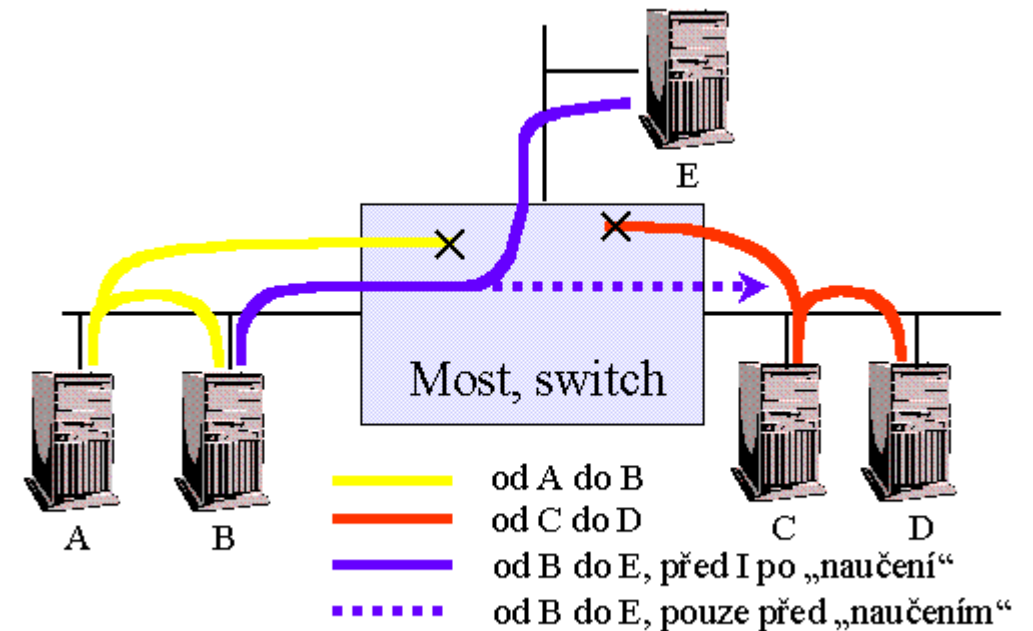


zdroj: J. Peterka - Principy počítačových sítí

Propojování na úrovni linkové vrstvy



- propojovací zařízení – most (obvykle 2 porty, switch - víceportové zařízení)
 - pozná, která data „patří k sobě“, tj. tvoří jeden přenosový rámec
 - rozumí formátu tohoto rámce
 - odvodí si, od koho rámec pochází a komu je určen
 - má vnitřní paměť pro uložení rámce
 - adresování se učí automaticky z procházejícího provozu
- způsoby přeposílání rámců
 - „store and forward“ - rámec z jednoho rozhraní přijmou, uloží si do vyrovnávací paměti, prozkoumají jeho hlavičky, a následně odvysílají do příslušného rozhraní.
 - „cut-through switching“ – k analýze hlaviček dochází, jakmile dorazí začátek rámce a poté se rámec ihned odesílá příjemci

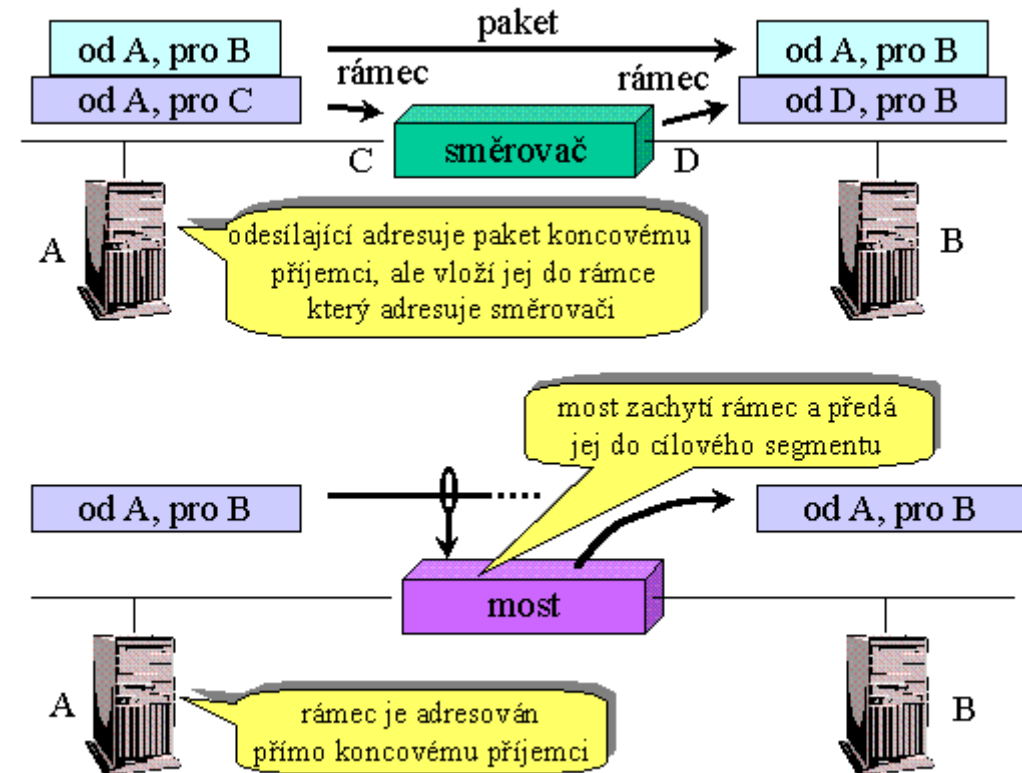


zdroj: J. Peterka - Principy počítačových sítí

Propojování na úrovni síťové vrstvy



- směrovač (router)
 - musí znát topologii celé sítě
 - provádí směrování
 - neadaptivní – nepřizpůsobuje se změnám v síti
 - adaptivní – reaguje na změny v síti
 - je viditelný pro ostatní uzly



zdroj: J. Peterka - Principy počítačových sítí

Internet

Historie Internetu



- počátky v USA, 50. léta 20. století
- snaha o vybudování decentralizované sítě odolné útoku
- **Síť ARPANET**
 - finanční grant agentury ARPA (Advanced Research Projects Agency) ministerstva obrany USA
 - síť založená na výměně **paketů** - nový přístup
 - data jsou rozdělena do packetů
 - jeden komunikační kanál může být v jednom okamžiku používán více počítači

ARPANET



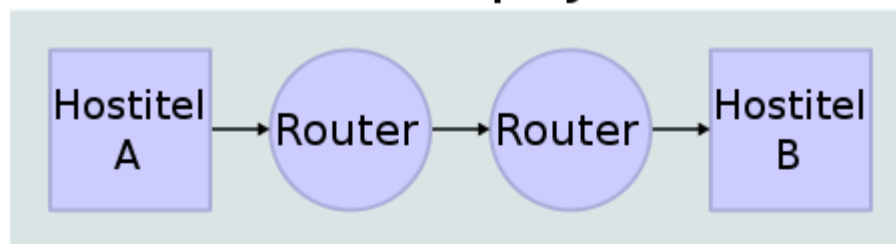
- původně používala komunikační protokol NCP (Network Control Program)
- ARPANET poskytoval tyto služby:
 - e-mail
 - přenos souborů
 - přenos hlasu - předchůdce dnešního Voice over IP; nefungovalo dobře
- později byl NCP nahrazen TCP/IP
- rok 1988: uvolnění ARPANETu pro komerční účely

- 13. února 1992, se Česká a Slovenská federativní republika oficiálně připojila k internetu
- první reálné internetové připojení s rychlostí 19,2 kb/s získalo ČVUT díky podpoře George Mellon Foundation
- fyzicky spojení mířilo z Prahy do Lince a kromě připojení k internetu sloužila linka k využití další univerzitní sítě BITNET, která fungovala s využitím jiných technologií a spojovala přibližně 500 vysokých škol
- používané služby: e-mail, FTP, Gopher
- 1993 CESNET zahájil provoz české páteřní akademické sítě
- 2000 CESNET prodal komerční síť telekomunikačnímu operátorovi Contactel a o rok později i díky utrženým 645 milionům korun zprovoznil síť CESNET 2 s rychlostí jeden gigabit
- 2010 CESNET v rámci akademické sítě testuje datové přenosy o rychlosti 100 gigabitů za sekundu

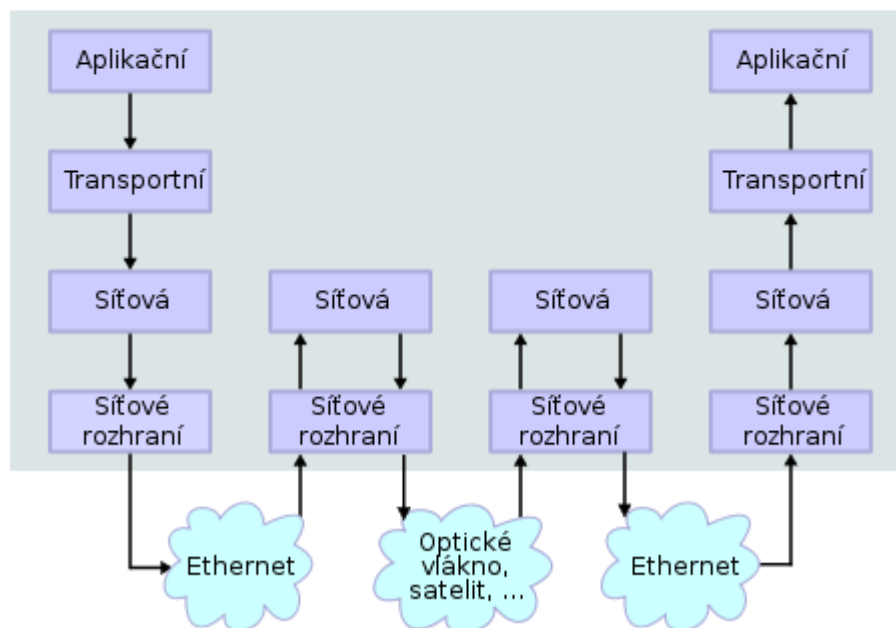
Referenční model TCP/IP



Síťová spojení



Architektura TCP/IP

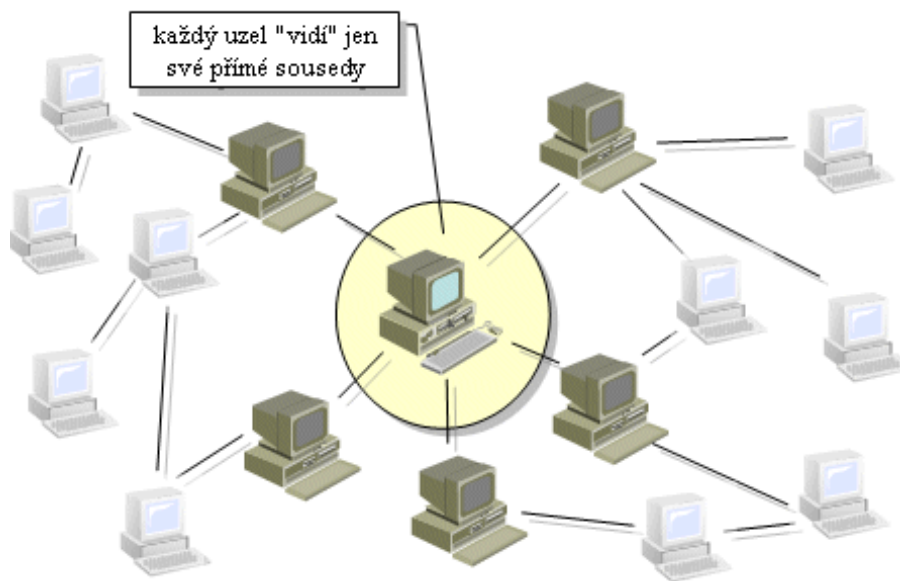


Síťová vrstva

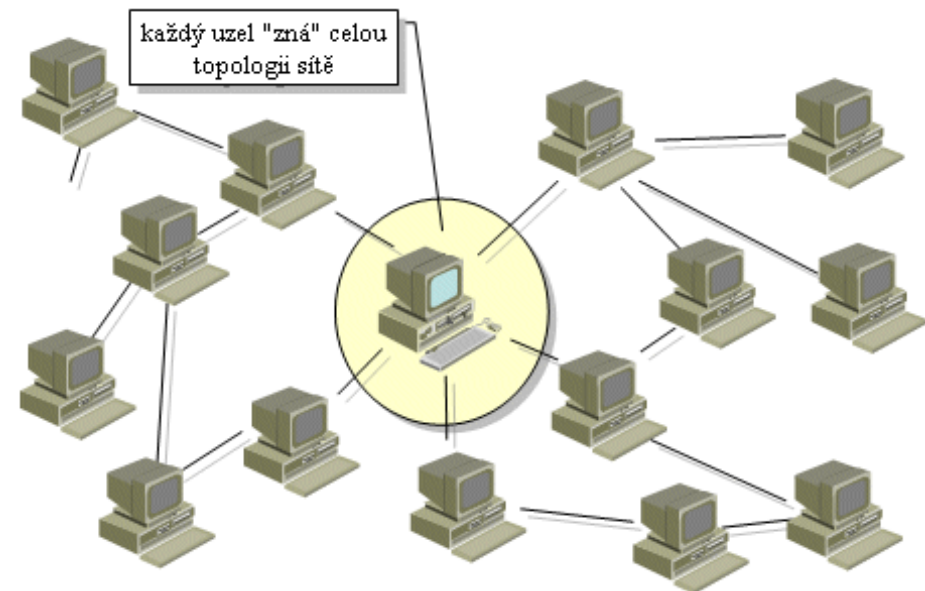
Síťová vrstva



- základním úkolem síťové vrstvy je doručení dat ve formě **paketu** do „vzdálenějších“ uzlů
- síťová vrstva musí vědět, jaká je **topologie sítě** (tj. množinu směrovačů a propojení mezi nimi) a podle ní vybrat vhodnou cestu = **směrování**



linková vrstva



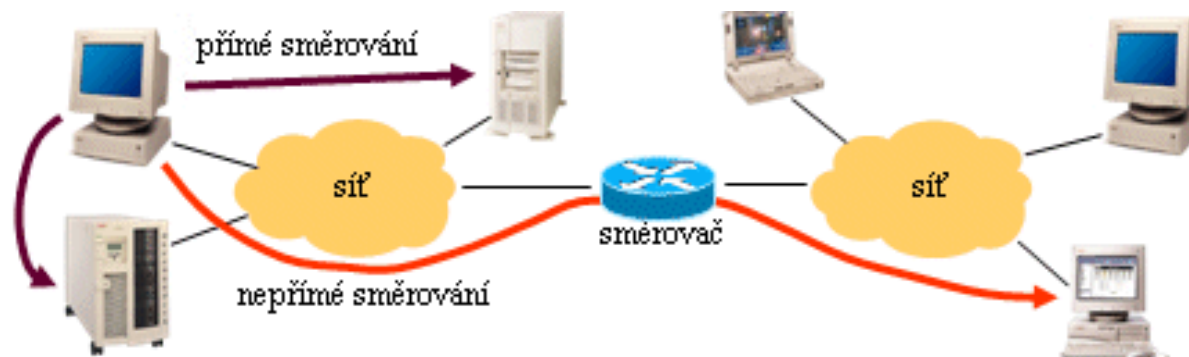
síťová vrstva

zdroj: J. Peterka – Báječný svět počítačových sítí

Směrování



- hledání cesty ke koncovému příjemci
- směrování
 - přímé
 - přenos paket mezi dvěma uzly v rámci stejné sítě = předání linkové vrstvě
 - nepřímé
 - koncový příjemce se nenachází ve stejné síti, jako právě odesílající uzel
 - postupného předávání paketu sousednímu uzlu (směrovači) tak dlouho, dokud se paket nedostane ke svému cíli

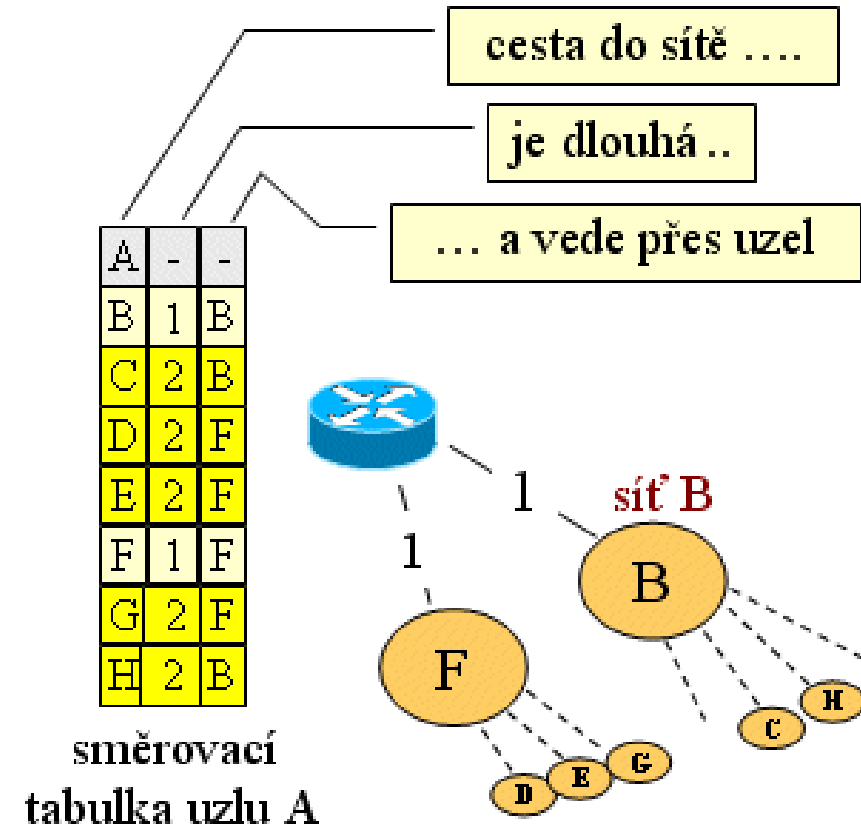


zdroj: J. Peterka – Báječný svět počítačových sítí

Směrovací tabulky



- směrovače si v nich udržují potřebné informace
- jsou v nich informace o cílové síti nikoliv o všech uzlech v těchto sítích
- směrování
 - neadaptivní - obsah směrovacích tabulek (směrovačů) je dán apriorně a nemění se
 - adaptivní - směrovací tabulky směrovačů jsou na počátku nějak nastaveny, ale jejich obsah se průběžně aktualizuje, tak aby odrážel topologii soustavy sítí a reagoval na její změny



zdroj: J. Peterka – Báječný svět počítačových sítí

Druhy směrování



- **centralizované** - rozhodování o volbě nejvhodnější cesty provádí jeden centrální prvek
- **izolované** - rozhodují jednotlivé směrovače, aniž by přitom spolupracovaly s ostatními
 - záplavové směrování
 - směrování metodou horké brambory
 - náhodné směrování
 - metoda zpětného učení
- **distribuované** - celé rozhodování je rozděleno (distribuováno) mezi jednotlivé uzly, které na něm spolupracují
 - vector-distance - sousední směrovače si mezi sebou vyměňují celé své směrovací tabulky, i s jejich obsahem (tyto údaje se používají pro vlastní výpočet vzdálenosti uzlů)
 - link-state - každý směrovač uzel rozešle při změně do sítě informaci o tom, kdo jsou jeho sousedé a zda jsou pro něj dosažitelní (zda spojení mezi nimi funguje)

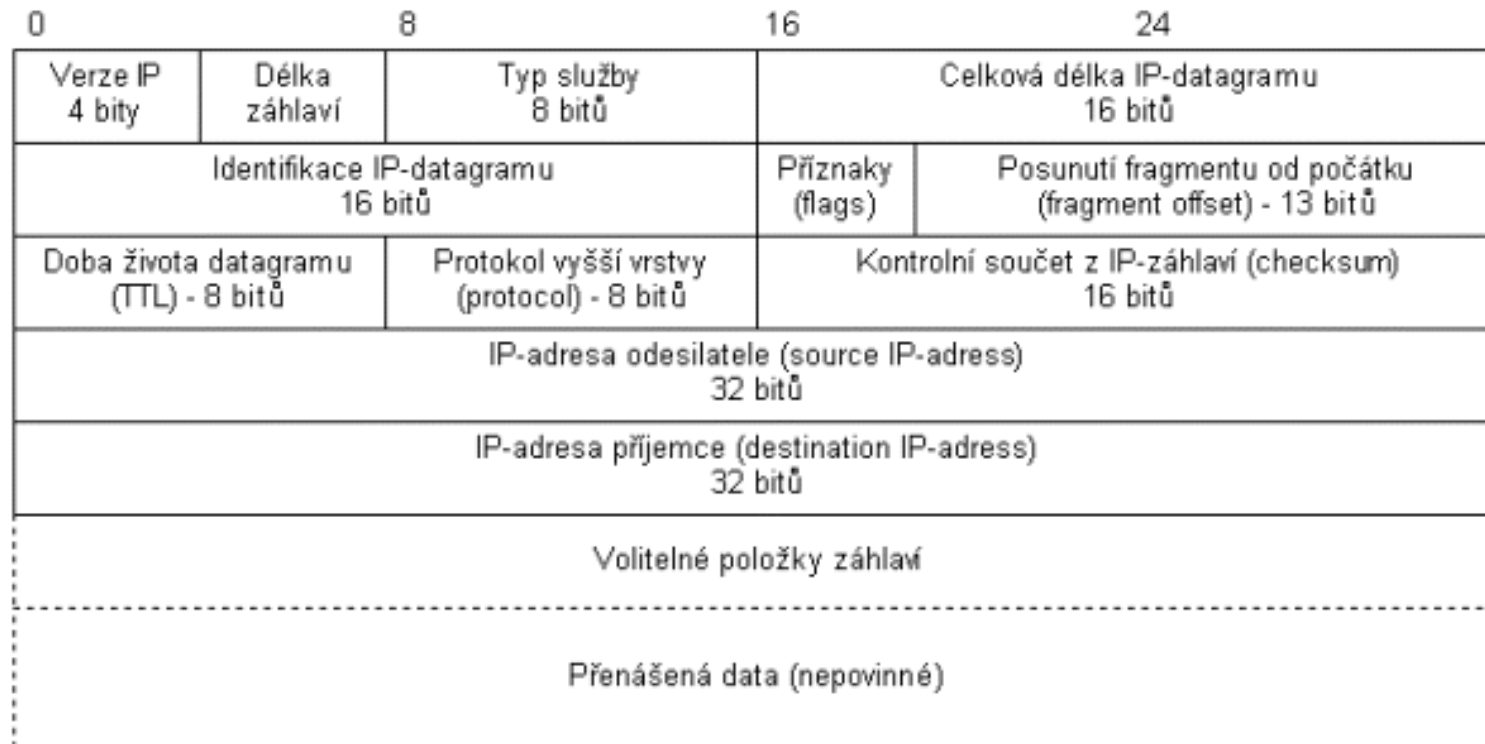
IP protokol



- poskytuje „nespolehlivou“ nespojovanou službu – nevytváří spojení, nepotvrzuje
- příjem paketů
- spojuje lokální sítě do celosvětové sítě Internet
- síťové rozhraní uzlu má alespoň jednu síťovou IP adresu

IP paket (datagram)

- základní jednotka dat přenášených IP
- záhlaví 20 B povinných položek + volitelné položky, data, max. délka 64kB



zdroj: <http://zam.opf.slu.cz/>

- 32bitové číslo, zapisované po jednotlivých bajtech, oddělených tečkami, např.

192.168.48.39

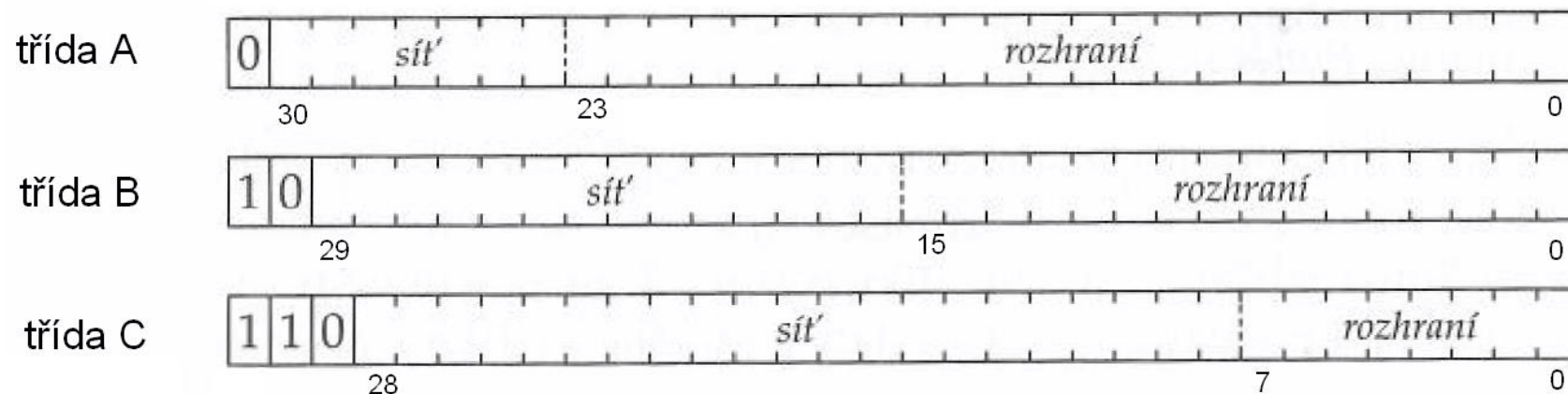
- brzy vzniká problém s vyčerpáním IP adres
- 32bitová IP adresa dovoluje identifikovat

$2^{32}=4\ 294\ 967\ 296$ síťových rozhraní

- řešení:
 - rozdělení na třídy (Two-level Classful Hierarchy)
 - rozdělení na subsítě (Subset Address Hierarchy)
 - dynamické přidělování adres

Třídy IP adres (1)

- adresní prostor je proto rozdělen do tříd A, B, C
- IP adresa je rozdělena na adresu sítě a na adresu rozhraní
- každá třída definuje, která část adresy určuje síť a která rozhraní
- třídu určuje prefix IP adresy
- prefix pak vymezuje interval přípustných hodnot 1. bytu



Třídý IP adres (2)

■ Třída A

- prefix 0, první byte: 0-127
- $2^7-2=126$ sítí (dvě adresy sítě jsou rezervované)
- $2^{24}-2=16\,777\,214$ rozhraní (dvě adresy rozhraní jsou rezervované)
- adresy této třídy jsou již vyčerpané

■ Třída B

- prefix 10, první byte: 128-191
- $2^{14}-2=16\,382$ sítí
- $2^{16}-2=65\,534$ rozhraní
- adresy této třídy používají např. univerzity

■ Třída C

- prefix 110, první byte: 192-223
- $2^{21}-2=2\,097\,150$ sítí
- $2^8-2=254$ rozhraní
- adresy této třídy jsou nejběžnější

- od roku 1993 se pak začal používat tzv. **Classless Inter-Domain Routing** (CIDR)
- adresa se skládá z:
 - adresy subsítě
 - adresy uzlu
- **síťová maska** - hranici mezi adresou sítě a počítače
 - v binárním tvaru obsahuje
 - 1 tam, kde se v adrese nachází subsíť,
 - 0 tam, kde je uzel
 - určení adresy sítě - bitový součin IP adresy a síťové masky
- počet uzlů v síti = $2^{(\text{počet } 0 \text{ v masce)}} - 2$
- notace sítě spolu s maskou - adresa sítě/maska, např. 158.194.0.0/255.255.0.0
- **CIDR formát** (Classless Inter-Domain Routing), např. 158.194.0.0/16

IP protokol verze 6



- nahrazuje starý IPv4
- IP adresa je 128bitové číslo
- počet adres: 2^{128} (zhruba $3,4 \times 10^{38}$) adres, což odpovídá počtu 5×10^{28} adres pro každého z 6,5 miliardy dnes žijících lidí
- IPv6 adresy s obvykle zapisují jako osm skupin čtyř hexadecimálních číslic

2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7334

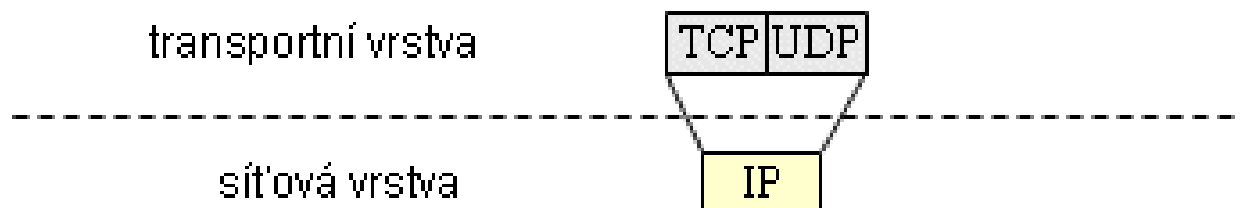
Transportní vrstva

Transportní vrstva



- hlavním úkolem transportní vrstvy je zajišťovat vzájemnou komunikaci **koncových uzlů**
- první vrstvou, se kterou se setkáme pouze v koncových uzlech sítě, ale nikoli v jejích vnitřních uzlech
- první vrstva, která v rámci uzlu rozlišuje jednotlivé entity (procesy), prostřednictvím tzv. portů

- nejznámější Internetové protokoly v transportní vrstvě jsou:
 - **UDP** (User Datagram Protocol) - je pouze jednouchou nadstavbou nad protokolem IP a funguje stejně jako on (tj. nespojovaně a nespolehlivě)
 - **TCP** (Transmission Control Protocol) - je už složitější nadstavbou nad protokolem IP, a mění jeho způsob fungování - na spojitý a spolehlivý



zdroj: J. Peterka – Báječný svět počítačových sítí

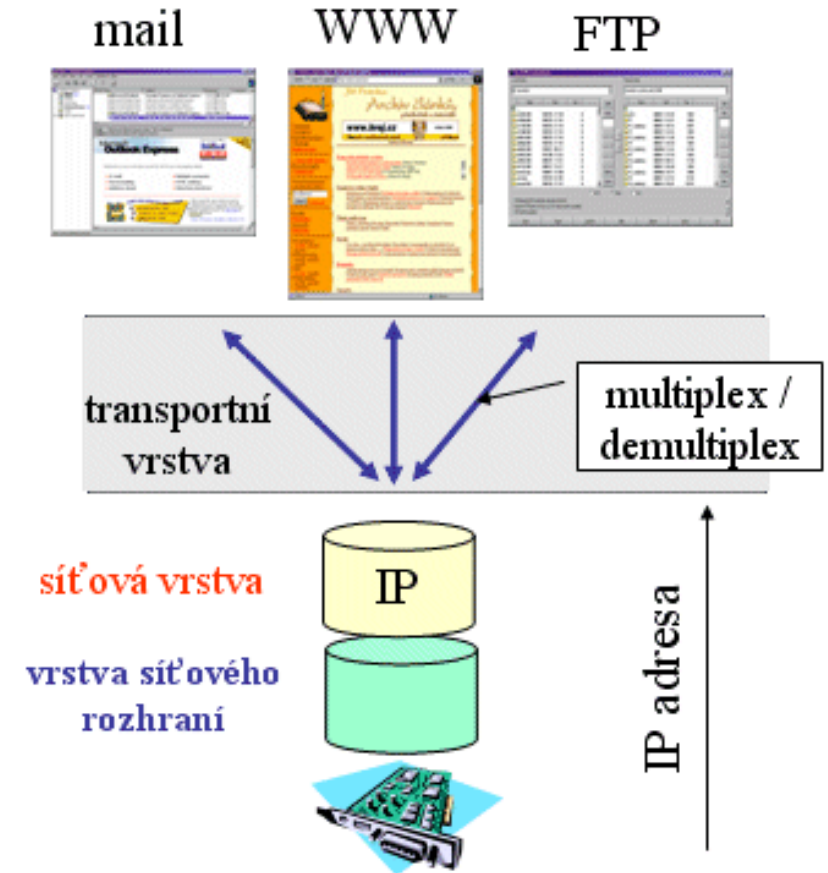
- poskytuje spojovanou „spolehlivou“ službu, řeší:
 - navázání, udržování a ukončení **spojení**
 - potvrzování přijetí dat (tzv. pozitivní potvrzování)
 - vyžádání opakování přenosu ztracených nebo poškozených dat,
 - zaručení správného pořadí bytů dat
 - adaptivní přizpůsobení parametrů protokolu podle stavu spojení
 - řízení toku dat pomocí bufferů a posuvného okna a průchodnosti přenosové cesty (zahlcení sítě)

- poskytuje nespojovanou (datagramovou) „nespolehlivou“ službu - data odeslána, nezaručuje se doručení ani znovuzasílání ztracených nebo poškozených dat (ponecháno na vyšším protokolu)
- vyšší výkon a rychlost přenosu dat než u TCP, za cenu „nespolehlivosti“
- využití u streamování multimediálního obsahu
- oproti TCP může být příjemcem skupina uzlů, tj. IP adresa příjemce může být všesměrová (např. u DHCP) nebo skupinová (multicast, typicky u streamování multimediálního obsahu)

Rozlišování jednotlivých příjemců a odesílatelů



- transportní vrstva k adresování používá koncept, založený na představě „**přechodových bodů**“ mezi transportní vrstvou a vrstvou bezprostředně vyšší
- přechodové body jsou obecně obousměrné (lze si je představit jako dvě samostatné fronty s opačným "směrem")
- v prostředí TCP/IP se přechodové body nazývají **porty**



zdroj: J. Peterka – Báječný svět počítačových sítí

Dobře známé porty



- portům, jejichž význam je dopředu stanoven, se v TCP/IP říká **dobře známé porty**
- jde obecně o porty v rozsahu od 0 do 1023
- příslušnou konvenci spravuje orgán jménem IANA (Internet Assigned Numbers Authority)

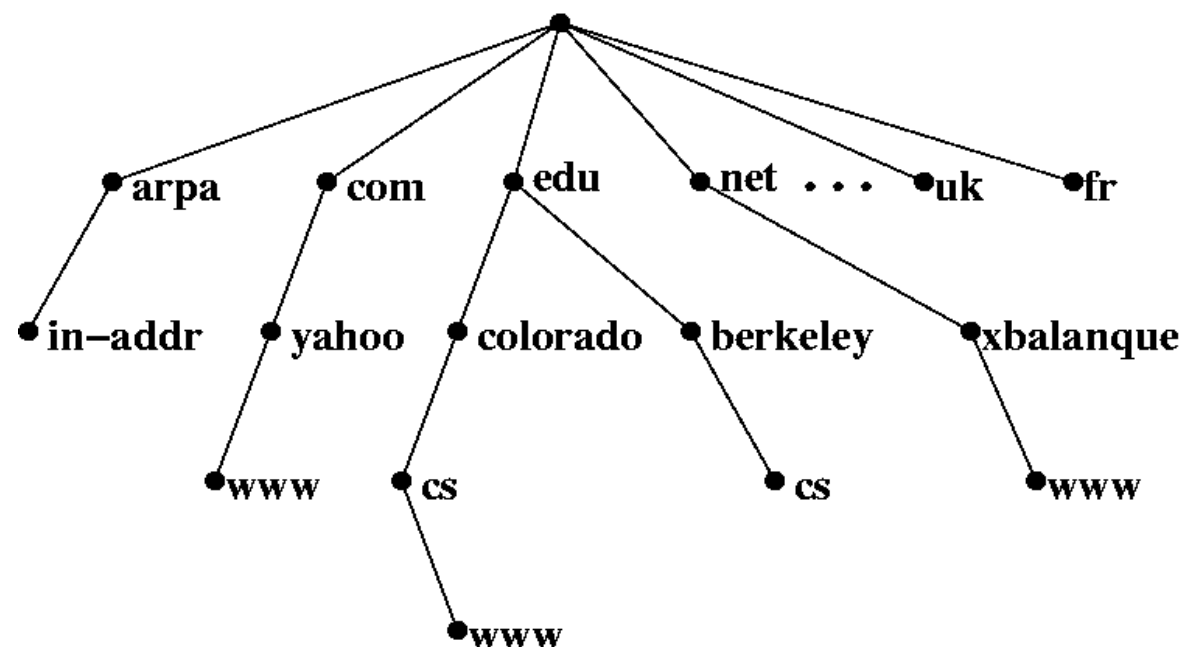
PORT #	POPIS
21	FTP
23	Telnet
25	SMTP
69	TFTP
70	Gopher
80	HTTP
110	POP3
143	IMAP

DNS

- hierarchický systém doménových jmen, který je realizován servery DNS a protokolem stejného jména, kterým si vyměňují informace.
- hlavním úkolem a příčinou vzniku jsou vzájemné převody doménových jmen a IP adres uzlů sítě
- doménové jméno, např.

www.upol.cz

- kořenová doména (0. řádu)
- domény nejvyšší úrovně (TLD, 1. řádu)
- domény k -tého řádu
- hostitel



zdroj: www.windowsnetworking.com

Doménová jména



- 1. řádu (Top-level Domains - TLD):
 - generické domény (gTLD), např.:
 - edu ... vzdělávací instituce
 - com ...komerční sféra
 - net ... síťové instituce
 - gov ... vláda USA
 - org ... ostatní instituce
 - domény státních území (ccTLD), např.:
 - cz ... Česká republika
 - eu ... Evropská unie
 - uk ... Velká Británie
 - fr ... Francie
 - us ... USA
- domény 1. řádu přiděluje ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)
- za přidělování domény 2. řádu je zodpovědný správce dané domény 1. řádu, atd.

- DNS služba je založena na architektuře klient/server ... klient žádá DNS server o překlad symbolického jména na IP adresu
- DNS servery:
 - **Autoritativní**
 - jsou na něm trvale uloženy záznamy k dané doméně/zóně
 - je jich obvykle více (minimálně dva - **primární** a **sekundární**, ale běžně i více)
 - jsou obvykle provozovány registrátorem domény nebo poskytovatelem webhostingu.
 - **Rekurzivní (caching only) server**
 - na server se se svými dotazy obracejí klientská zařízení (počítač, mobil aj.)
 - server pro ně příslušný záznam získá rekurzivními dotazy u autoritativních DNS serverů
 - po stanovenou dobu (definovanou pomocí parametru TTL) má záznamy uloženy v cache, aby mohl odpovídat klientům rychleji a šetřil zatížení serverů autoritativních
 - server obvykle provozuje ISP (poskytovatel připojení k internetu)
 - serverů může být na klientu definováno více na různých IP adresách

-
- The diagram illustrates the DNS lookup process for the domain `www.wikipedia.org`. It shows a sequence of DNS servers and the flow of queries and responses.
- Client (1):** Initiates the query for `www.wikipedia.org?`.
- Server 2:** Responds with `www.wikipedia.org = 145.97.39.155`.
- Server 3:** Responds with `www.wikipedia.org?`.
- Server 4:** Responds with `www.wikipedia.org?`.
- Server 5:** Responds with `www.wikipedia.org?`.
- Server 6:** Responds with `www.wikipedia.org?`.
- Server 7:** Responds with `www.wikipedia.org = 145.97.39.155`.
- Server 8:** Responds with `www.wikipedia.org = 145.97.39.155`.
- Additional Information:**
- server pro org:**
 - tld1.ultradns.net (204.74.112.1)
 - tld2.ultradns.net (204.74.113.1)
 - tld3.ultradns.org (199.7.66.1)
 - tld4.ultradns.org (199.7.67.1)
 - tld5.ultradns.info (192.100.59.11)
 - tld6.ultradns.co.uk (198.133.199.11)
 - server pro wikipedia.org:**
 - ns0.wikimedia.org (207.142.131.207)
 - ns1.wikimedia.org (211.115.107.190)
 - ns2.wikimedia.org (145.97.39.158)

76

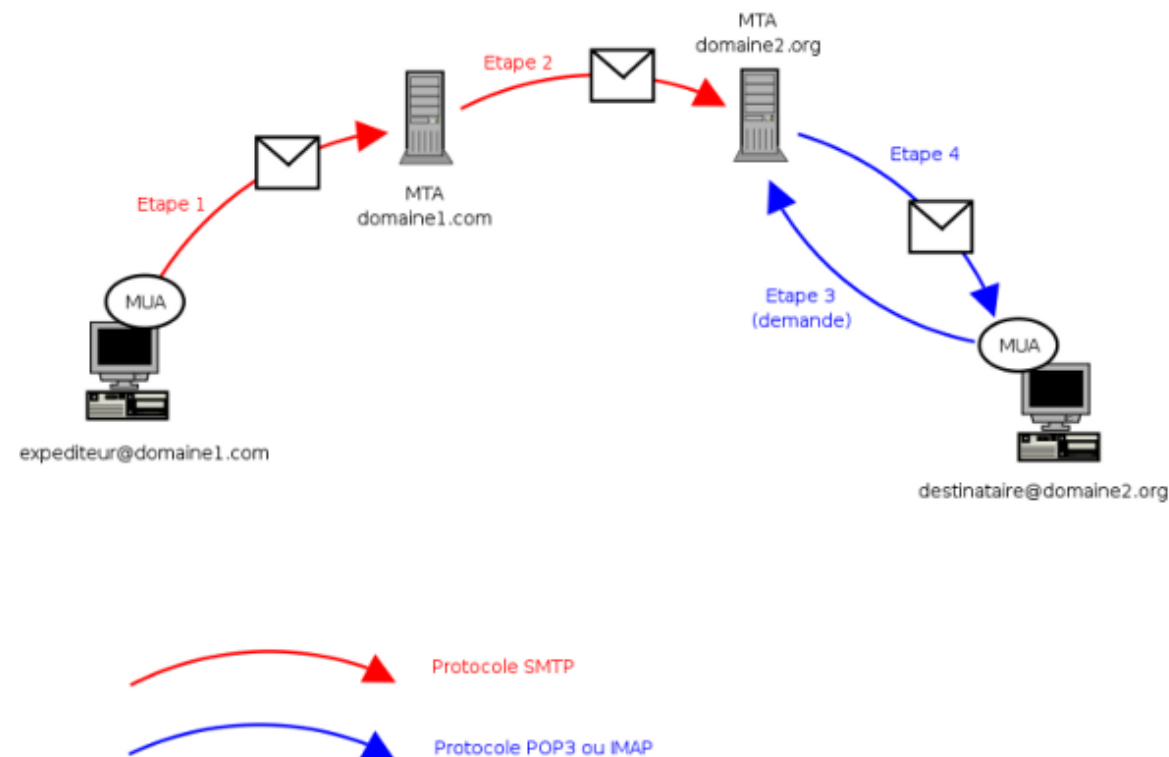
- kromě přímého překladu (symbolické jméno na IP adresu) poskytují DNS servery také zpětný překlad (IP adresa na symbolické jméno)
- při vkládání dat pro zpětné dotazy bylo ale třeba vyřešit problém s opačným uspořádáním IP adresy a doménového jména.
- tento nesoulad řeší DNS tak, že při reverzních dotazech obrací pořadí bajtů v adrese.
- k obrácené adrese pak připojí doménu *in-addr.arpa* a výsledné „jméno“ pak vyhledává standardním postupem.

Aplikační vrstva

Elektronická pošta



- poštovní adresa
jiri.zacpal@upol.cz
- princip:
Odesílatel pomocí programu, který nazývá **poštovní klient – MUA**, napíše dopis, který MUA elektronicky předá **poště – MTA**, což je typický systémový proces, který běží na poštovním serveru. Úkolem MTA je doručit dopis na poštu – MTA adresáta. K tomu je využíván **protokol SMTP**. Na MTA adresáta umístí **program pro lokální doručování – Mail Delivery Agent (MDA)**, dopis do adresátovy **poštovní schránky (mailboxu)**, případně jej MDA může přímo automaticky zpracovávat (ukládat přílohy, odpovídat, spouštět různé aplikace pro zpracování apod.). Z poštovní schránky si jej adresát může kdykoliv vyzvednout. K tomu se nejčastěji používají protokoly **POP3** nebo **IMAP**.



zdroj: philippe.scoffoni.net/

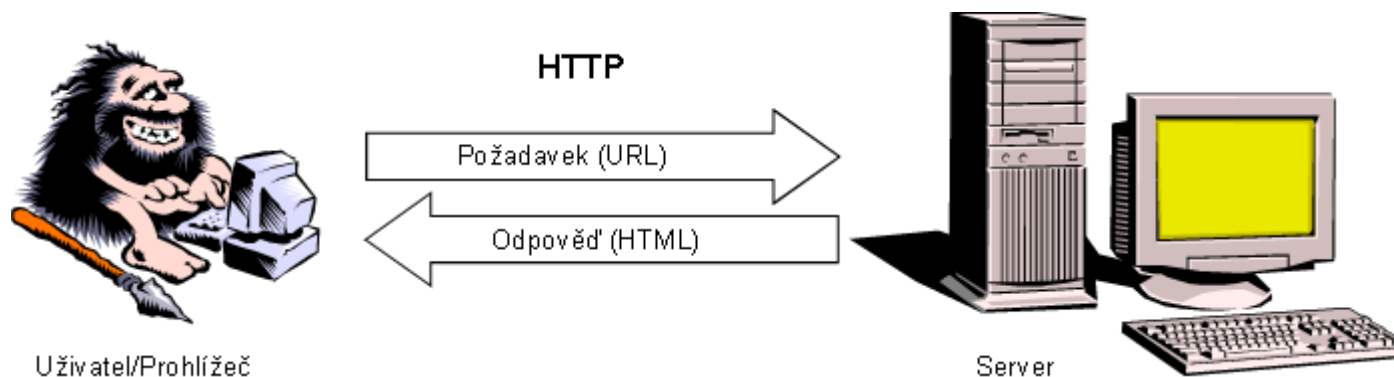
World Wide Web



- vlastnosti:
 - hypertextový
 - bezstavový
- je tvořen **klientem** – prohlížečem, který je nainstalován na uživatelské počítači, a **serverem**, což je počítač připojený k Internetu, na kterém jsou umístěny webové stránky
- komunikace mezi klientem a serverem probíhá pomocí **HTTP (HyperText Transfer Protocol)**
- každá webová stránka je určena svým URL:

protokol://přihlašovací_jméno:heslo@hostitel.doména:port/cesta

http://phoenix.inf.upol.cz/~zacpalj/zp2.html



zdroj: www.kosek.cz

Podrobnější informace



- P. Příhoda: Počítačové sítě
- Andrew S. Tanenbauma Computer Networks.
- Jiří Peterka: Báječný svět počítačových sítí (http://www.earchiv.cz/i_serial.php3)

- Základy databázových systémů a zpracování dat
- **Studijní texty:**
 - Connolly T., Begg C.: *Database Systems. A Practical Approach to Design, Implementation and Management, 3rd edition.* Addison Wesley, 2002. ISBN 0-201-70857-4
 - Pokorný J.: *Databázové systémy a jejich použití v informačních systémech.* Academia, 1992. ISBN 80-200-0177-8
 - Hector Garcia-Molina, Jeffrey D. Ullman, Jennifer Widom: *Database Systems: The Complete Book*