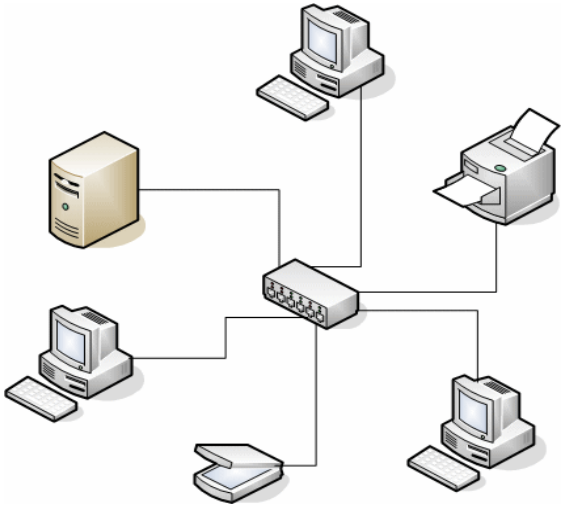
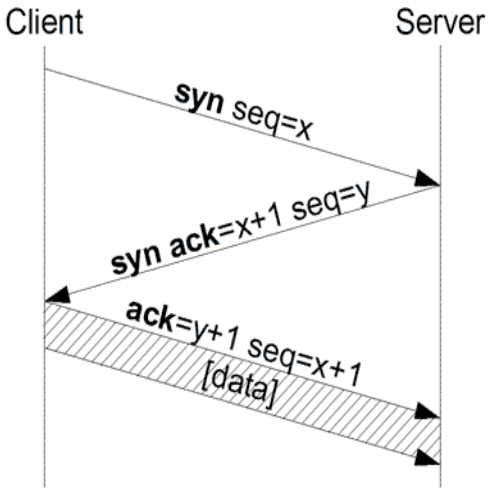
1. prednáška

158.197.31.4

56:70:B3:53:6C:EA



Úvod do počítačových sietí



Čo nás dnes čaká?

Cieľ prednášky:

- pochopiť terminológiu a základné princípy
- urobiť si prehľad
- viac do hĺbky v priebehu semestra

Obsah:

- čo je Internet
- čo je protokol
- vrstvy protokolov
- okraj siete, jadro siete, pripojenie k sieti
  - riadenie paketmi vs. prepínanie okruhov
  - štruktúra Internetu
- výkon: strata a zdržanie paketov, priepustnosť
- bezpečnosť
- história internetu

Čo je internet?

Čo je internet?

Čo je internet: "zariadenia a spojenia"

PC

server

wireless notebook

mobil

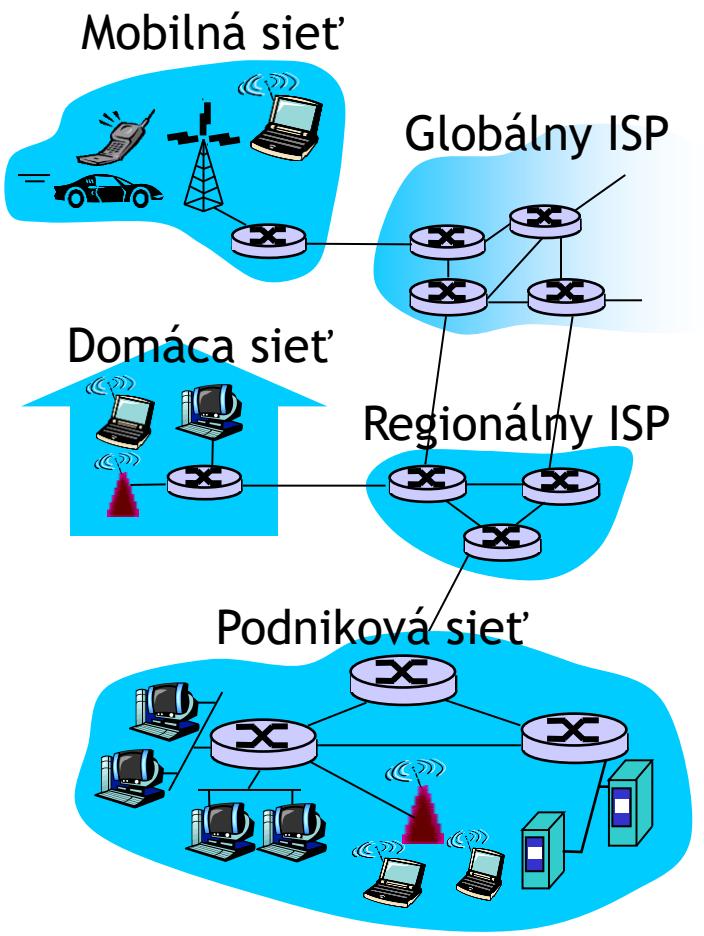
- miliardy pripojených zariadení: *hosty = koncové zariadenia*
  - spúšťajú *sieťové aplikácie*
- *Spôsoby napojenia*
  - optické vlákna, káble, wifi, GPRS, 3G, LTE, satelit
  - rýchlosť spojenia závisí od *šírky pásma*

access pointy

spoje

router

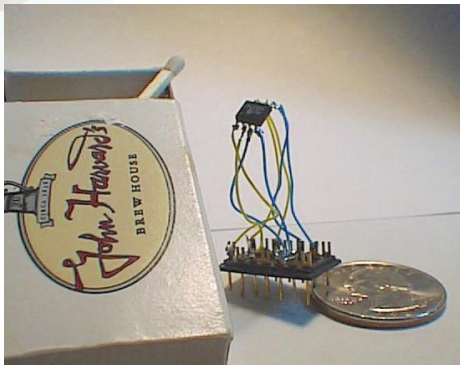
- *routre:* smerujú pakety (balíčky dát)



“Super” internetové zariadenia

Toastovač napojený na
web s predpoveďou počasia

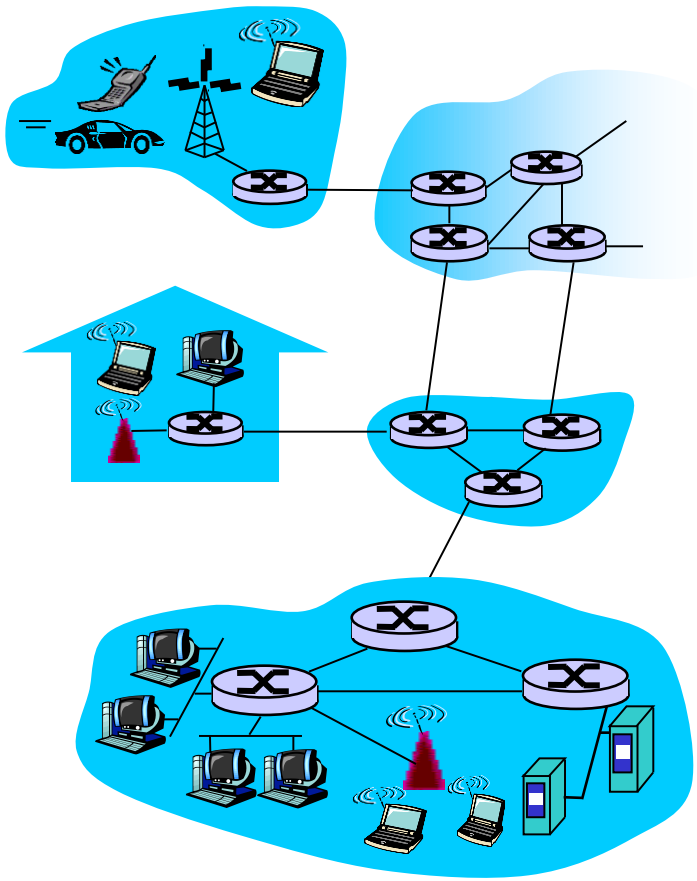
IP picture frame
http://www.ceiva.com/



Najmenší webserver na svete
http://www-ccs.cs.umass.edu/~shri/iPic.html

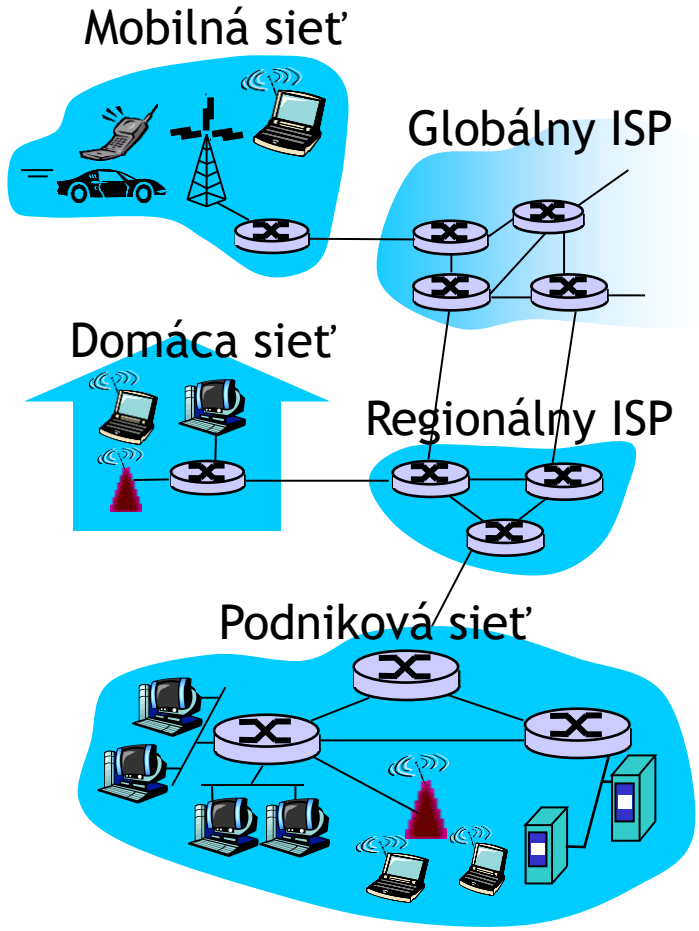
Čo je internet: množstvo služieb

- komunikácia umožňuje fungovanie distribuovaných aplikácií:
  - Web, VoIP, email, hry, e-shopy, zdieľanie súborov, sociálne siete
- komunikačné služby poskytované pre tvorcov:
  - spoľahlivé doručenie dát od odosielateľa k príjemcovi
  - nespoľahlivé doručenie dát "najväčším úsilím" ("best effort") s malou réžiou



Čo je internet: "kooperácia protokolov"

- *protokoly* určujú tvar posielaných a prijímaných dát
  - napr. HTTP, XMPP, Skype
- *Internet*: "sieť sietí"
  - hierarchická štruktúra
  - verejný internet verzus súkromný intranet
- Internetové štandardy
  - RFC: Request for comments
  - IETF: Internet Engineering Task Force
  - ISO, IEEE, ITU, ...



Čo je to protokol?

Ľudské protokoly:

- "Koľko je hodín?"
- "Môžem sa opýtať?"
- oslovenia, pozdravy, lúčenia

… posielame vhodné "správy"

… dostávame vhodné odpovede alebo reakcie

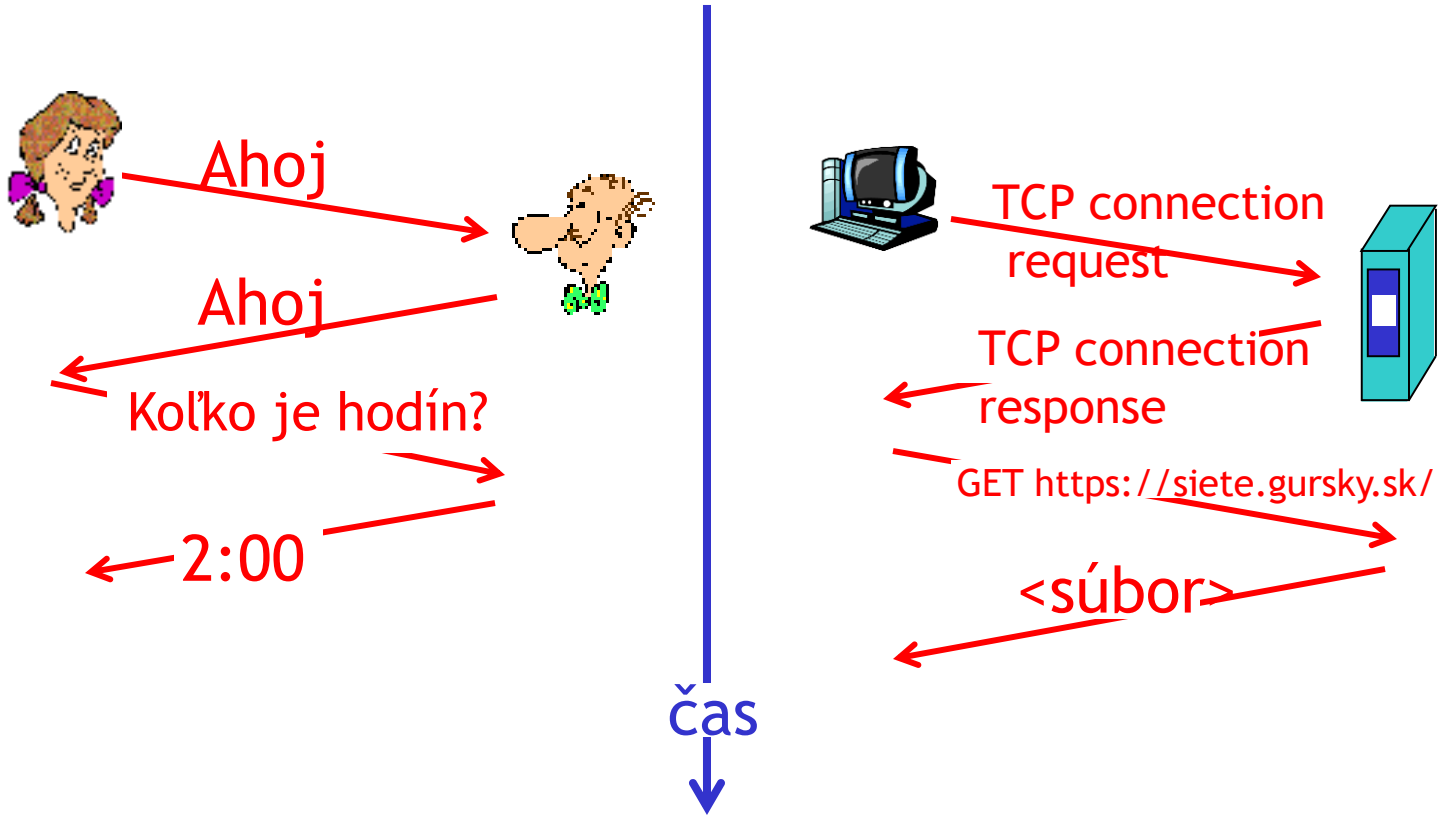
Sieťové protokoly:

- medzi procesmi a zariadeniami
- všetka komunikácia na internete je riadená protokolmi

protokoly definujú formu, poradie odoslaných a prijatých dát medzi sieťovými prvkami a akcie pri posielaní, prenášaní a prijímaní dát

Čo je to protokol?

Ľudský protokol a protokol počítačových sietí:



Príklad protokoly – doručovanie dát (potvrdzované / spoľahlivé)

Cieľ: prenos dát medzi koncovými aplikáciami

- *handshaking*: nadviazanie spojenia pred samotným posielaním dát
  - V ľudskom protokole: “Ahoj”, “Aj ty ahoj”
  - *uchovanie stavov* oboch komunikujúcich, napr. “odzdravil som, čakám, čo povie”

TCP protokol [RFC 793]

- Transmission Control Protocol
- spoľahlivý prenos prúdu dát zachovávajúci poradie
  - potvrdenia a opätovné posielania potenciálne tých istých dát
- kontrola toku dát:
  - odosielateľ posiela dáta tak, aby ich príjemca stihol spracovať
- kontrola zahltenia:
  - odosielatelia “spomalia odosielanie”, ak je sieť zahltená

Príklad protokolu - doručenie dát (nespoľahlivé / nepotvrdzované)

Cieľ: prenos dát medzi koncovými aplikáciami

UDP protokol [RFC 768]

- User Datagram Protocol
- pred posielaním dát sa s príjemcom nemusím dohodnúť
- nie všetky dáta musia byť prijaté
- niektoré dáta sa stratia pri prenose, niektoré u príjemcu
- umožňuje odosielanie viacerým naraz

Použitie TCP/UDP

Použitie TCP:

- HTTP 2 (Web),
- FTP (prenos súborov),
- Telnet (remote login),
- SMTP (email)
- BitTorrent
- Instant messaging
- ...

Použitie UDP:

- Streaming rádií a TV
- Telekonferencie
- VoIP
- DNS
- HTTP 3
- ...

Protokoly využívajú iné protokoly!

Vrstvy protokolov

Siete sú komplexné!

- veľa “vecí” pokope:
  - koncové zariadenia
  - routre
  - spojenia rôznymi médiami
  - aplikácie
  - protokoly
  - hardvér, softvér

Otázka:

Existuje nejaká rozumná organizácia štruktúry sietí?

Alebo aspoň naše rozprávanie o počítačových sieťach?

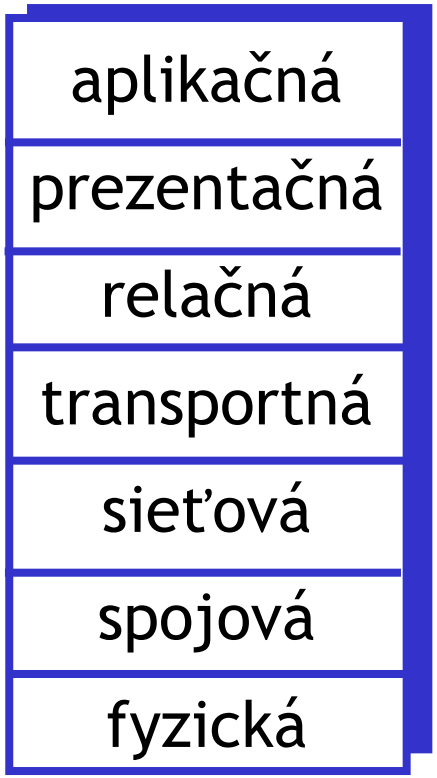
Prečo vrstvy?

Spôsob vysporiadania sa so zložitým problémom:

- presná štruktúra umožňuje identifikáciu vzťahov v zložitej spleti všetkých súčastí sietí
- modularizácia zjednodušuje správu a obnovovanie súčastí systému
  - môžeme zmeniť implementáciu, ak zachováme dohodnuté rozhrania modulu/vrstvy
  - zvyšok systému meniť nemusíme

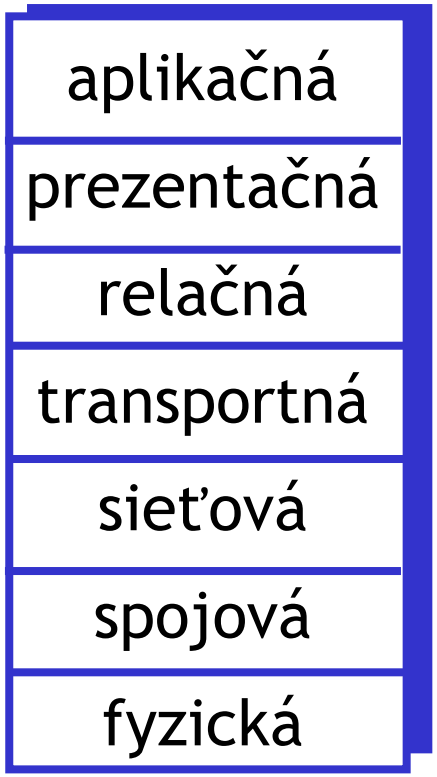
Referenčný model ISO/OSI

- transportná (transport): prenáša dáta medzi dvoma procesmi na rôznych koncových zariadeniach
- sieťová (network): smeruje pakety od odosielateľa k príjemcovi hocikde na svete
- spojová (link): prenos dát medzi danými susednými sieťovými prvkami
- fyzická (physical): prenáša fyzickým médiom jednotky a nuly

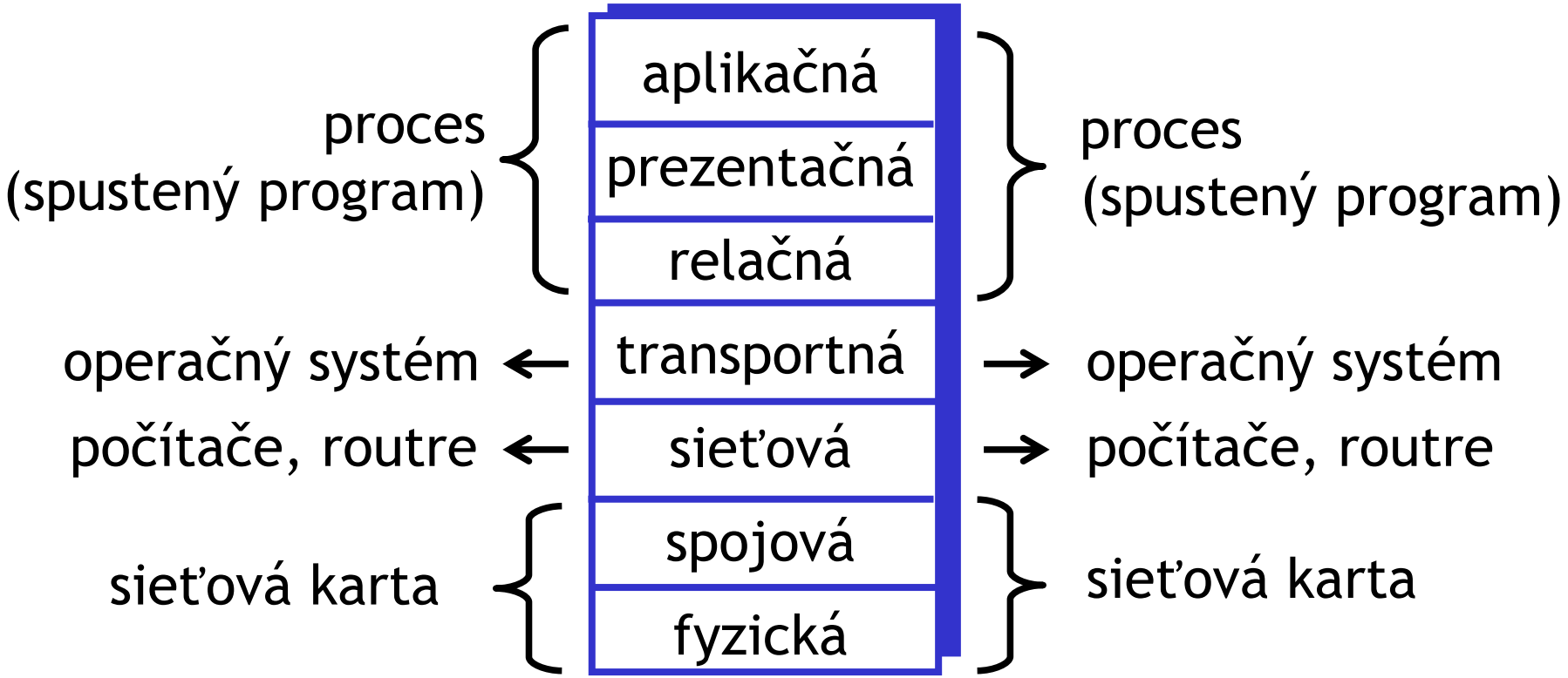


Referenčný model ISO/OSI

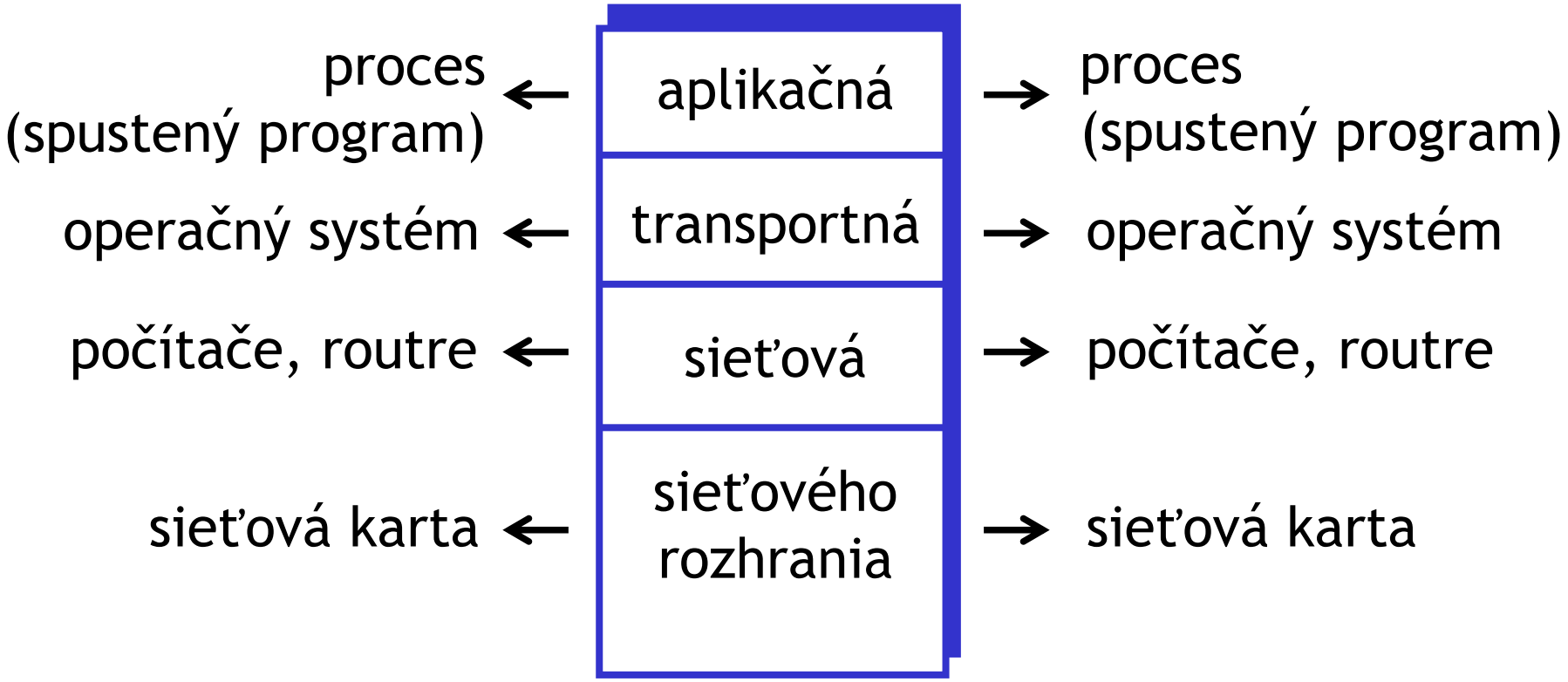
- aplikačná (application): umožňuje fungovanie sieťových aplikácií – definuje tvar a poradie správ
- prezentačná (presentation): umožňuje aplikáciám interpretovať význam dát, napr. šifrovanie, kompresia, kódovanie (znakov,..),..
- *relačná (session):* synchronizácia, kontrolné body, obnovenie relácie



Komunikujúce strany – ISO/OSI

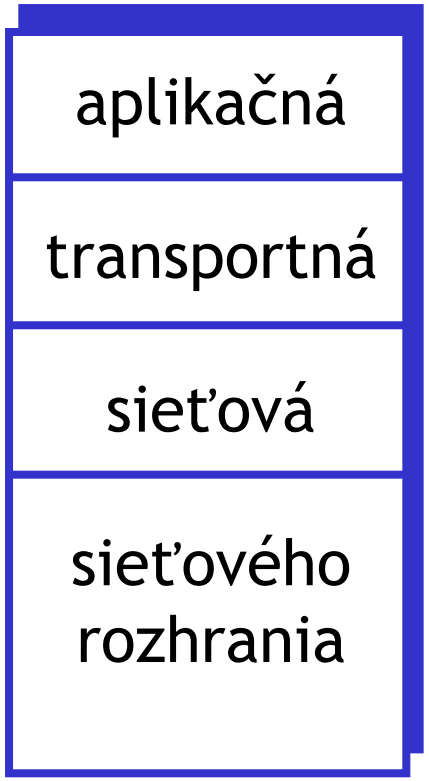


Komunikujúce strany – TCP/IP

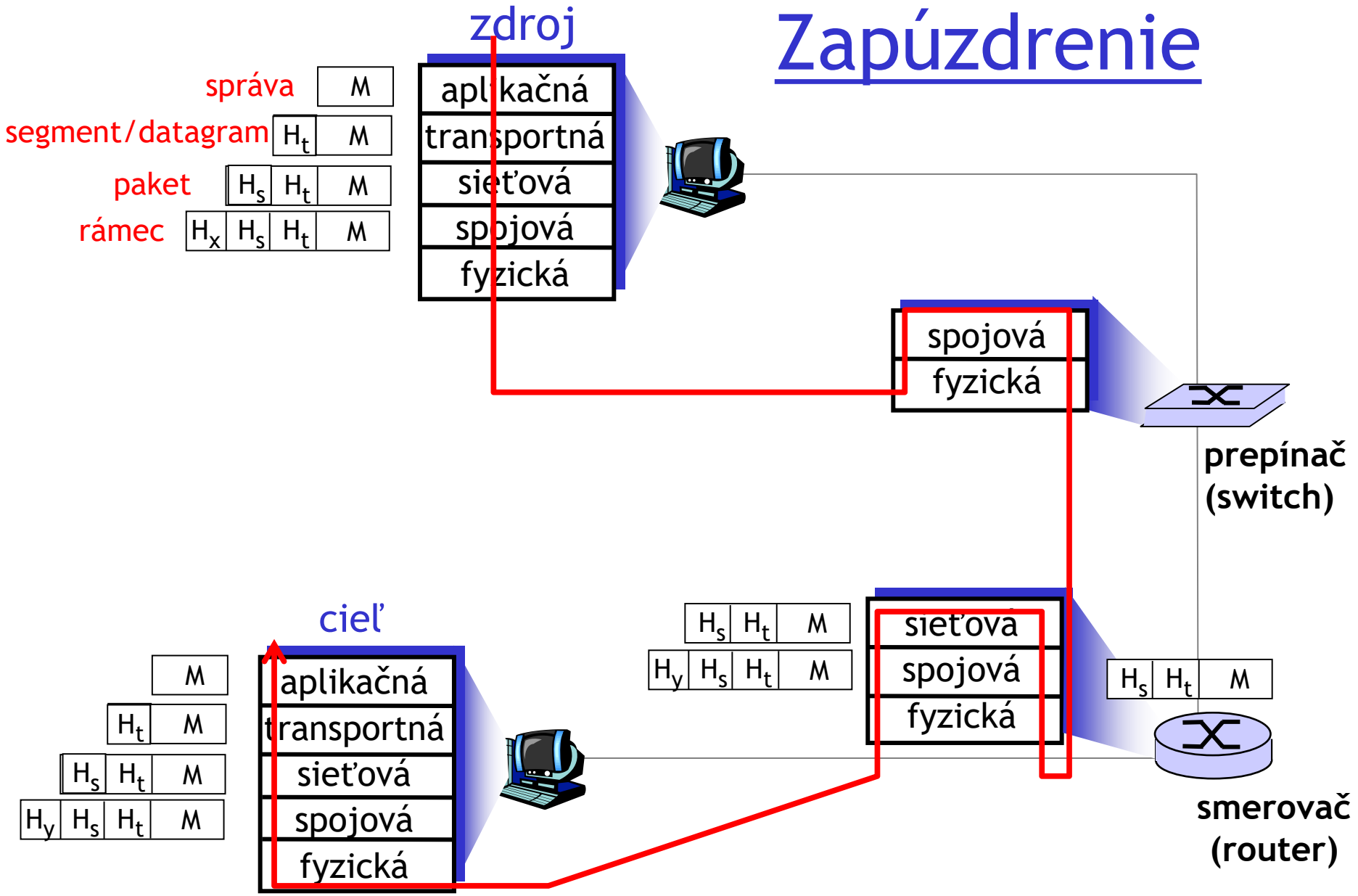


Implementácia internetu TCP/IP

- aplikačná (application): umožňuje fungovanie sieťových aplikácií – definuje tvar a poradie správ
  - prezentačná a relačná splynuli s aplikačnou
  - tieto služby musí aj tak mať implementované aplikácia, ak to potrebuje
  - a čo ak nepotrebuje?
  - HTTP, FTP, SMTP, POP, IMAP, XMPP, SSH, Torrent, ...
- transportná (transport): prenáša dáta medzi dvoma procesmi na rôznych koncových zariadeniach
  - TCP, UDP
- sieťová (network): smeruje pakety od odosielateľa k príjemcovi
  - IP, smerovacie protokoly
- sieťového rozhrania (network interface): splynutie funkcionality do technológií na prenos dát medzi susednými sieťovými prvkami a spôsobu prenášania binárnych dát
  - PPP, Ethernet

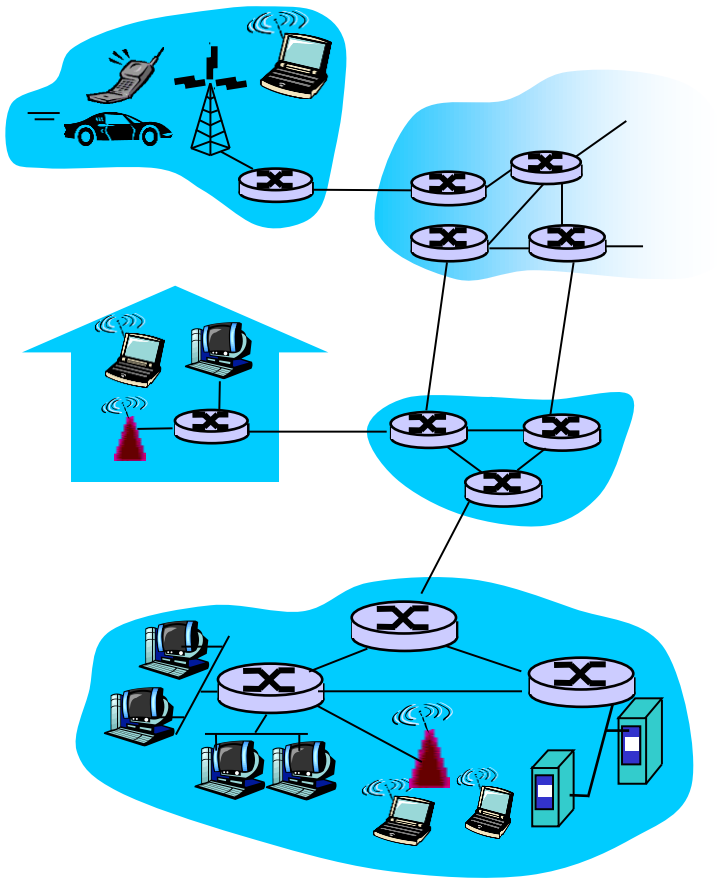


Zapúzdrenie



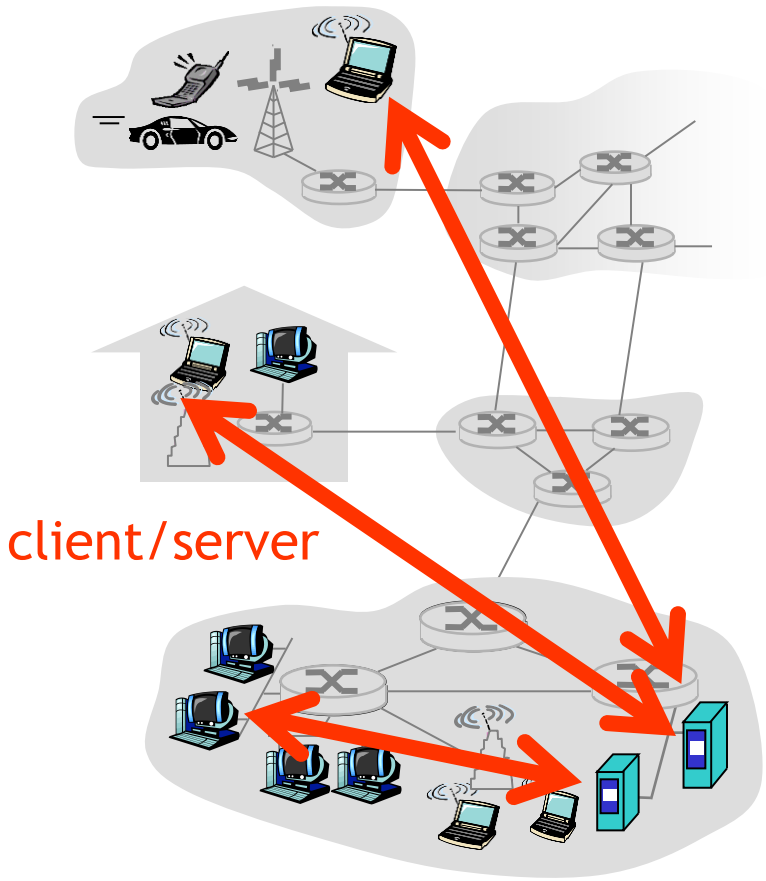
Bližší pohľad na štruktúru siete:

- "Okraje" siete:
  aplikácie a koncové zariadenia
- Prístup na sieť:
  drôtom, bezdrôtovo
- Jadro siete:
  navzájom prepojené smerovače (routre)
  - Sieť sietí
  - Iba sieťová a nižšie vrstvy



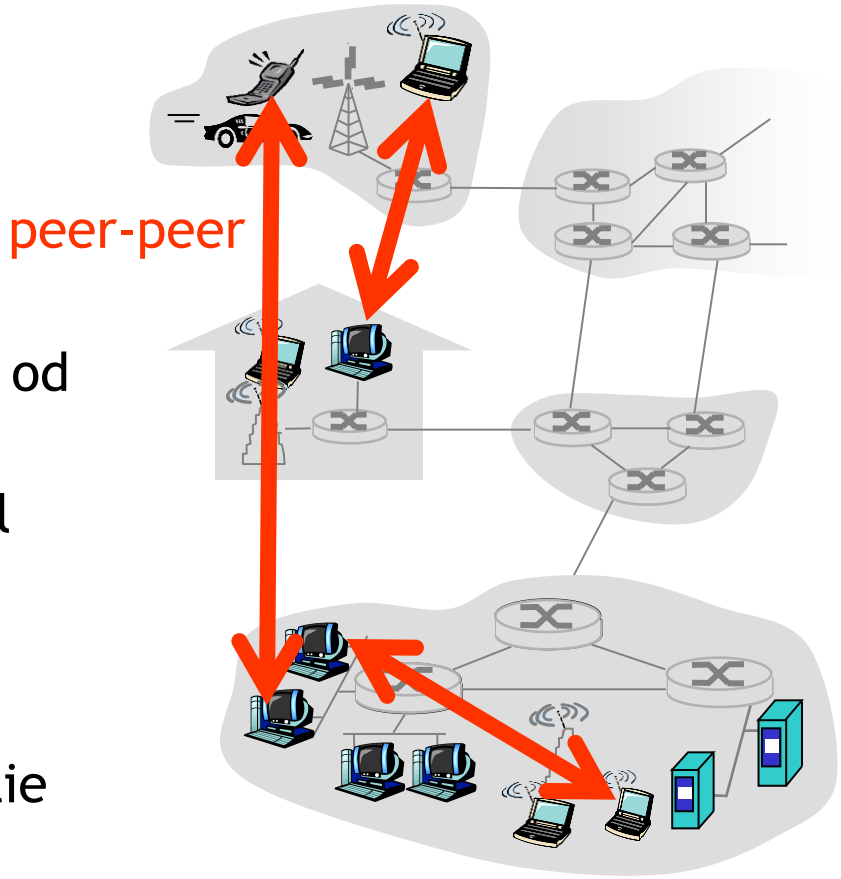
“Okraje” siete:

- koncové zariadenia:
  - spustené sieťové aplikácie
  - napr. Web, email
- klient/server model:
  - klient požaduje a prijíma službu od vždy zapnutého servera
  - napr. Web browser/server; email client/server



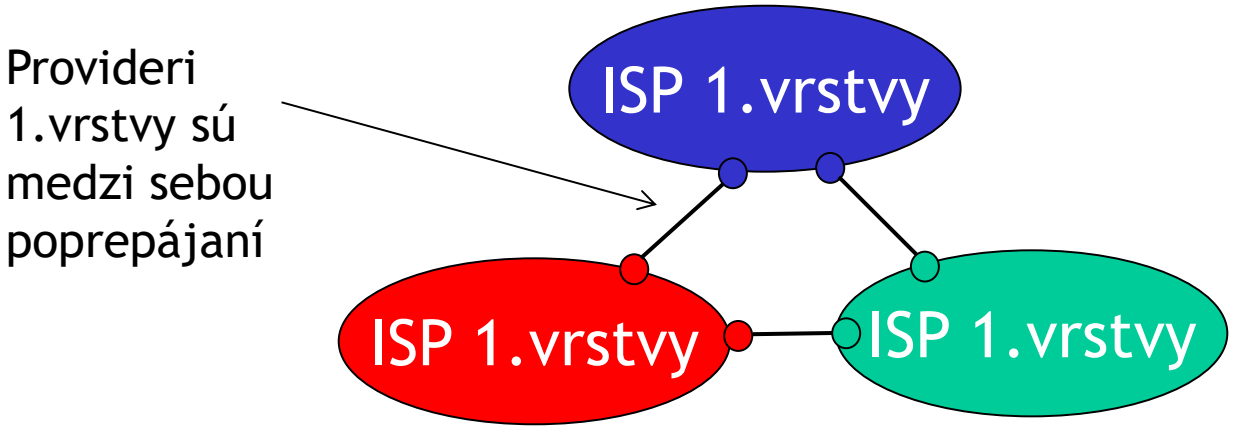
“Okraje” siete:

- koncové zariadenia:
  - spustené sieťové aplikácie
  - napr. Web, email
- klient/server model:
  - klient požaduje a prijíma službu od vždy zapnutého servra
  - napr. Web browser/server; email client/server
- peer-to-peer model:
  - minimálne (alebo žiadne) použitie “hlavných” serverov
  - napr. Skype, BitTorrent

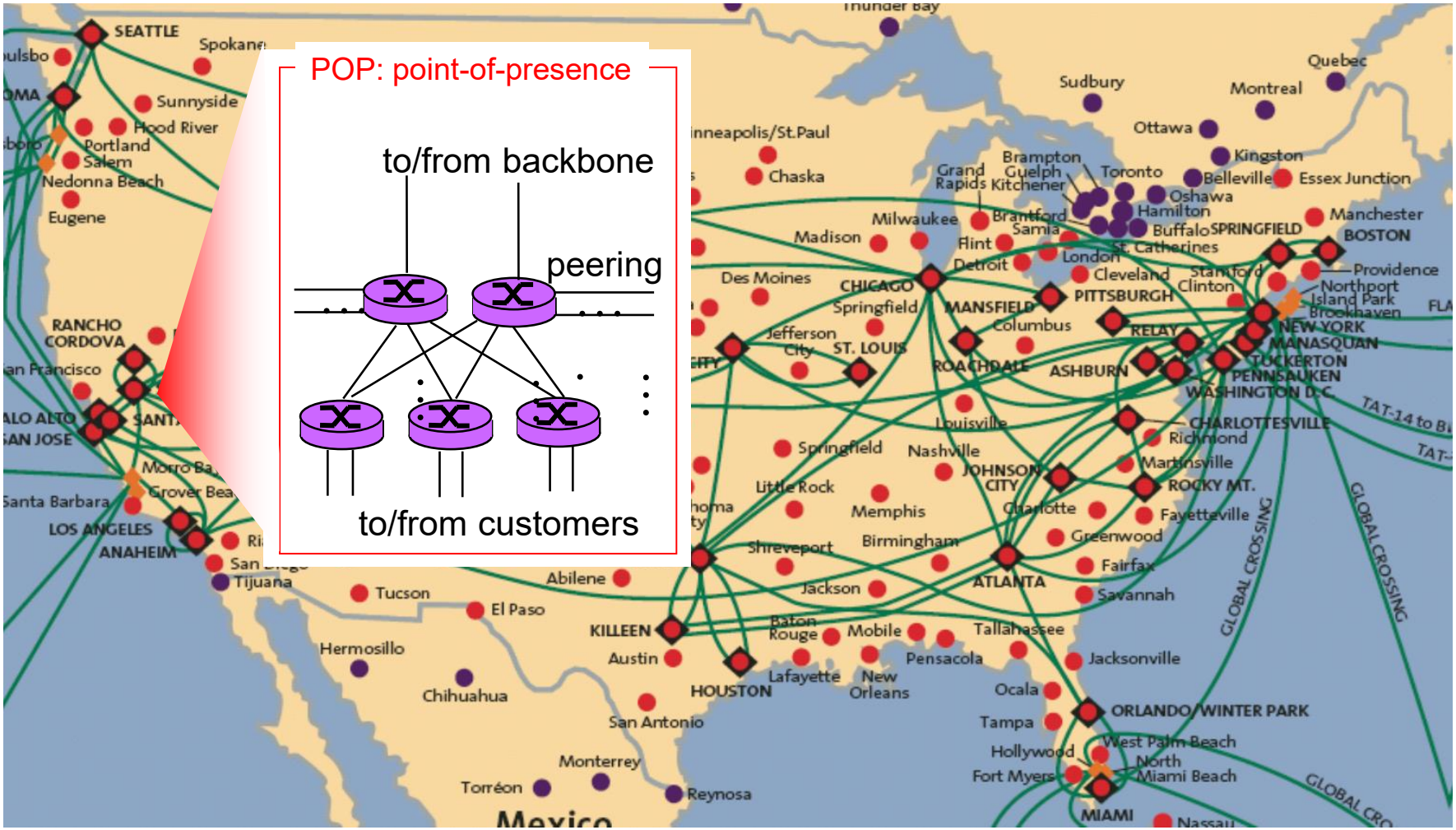


Štruktúra Internetu: sieť sietí

- Zhruba hierarchická
- V strede siete: ISPs “1.vrstvy” (e.g., Verizon, Sprint, AT&T, Cable and Wireless), národné/medzinárodné pokrytie
  - Navzájom sú si rovní

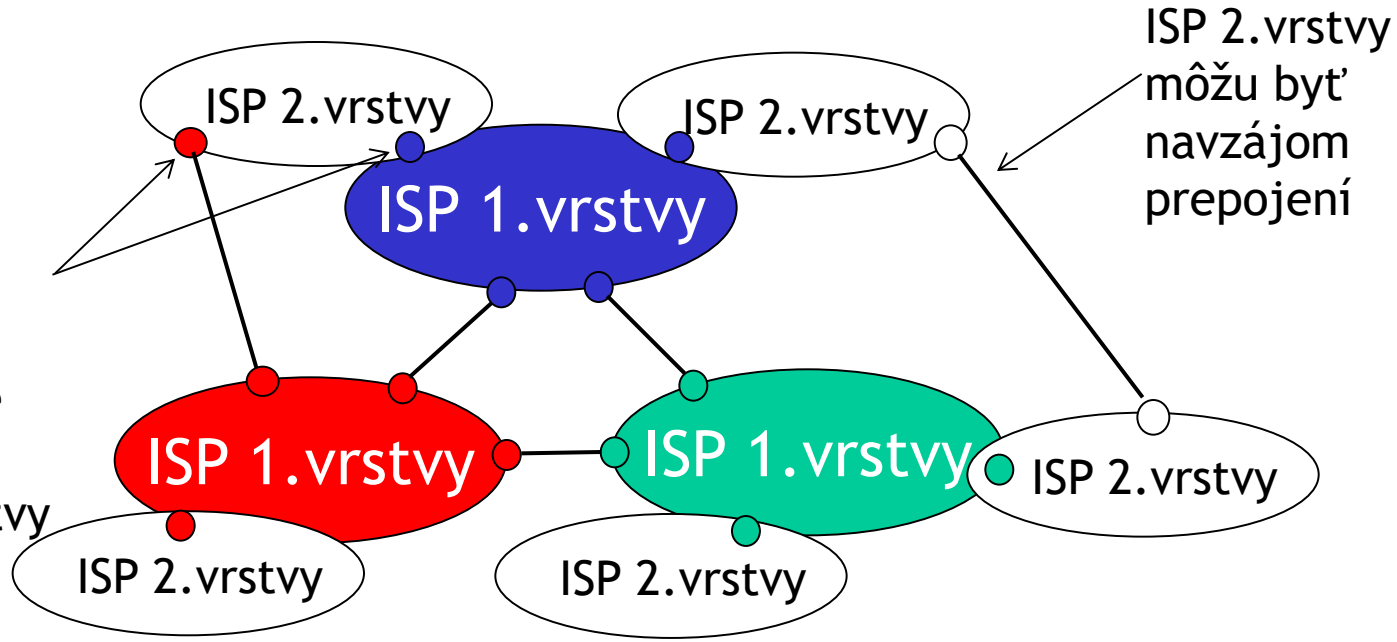


ISP 1.vrstvy: napr. Sprint



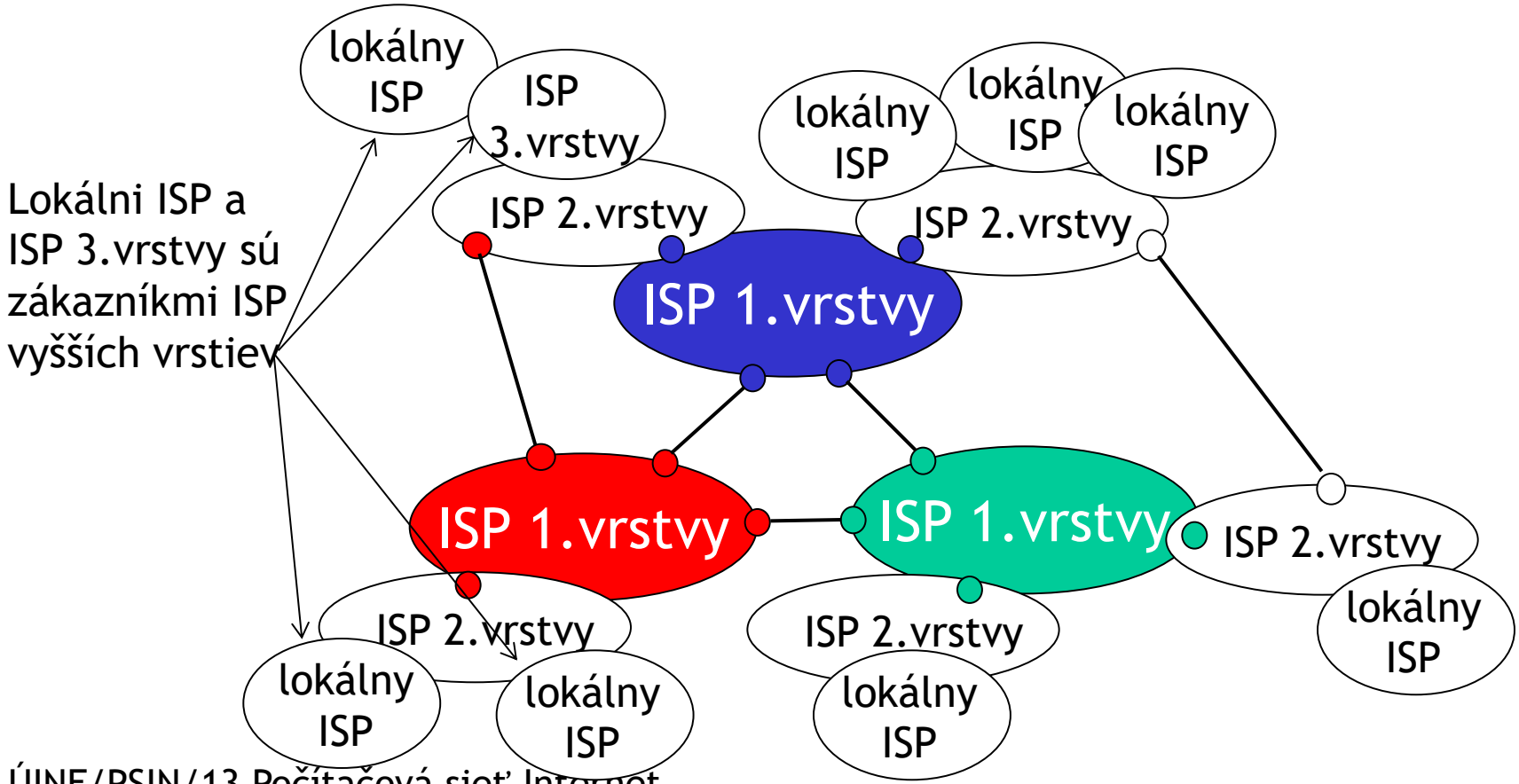
Štruktúra internetu: sieť sietí

- ISP 2. vrstvy: menší (často aj regionálni) provideri
  - Napojení na jedného alebo viac ISP 1.vrstvy, ale môžu
  - aj na iných ISP z 2.vrstvy



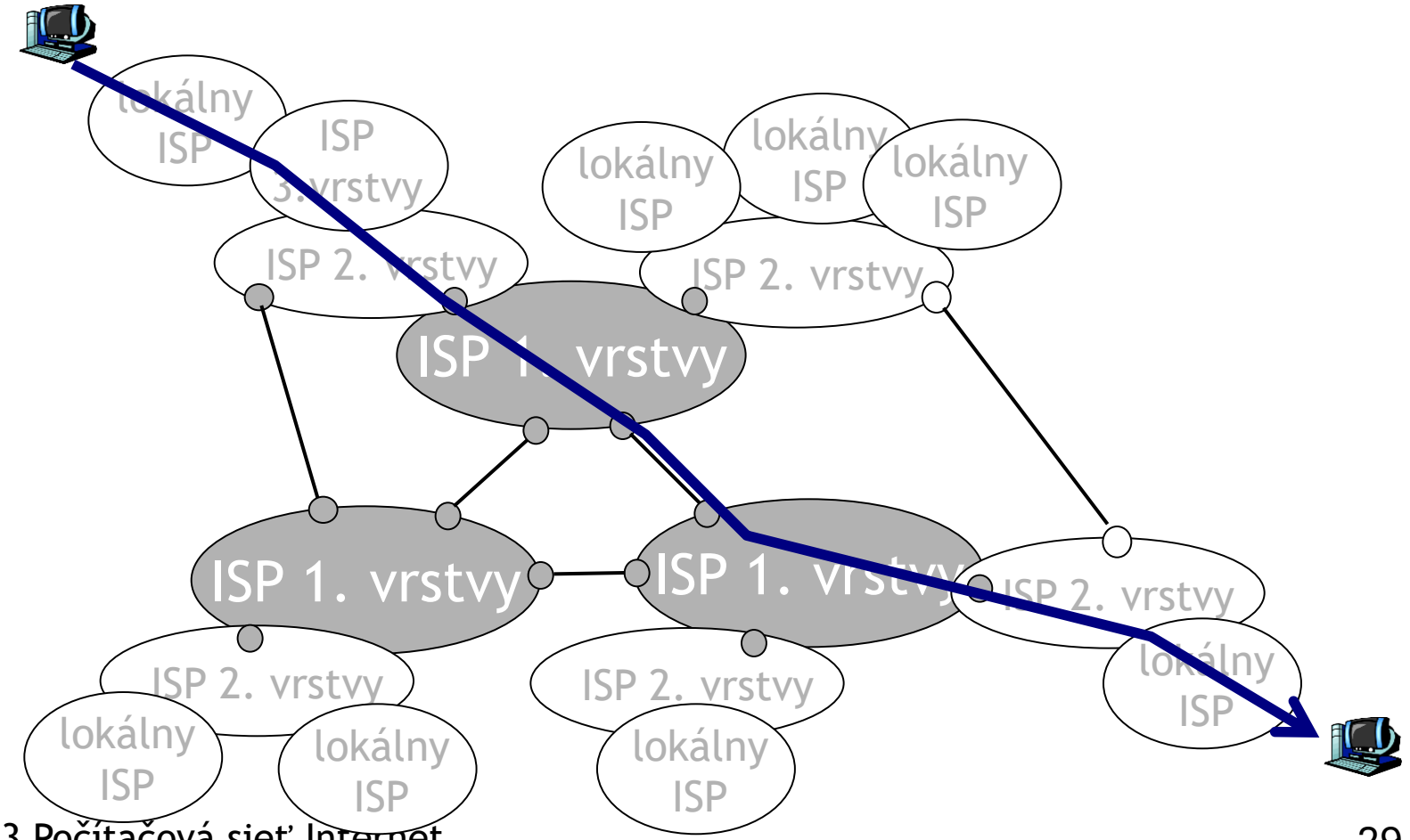
Štruktúra internetu: sieť sietí

- ISP 3.vrstvy a lokálni ISP
  - najbližšie ku koncovým zariadeniam a používateľom



Štruktúra internetu: sieť sietí

- Paket prechádza množstvom sietí



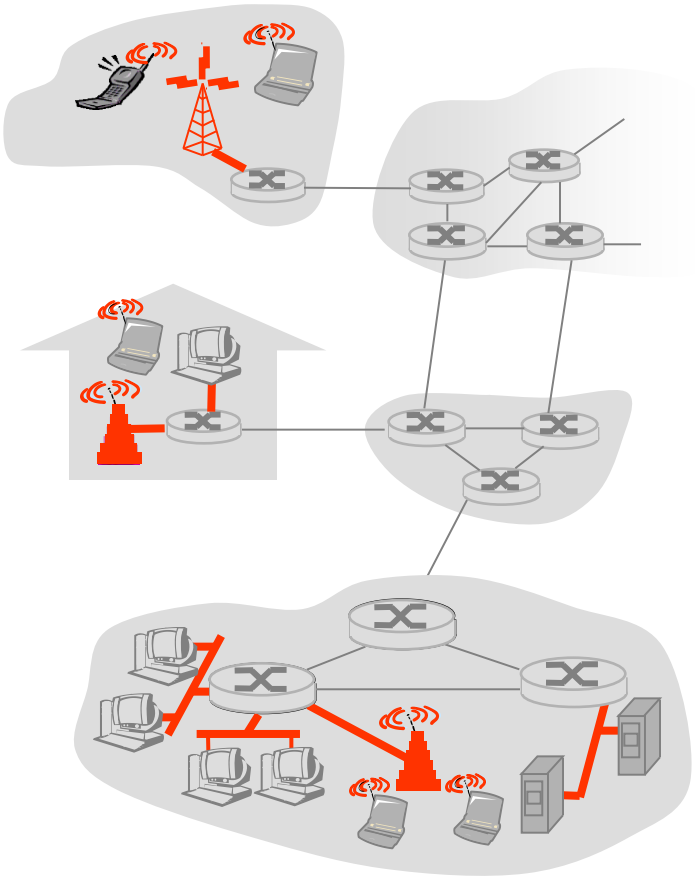
Pripojenie k Internetu

Ako zapojíme koncové zariadenie k internetu?

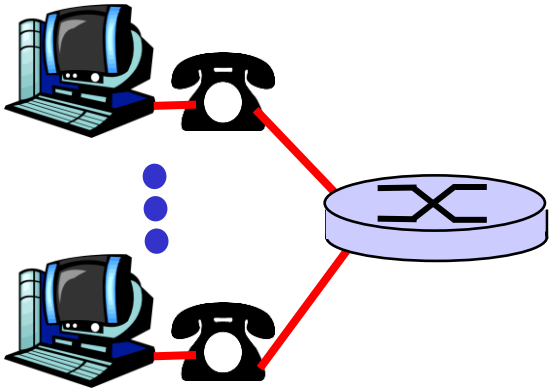
- domáce siete
- podnikové siete (škola, firma)
- bezdrôtové a mobilné siete

Čo nás má zaujímať:

- prenosová rýchlosť (bity za sekundu)?
- zdieľané alebo priame?



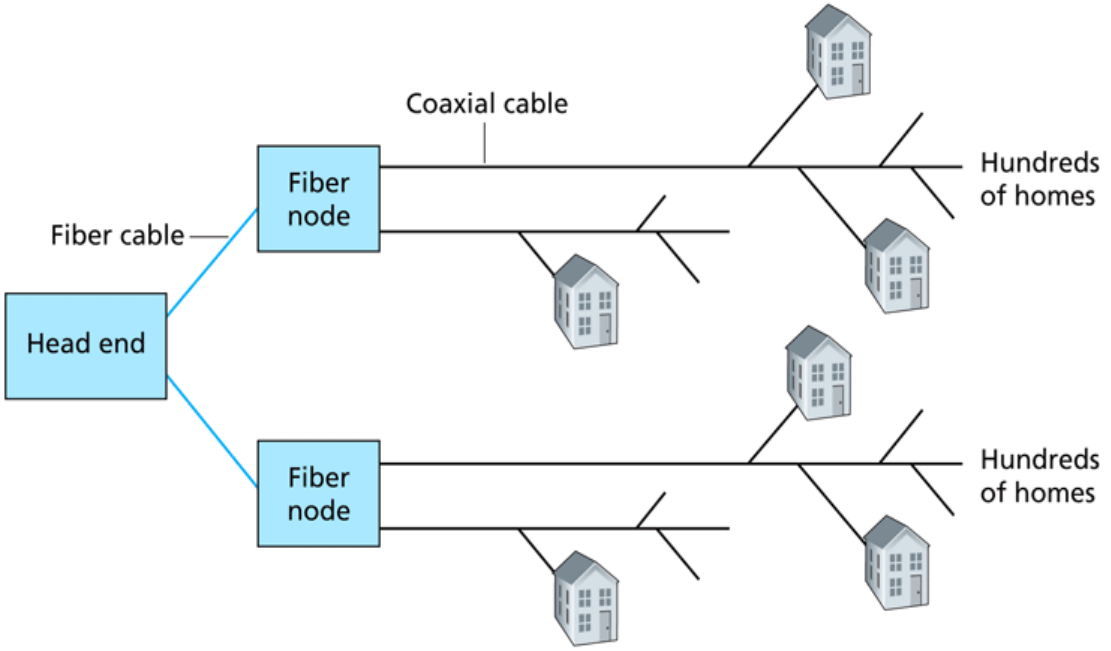
Domáce pripojenie: point to point access



- Dialup cez modem
  - max do 56Kb/s, priame spojenie s routrom
  - nemôžeme telefonovať a surfovať zároveň
- ADSL: digital subscriber line
  - dodávateľ: telefónna spoločnosť (obvykle)
  - do 1 Mb/s odosielanie (typicky < 256 kb/s)
  - do 8 Mb/s prijímanie (typicky < 1 Mb/s)
  - 3 nezávislé frekvenčné pásma – môžeme telefonovať a surfovať zároveň.
- VDSL2: digital subscriber line
  - teoreticky až 100 Mb/s (max. do 300 m)

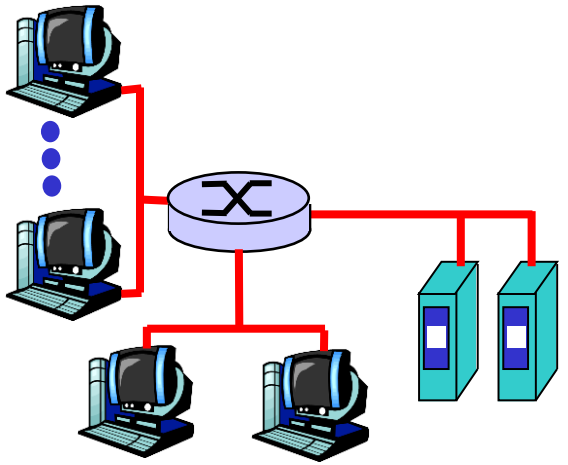
Domáce pripojenie: modemy káblových TV

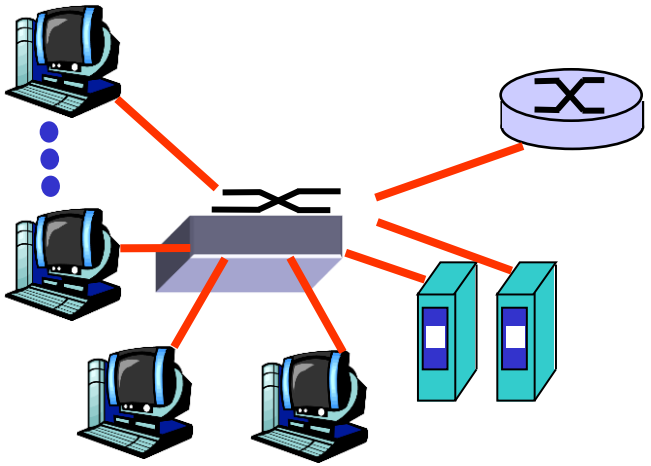
- HFC: hybrid fiber coax
  - asymetrické: do 30Mb/s prijímanie, do 2 Mb/s odosielanie
- zdieľané pripojenie do siete z jedného uzla (ulica,vchod)
  - iba jeden môže vysielať do daného uzla, všetci prijímajú všetko
- od káblových TV



Vysokorýchlostné pripojenie: local area networks

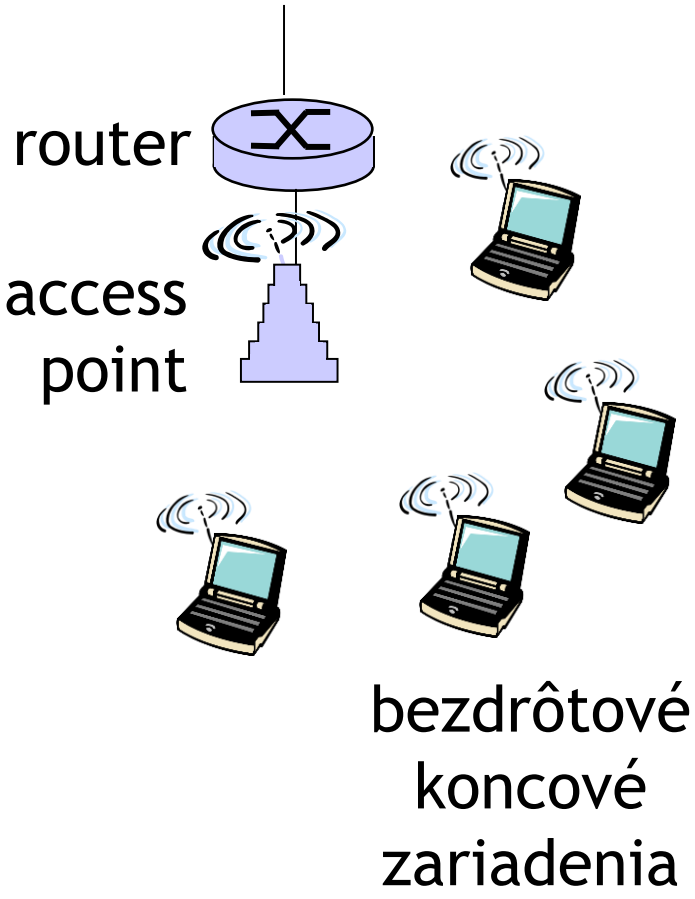
- Local area network (LAN) spája koncové stanice s miestnym smerovačom (routrom) bez potreby modemu
- Ethernet:
  - 10 Mb/s, 100 Mb/s, 1 Gb/s, 10 Gb/s Ethernet
  - Časté zapojenie: koncové stanice sú zapojené do *ethernetových prepínačov (switchov)* a až tie do smerovačov





Bezdrôtové siete

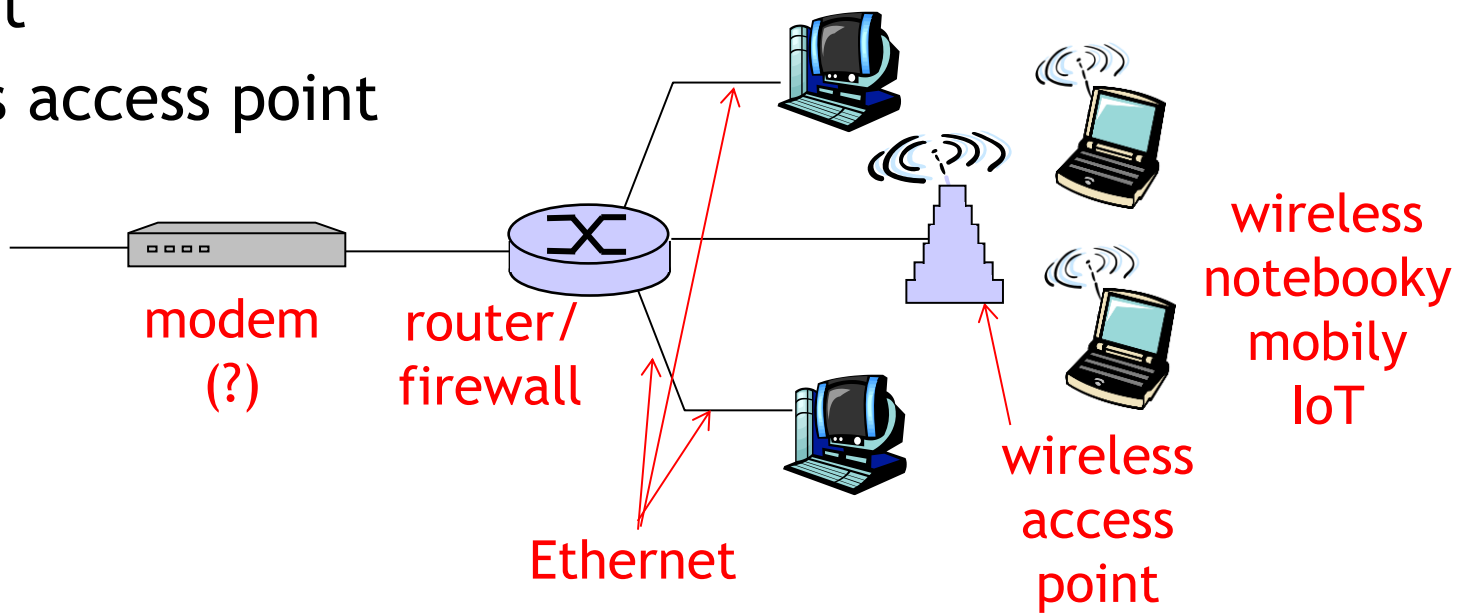
- zdieľané *bezdrôtové* pripojenie spája koncové zariadenia s routrom
  - cez zariadenie nazývané “access point”
- Wireless LAN (WiFi):
  - 802.11g/n/ac/ax/be: 0,054/0,6/6/9/23 Gb/s
- bezdrôtovo na väčšie vzdialenosti
  - 3G, HSPA+, ~6Mb/s cez mobilné siete (teoreticky až 84 Mb/s)
  - WiMAX ~20 Mb/s na desiatky km
  - LTE, WiMAX2,... ~do 100 Mb/s (teoreticky vyše 300Mb/s)
  - LTE Advanced(4G) ~ 1Gb/s
  - 5G NR (new radio) ~ teoreticky 10-20 Gb/s



Domáce siete

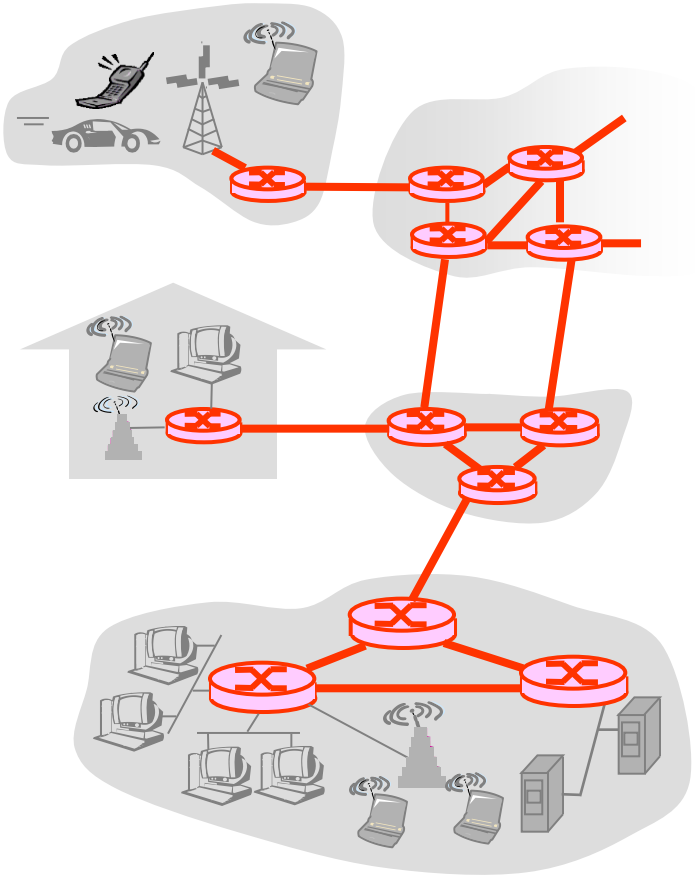
Typická domáca výbava:

- DSL alebo iný modem (alebo ISP poskytuje LAN pripojenie)
- router/firewall/NAT
- ethernet
- wireless access point



Jadro siete

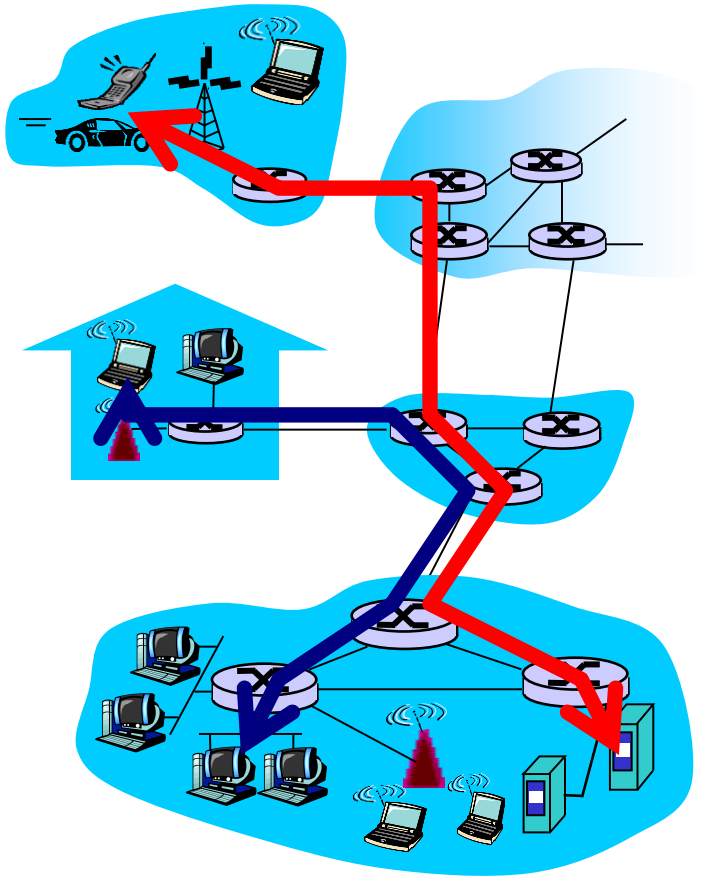
- sieť prepojených smerovačov (routrov)
- *základná otázka* : ako sa dopravujú dáta v rámci siete?
  - prepínanie okruhov: vyhradené spojenie - telefónne spojenia
  - riadenie paketmi: dáta sú posielané po kúskoch



Jadro siete: Prepínanie okruhov

Celá cesta je vyhradená pre spojenie

- šírka pásma a kapacita zariadení sa delí pre cesty nimi prechádzajúce
- vyhradené zdroje: žiadne zdieľanie
- garantovaný výkon
- vyžaduje nastavenie spojenia



Jadro siete: Prepínanie okruhov

Sieťové zdroje (napr. šírka pásma) sú rozkúskované

- každý kúsok venovaný jednému spojeniu
- ak sa počas spojenia nič neposiela, sieťové zdroje sú nečinné, aj keby ich niekto iný chcel využiť

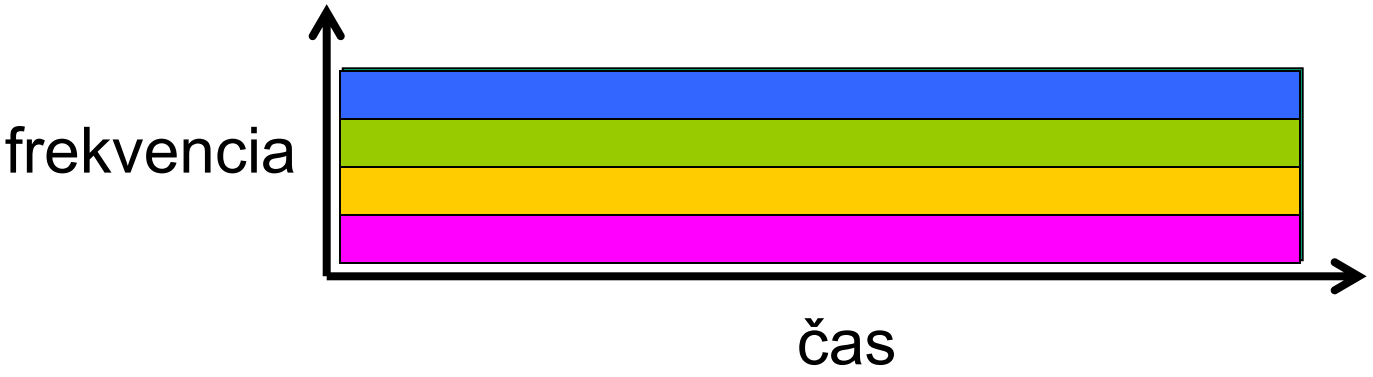
- Rozkúskovanie pripojenia:
  - Frekvenčné delenie (FDM)
  - Časové delenie (TDM)

Prepínanie okruhov: Frekvenčné a časové delenie

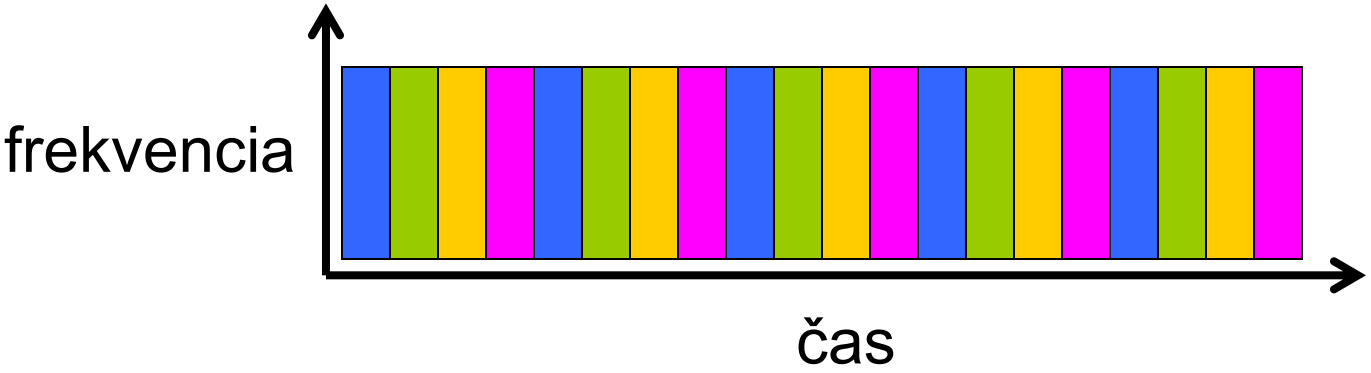
Príklad:

4 používatelia

Frekvenčné delenie



Časové delenie



Príklad

- Ako dlho trvá odoslať súbor, ktorý má 1 000 000 bitov (=125 kB) , zo stanice A do stanice B cez sieť využívajúcu prepínanie okruhov?
  - Rýchlosť všetkých spojení je 1000 kb/s
  - Každé spojenie používa časové delenie 10 slotov/sekundu (my použijeme jeden)
  - 500 milisekúnd na nadviazanie spojenia

Príklad

- Ako dlho trvá odoslať súbor, ktorý má 1 000 000 bitov (=125 kB) , zo stanice A do stanice B cez sieť využívajúcu prepínanie okruhov?
  - Rýchlosť všetkých spojení je 1000 kb/s
  - Každé spojenie používa časové delenie 10 slotov/sekundu (my použijeme jeden)
  - 500 milisekúnd na nadviazanie spojenia

1000/10 = 100kb/s
1 000 000/100 000 = 10 sekúnd
Celkovo **10,5 s.** - garantovaných

Jadro siete: Riadenie paketmi

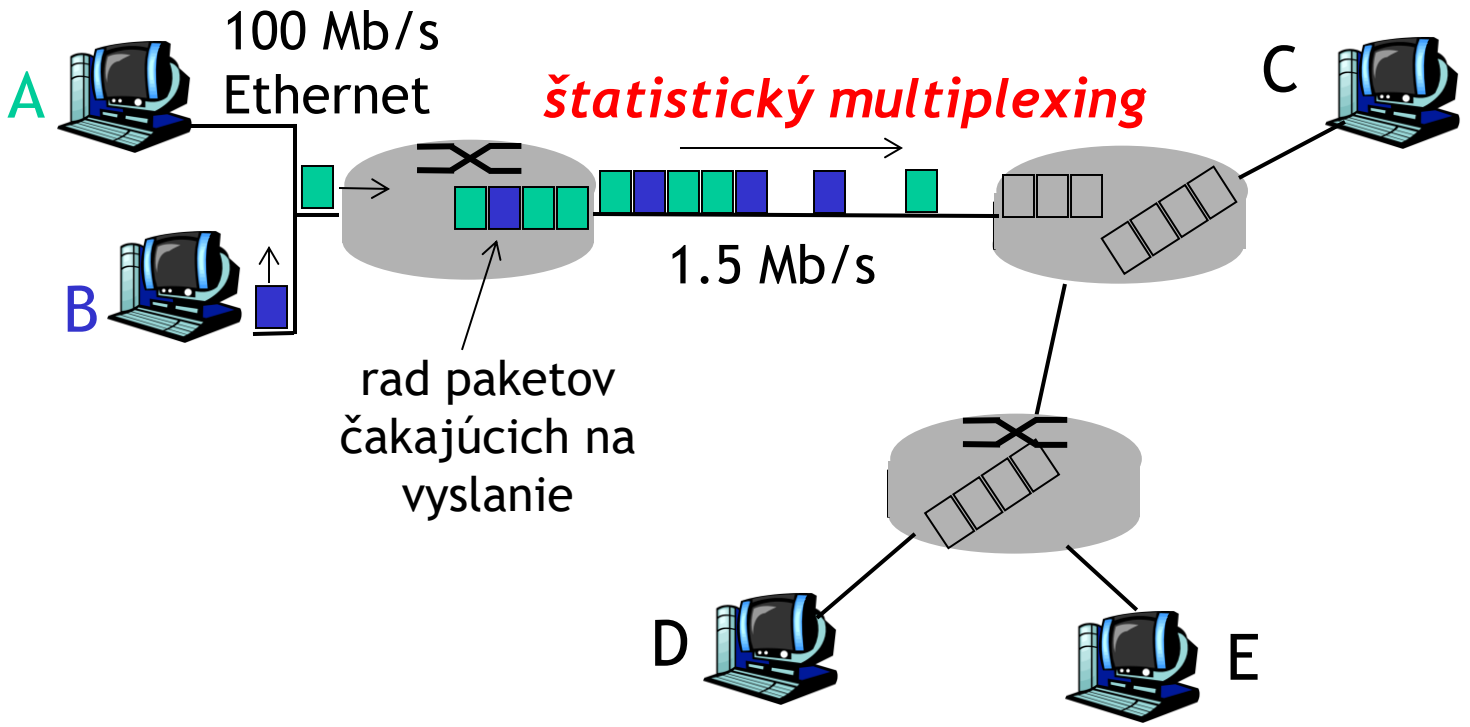
Každý prúd dát je rozdelený na *pakety*

- používatelia zdieľajú sieťové zdroje
- každý paket využíva celú šírku pásma
- zdroje sú používané *podľa potreby*

nevýhody:

- požiadavky na zdroje môžu byť väčšie ako tieto zdroje zvládnu
- zahltenie: čakajúce pakety, čakanie na uvoľnenie prenosového média
- uloženie a preposlanie: pakety sú posielané ďalej až po ich úplnom doručení

Riadenie paketmi: Štatistický multiplexing

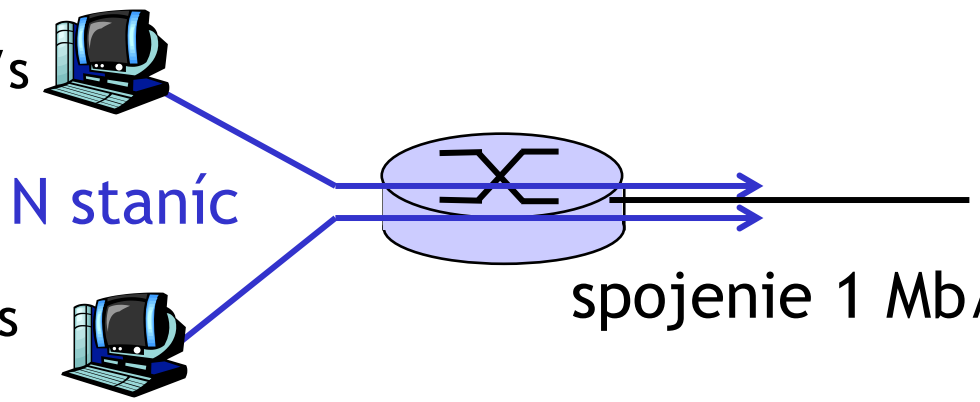


Postupnosť paketov z A a z B nemá pevné poradie, šírka pásma je rozdelená podľa aktuálnej potreby

Riadenie paketmi verzus prepínanie okruhov

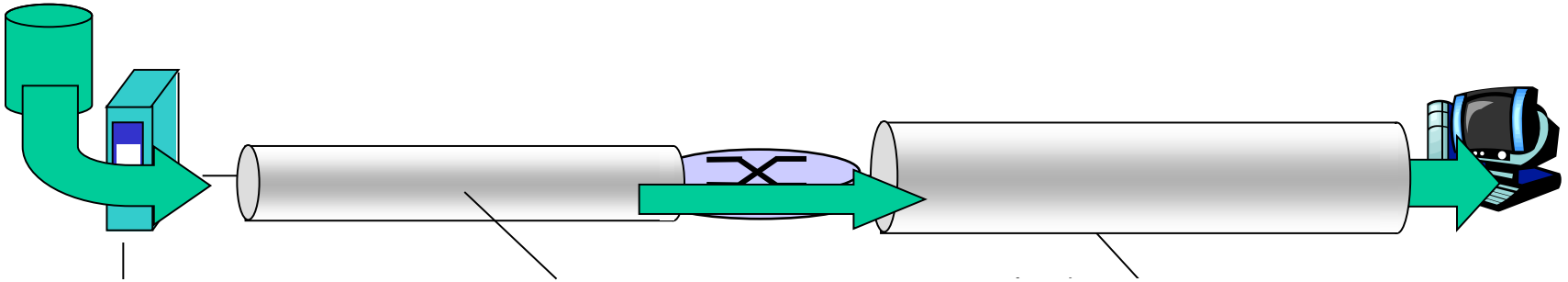
Riadenie paketmi umožňuje pripojenie viacerých koncových zariadení do siete

- 1 Mb/s spojenie
- Každé zariadenie:
  - rýchlosť odosielania až 1000 kb/s
  - aktivita 10% času
- *prepínanie okruhov:*
  - 10 zariadení,každé max 100 kb/s
- *riadenie paketmi:*
  - s 35 zariadeniami je pravdepodobnosť, že je viac ako 10 zariadení aktívnych, menej ako 0.04 %



Priepustnosť

- rýchlosť (b/s), ktorou sú odosielané dáta medzi odosielateľom a príjemcom
  - *aktuálna*: rýchlosť v danom čase
  - *priemerná:* rýchlosť za dlhšie obdobie



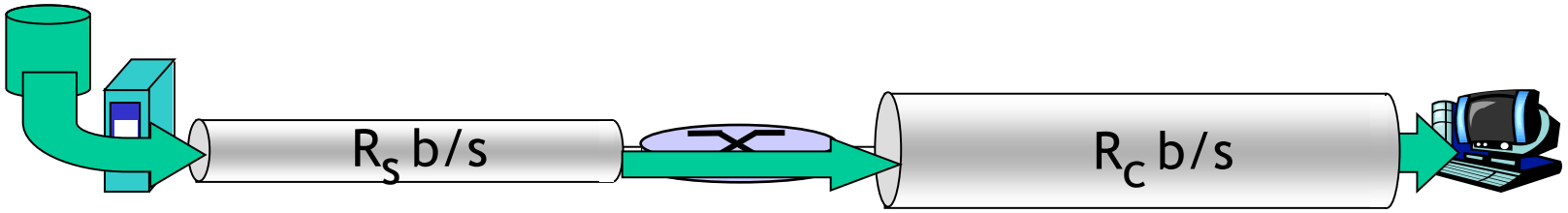
server posiela bity (leje) do rúry

Rúra prenáša tekutinu maximálnou rýchlosťou R_s b/s

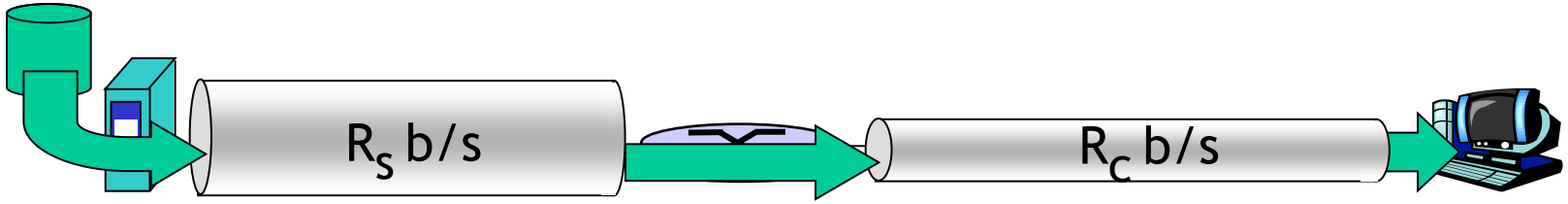
Rúra prenáša tekutinu maximálnou rýchlosťou R_c b/s

Priepustnosť

- $R_s < R_c$ Aká je priemerná priepustnosť?



- $R_s > R_c$ Aká je priemerná priepustnosť?

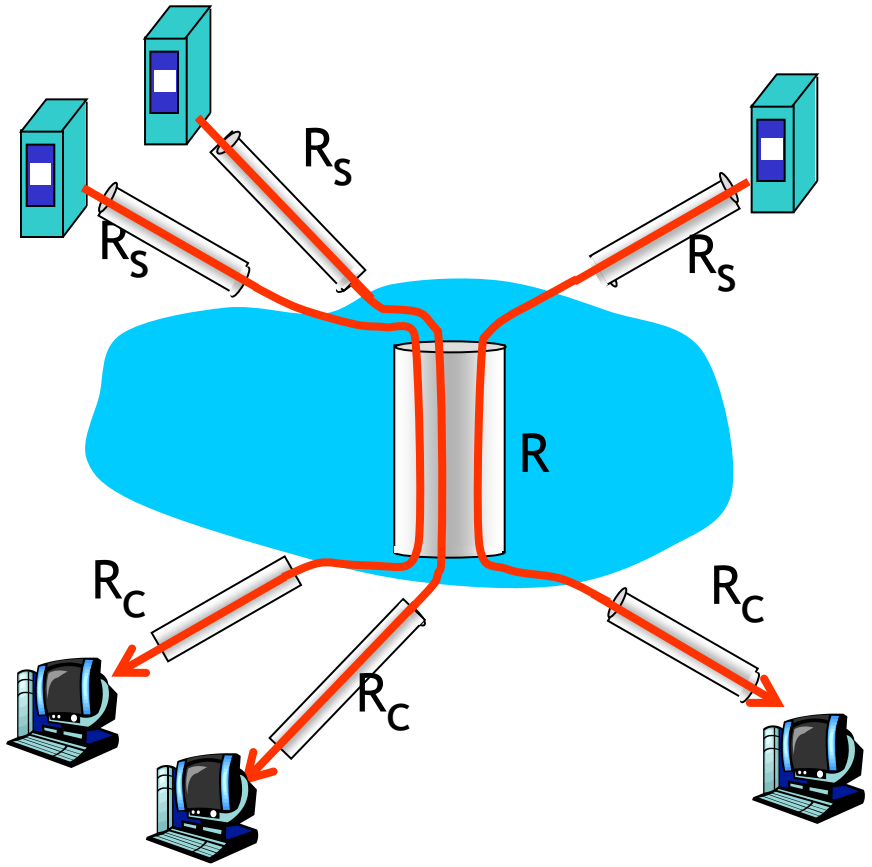


bottleneck (úzke miesto)

Spojenie na ceste, ktoré obmedzuje priepustnosť

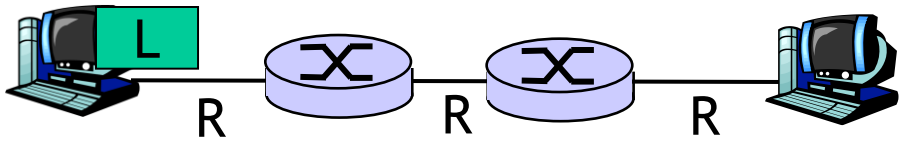
Priepustnosť: internetový príklad

- Priepustnosť jednotlivých spojení: $\min(R_C, R_S, R/10)$
- V praxi: R_C alebo R_S je úzke miesto



10 spojení (spravodlivo) zdieľa úzke miesto chrbticového spojenia s rýchlosťou R b/s

Riadenie paketmi: ulož-a-prepošli



- na odoslanie paketu veľkosti L bitov spojením s rýchlosťou R b/s potrebujeme L/R sekúnd
- *ulož a prepošli:* celý paket musí dôjsť do smerovača (routra), než je preposlaný na iný výstup
- zdržanie = 3L/R (za predpokladu nulového zdržania šírením po spojení)

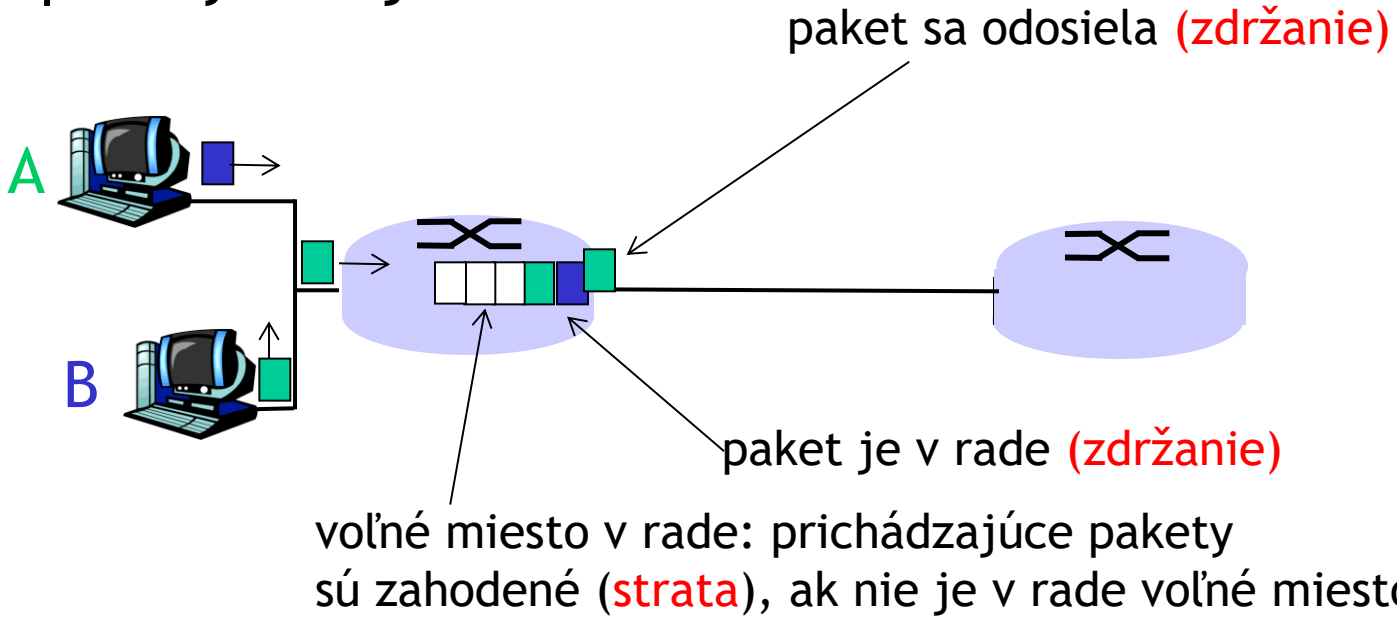
Príklad:

- L = 7.5 Mb
- R = 1.5 Mb/s
- zdržanie preposlaním = 15 s

Ako vznikajú straty a zdržania?

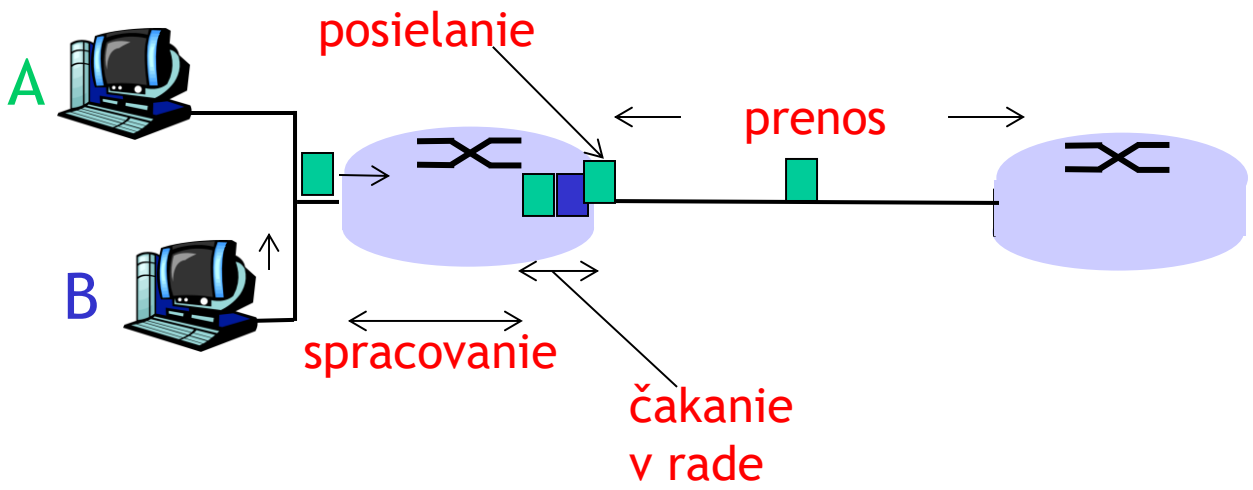
pakety sú pred odoslaním v rade na rozhraní smerovača (router-a)

- ak je rýchlosť príchodu paketov vyššia ako priepustnosť výstupného spojenia
- pakety čakajú v rade na odoslanie



4 dôvody zdržania

- 1. spracovanie:
  - overenie bitových chýb
  - zistenie výstupného rozhrania
- 2. čakanie v rade:
  - čakanie na uvoľnenie výstupného spoja
  - závislé od miery zahltenia routra



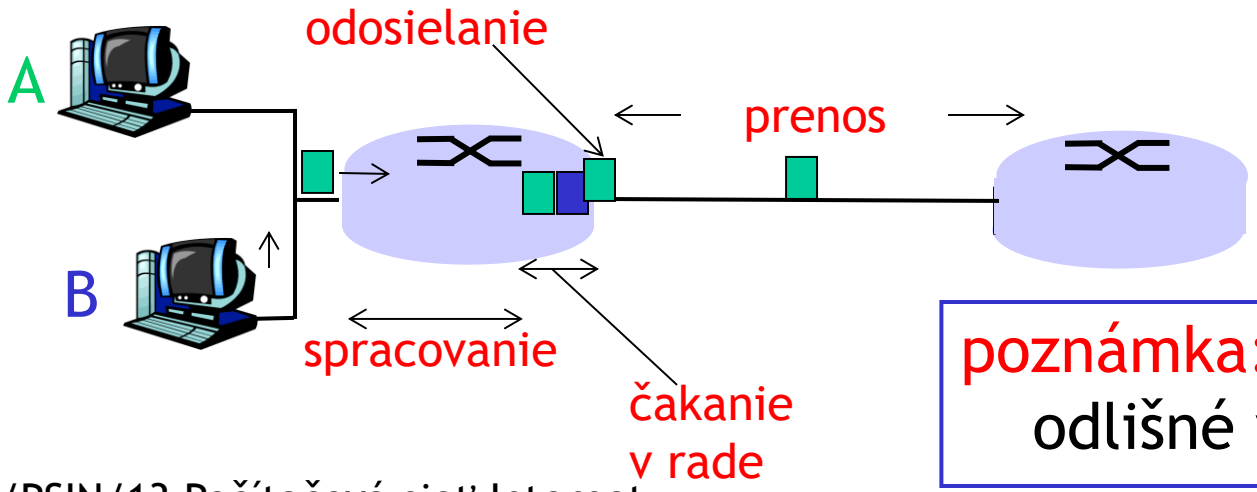
4 dôvody zdržania

3. odosielanie:

- R=prenosová rýchlosť (b/s)
- (upload speed – rýchlosť odosielania)
- L=dĺžka paketu (bity)
- čas na odoslanie = L/R

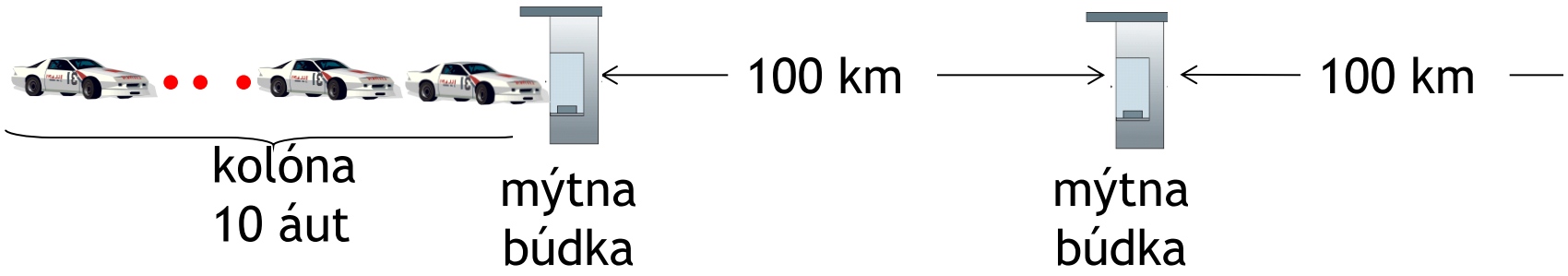
4. prenos:

- d = vzdialenosť k ďalšiemu uzlu
- s = rýchlosť signálu (~$2x10^8$ m/s)
- Prenosové zdržanie = d/s



poznámka: s a R sú *veľmi* odlišné veci!

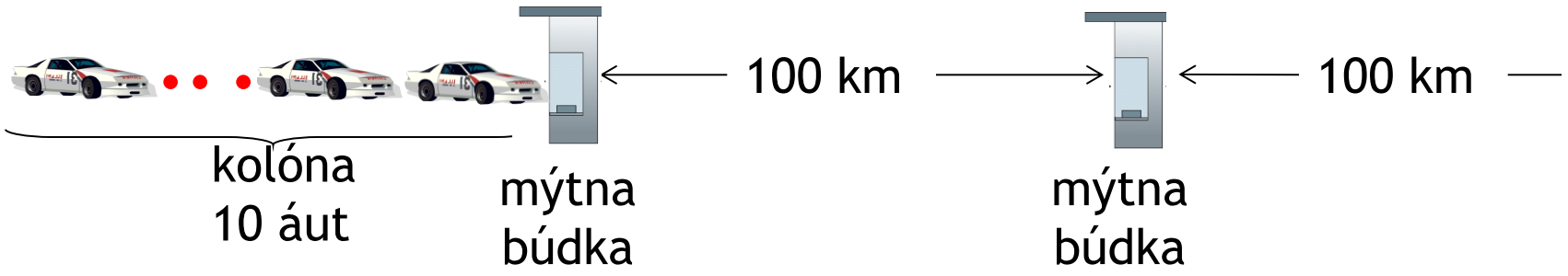
Analógia kolóny áut na diaľnici



- autá sa "prenášajú" rýchlosťou 100 km/h
- mýtna búdka potrebuje 12 s na vybavenie auta (čas odosielania)
- auto~bit; kolóna ~ paket
- Koľko potrvá, než bude kolóna pred ďalšou mýtnou búdkou?

- Čas na odoslanie kolóny z mýtnej búdky na diaľnicu = 12*10 = 120 s
- Čas na dopravenie posledného auta k ďalšej mýtnej búdke: 100km/(100km/h)= 1 h
- Odpoveď: 62 minút

Kolóna áut na diaľnici (iné čísla)



- Autá sa "prenášajú" rýchlosťou 1000 km/h
- Mýtna búdka potrebuje 1 minútu na 1 auto
- Príde nejaké auto k ďalšej búdke, skôr ako z prvej odíde celá kolóna?

- Áno! Po 7 min je 1.auto pri druhej búdke a 3 autá sú stále pri prvej.
- Prvý bit paketu môže doraziť k druhému smerovaču skôr, ako prvý smerovač odoslal celý paket!

Celkové zdržanie

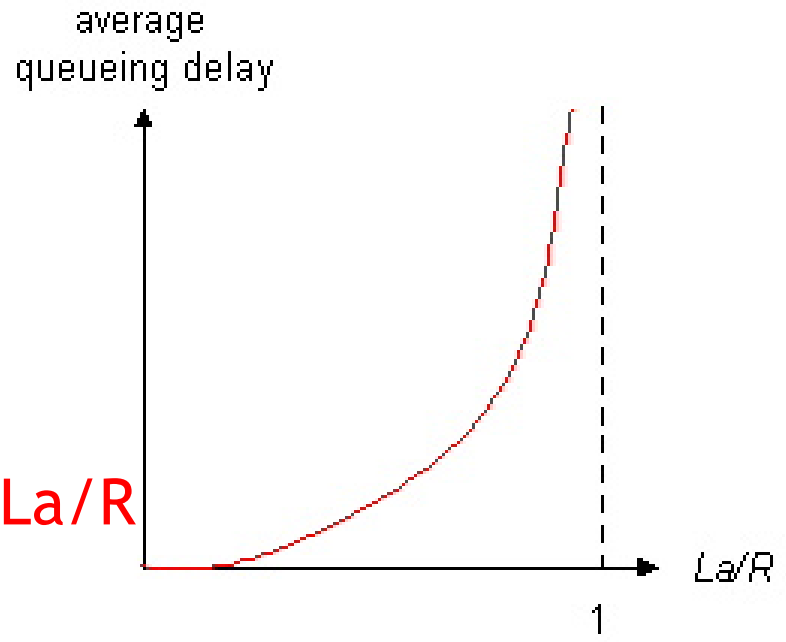
$$d_{celkové} = d_{sprac} + d_{v\,rade} + d_{odosl} + d_{prenos}$$

- d_{sprac} = zdržanie spracovaním
  - obyčajne zopár mikrosekúnd alebo aj menej
- $d_{v\ rade}$ = zdržanie čakaním v rade
  - záleží od zahltenia
- d_{odosl} = zdržanie odosielaním
  - = L/R, výrazné pre pomalé spojenia
- d_{prenos} = zdržanie prenosom
  - Od pár mikrosekúnd do stovák milisekúnd

Ešte raz čakanie v rade

- R=prenosová rýchlosť (b/s)
- L=dĺžka paketu (bity)
- a=počet paketov prichádzajúcich za sekundu

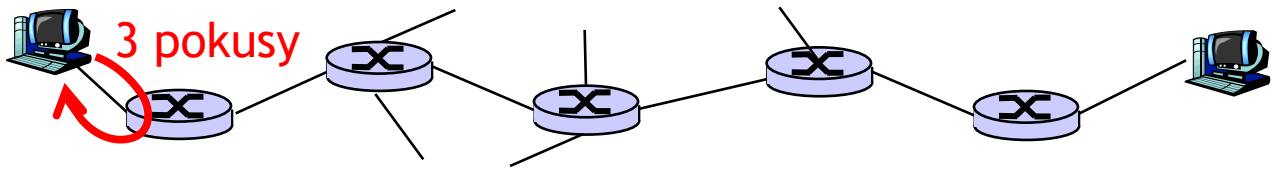
Intenzita prevádzky = La/R



- La/R ~ 0: v priemere sa veľa nečaká
- La/R -> 1: zdržanie čakaním v rade narastá
- La/R > 1: dáta prichádzajú rýchlejšie ako stíhajú odchádzať, priemerné čakanie v rade je nekonečné!

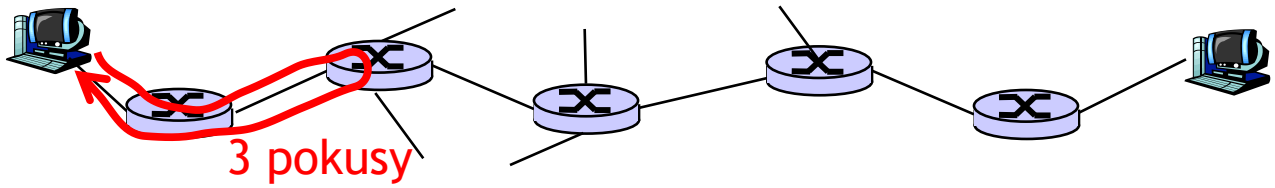
“Reálne” zdržania a cesty

- Ako je to so zdržaním a stratou v “reálnom” internete?
- **Program traceroute:** poskytuje odmeranie zdržaní od zdroja pozdĺž celej cesty k cieľu. Pre každé *i*:
  - pošle 3 pakety, ktoré dôjdu k *i*-temu smerovaču (routru) na ceste k cieľu
  - router *i* odpovie iným paketom odosielateľovi
  - odosielateľ odmeria čas medzi odoslaním a prijatím



“Reálne” zdržania a cesty

- Ako je to so zdržaním a stratou v “reálnom” internete?
- **Program traceroute:** poskytuje odmeranie zdržaní od zdroja pozdĺž celej cesty k cieľu. Pre každé *i*:
  - pošle 3 pakety, ktoré dôjdu k *i*-temu smerovaču (routru) na ceste k cieľu
  - router *i* odpovie iným paketom odosielateľovi
  - odosielateľ odmeria čas medzi odoslaním a prijatím



“Reálne” zdržania a cesty

traceroute: gaia.cs.umass.edu to www.eurecom.fr

Tri merania zdržania z
gaia.cs.umass.edu to cs-gw.cs.umass.edu

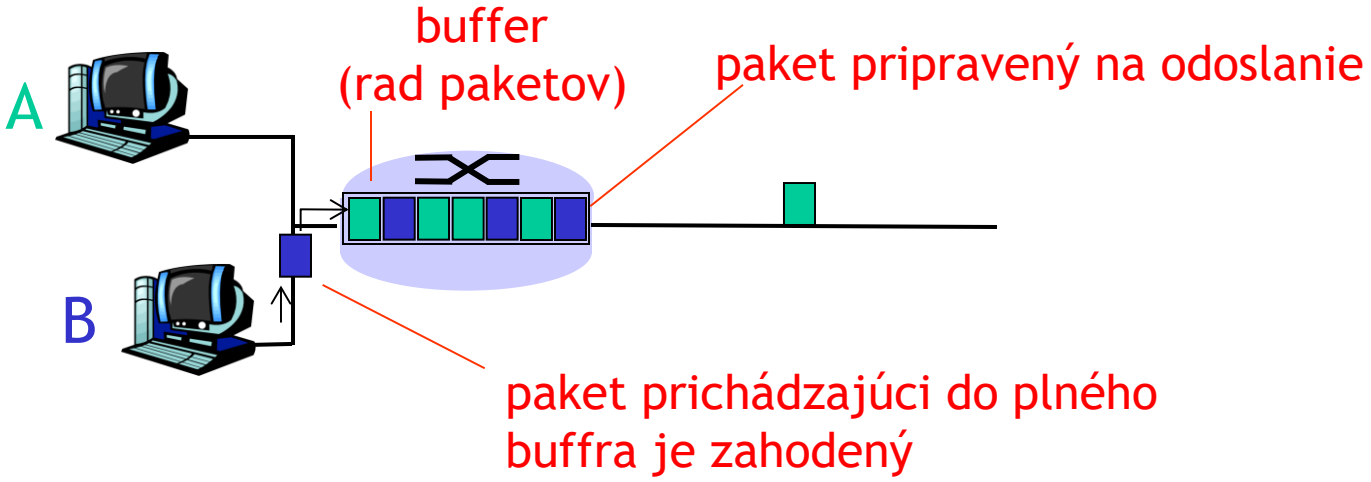
```
1  cs-gw (128.119.240.254)  1 ms  1 ms  2 ms
2  border1-rt-fa5-1-0.gw.umass.edu (128.119.3.145)  1 ms  1 ms  2 ms
3  cht-vbns.gw.umass.edu (128.119.3.130)  6 ms 5 ms 5 ms
4  jn1-at1-0-0-19.wor.vbns.net (204.147.132.129)  16 ms 11 ms 13 ms
5  jn1-so7-0-0-0.wae.vbns.net (204.147.136.136)  21 ms 18 ms 18 ms
6  abilene-vbns.abilene.ucaid.edu (198.32.11.9)  22 ms  18 ms  22 ms
7  nycm-wash.abilene.ucaid.edu (198.32.8.46)  22 ms  22 ms  22 ms
8  62.40.103.253 (62.40.103.253)  104 ms 109 ms 106 ms
9  de2-1.de1.de.geant.net (62.40.96.129)  109 ms 102 ms 104 ms
10  de.fr1.fr.geant.net (62.40.96.50)  113 ms 121 ms 114 ms
11  renater-gw.fr1.fr.geant.net (62.40.103.54)  112 ms  114 ms  112 ms
12  nio-n2.cssi.renater.fr (193.51.206.13)  111 ms  114 ms  116 ms
13  nice.cssi.renater.fr (195.220.98.102)  123 ms  125 ms  124 ms
14  r3t2-nice.cssi.renater.fr (195.220.98.110)  126 ms  126 ms  124 ms
15  eurecom-valbonne.r3t2.ft.net (193.48.50.54)  135 ms  128 ms  133 ms
16  194.214.211.25 (194.214.211.25)  126 ms  128 ms  126 ms
17  * * *
18  * * *
19  fantasia.eurecom.fr (193.55.113.142)  132 ms  128 ms  136 ms
```

Cez oceán

* znamená bez odpovede (paket sa stratil, smerovač neodpovedá)

Strata paketov

- rad (v bufferi) pre dané spojenie má konečnú veľkosť
- ak sa paket má zaradiť do plného radu, je zahodený (teda stratený)
- stratený paket môže byť znova odoslaný predchádzajúcim uzlom alebo odosielajúcim koncovým zariadením, ale aj nemusí



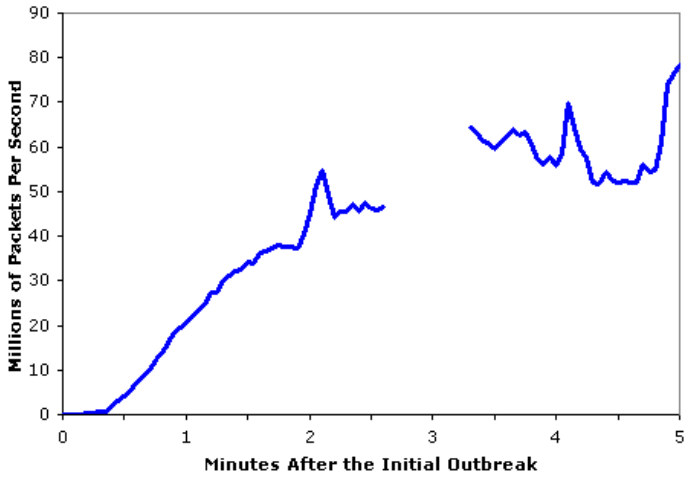
Počítačová bezpečnosť

- Útoky na infraštruktúru Internetu:
  - nakazenie/zaútočenie na koncové zariadenia: vírusy, trójske kone, červy, neautorizovaný prístup (napríklad na kradnutie dát, používateľských účtov)
  - denial of service: zabránenie prístupu k zdrojom (serverom, obsadenie celej šírky pásma spojenia)
- Internet nebol pôvodne navrhnutý s (veľkým) dôrazom na bezpečnosť
  - *pôvodná predstava*: "skupina navzájom si dôverujúcich používateľov cez transparentnú sieť" ☺

Malware (spôsoby šírenia)

- Trójsky kôň:
  - spustenie škodlivého kódu v rámci aplikácie, čo robí niečo iné
- Vírus:
  - nakazenie prijatím a „otvorením“ objektu (napr., príloha e-mailu), aktívne spustenie
  - samorozmnožovanie: skopírovanie do iných programov, preposlanie ďalším zariadeniam, používateľom
- Červ:
  - nakazenie pasívnym prijatím objektu, ktorý sa sám spustí
  - typicky cez neaktualizovaný sieťový program, alebo zero-day zraniteľnosti
  - samorozmnožovanie: preposlanie ďalším zariadeniam

Sapphire Worm: aggregate scans/sec
in first 5 minutes of outbreak (CAIDA, UWisc data)



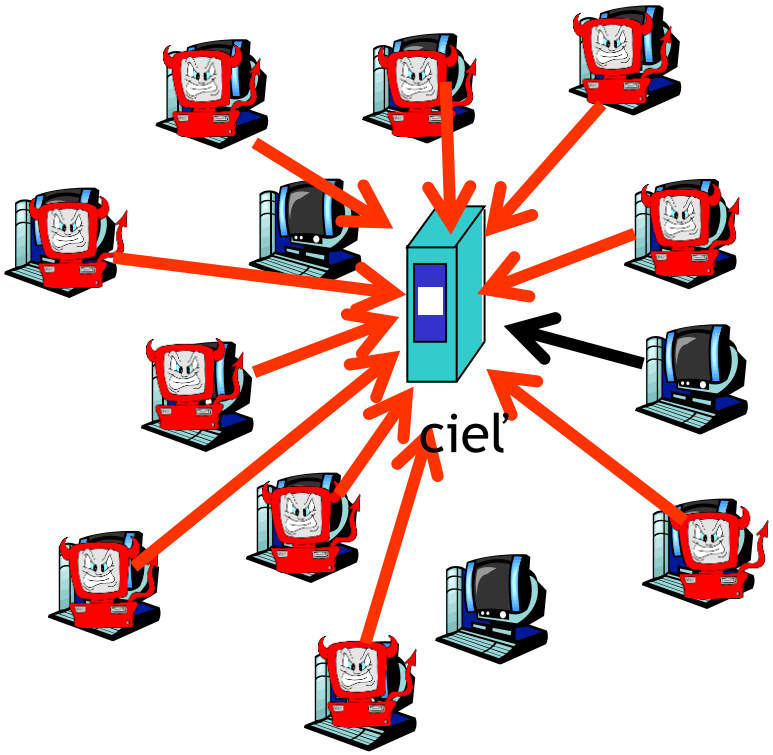
Malware

- Rôzny škodlivý kód:
  - backdoor
  - botnet client
  - keylogger
  - coin miner
  - spyware
  - ransomware
  - adware
  - scareware
    - Má za úlohu vystrašiť a ponúka kúpu antivírusu
  - ...
- Rôzne spôsoby schovávania:
  - rootkit
    - môže meniť systémové funkcionality na nízkej úrovni
    - obvykle odhaliteľný iba z iného operačného systému
  - fileless malware
    - nachádza sa iba v RAMke

Denial of Service útoky

- Útočníci ochromia sieťový zdroj (server, šírku pásma) obsadením všetkej komunikácie iba svojimi paketmi

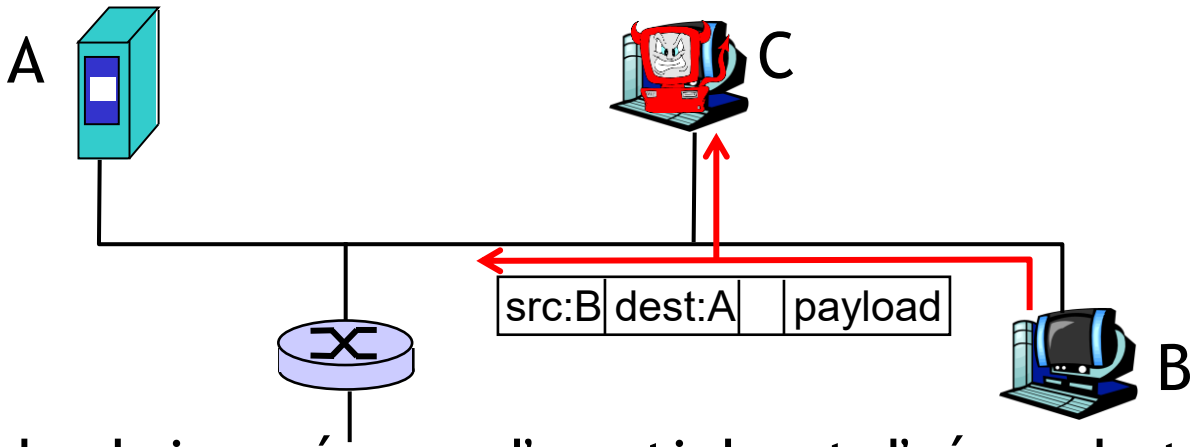
1) vybrať cieľ
2) napadnúť zariadenia v blízkej sieti (pozri malware) – tzv. Botnet
3) posielať pakety smerom k cieľu z napadnutých zariadení



Sniffovanie, zmena a mazanie paketov

Sniffovanie:

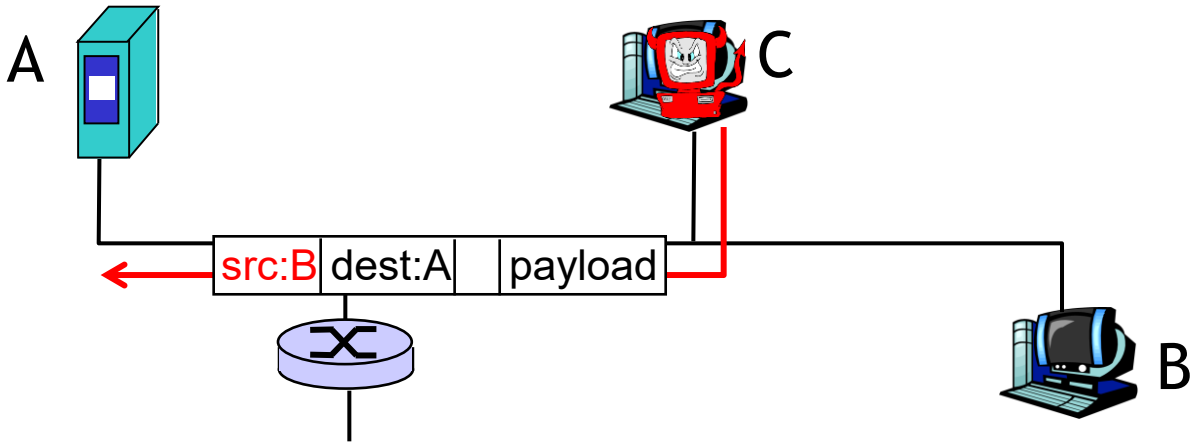
- broadcastové médiá (zdieľaný ethernet, wireless)
- "promiskuitné" sieťové rozhranie číta a zaznamenáva všetky pakety (napr. tie obsahujúce heslá!) ktoré vidí, aj keď nepatria jemu



- Wireshark je známy voľne stiahnuteľný packet-sniffer
- SW na modifikáciu, mazanie sa tiež dajú ľahko zohnať

Vydávanie sa za niekoho iného

- *IP spoofing:* poslanie paketu s falošnou zdrojovou adresou



Viac o sieťovej bezpečnosti

- Sem tam počas tohto predmetu
- UIB1 - Úvod do informačnej bezpečnosti

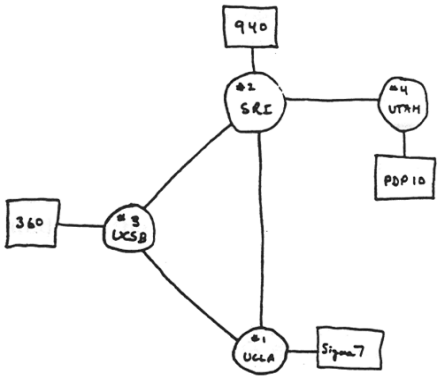
- Magisterský stupeň:
- BPS - Bezpečnosť počítačových sietí
- AOS - Administrácia operačných systémov

História internetu

1961-1972: Prvé princípy paketmi riadených sietí

- 1961: Kleinrock – teória radov ukazuje efektivitu riadenia paketmi
- 1964: Baran – riadenie paketmi vo vojenských sieťach
- 1967: ARPAnet podľa Advanced Research Projects Agency
- 1969: prevádzka prvého uzla ARPAnetu

- 1972:
  - Verejná ukážka ARPAnetu
  - NCP (Network Control Protocol) prvý protokol medzi zariadeniami
  - prvý e-mailový program
  - ARPAnet má 15 uzlov



THE ARPA NETWORK

História internetu

1972-1980: spájanie sietí, nové typy sietí

- 1970: ALOHAnet - satelitná sieť na Havaji
- 1974: Cerf a Kahn - architektúra na prepájanie sietí
- 1976: Ethernet na Xerox PARC
- koniec 70.r: proprietárne architektúry: DECnet, SNA, XNA
- koniec 70.r.: prepájanie paketov pevnej dĺžky (predchodca ATM)
- 1979: ARPAnet má 200 uzlov

Cerfove a Kahnove princípy spájania sietí:

- minimalizácia, autonómnosť – žiadne vnútorné zmeny vo vnútri sietí
- model služieb “best effort”
- bezstavové routre
- decentralizované riadenie

definovali tak architektúru dnešného Internetu

História internetu

1980-1990: nové protokoly, rozširovanie sietí

- 1982: SMTP e-mailový protokol
- 1983: rozšírenie TCP/IP
- 1983: definovanie DNS na preklad mien na IP adresy
- 1985: definovaný FTP protokol
- 1988: kontrola zahltenia v TCP protokole

- nové národné siete: Csnet, BITnet, NSFnet, Minitel
- 100,000 pripojených staníc do spojených sietí

História internetu

1990, 2000's: komercionalizácia, Web, nové aplikácie

- Začiatkom 90.r.: ARPAnet odpojený od internetu
- 1991: NSF zaviedol obmedzenie na komerčné využitie ich chrbticovej siete (odpojený v r. 1995)
- začiatok 90.r: Web
  - hypertext [Bush 1945, Nelson 1960's]
  - HTML, HTTP: Berners-Lee
  - 1994: Mosaic, neskôr Netscape
  - koniec 90.r.: komercionalizácia Webu

kon. 90.r. – zač. 00.r.:

- vznik: instant messagingu, P2P siete na zdieľanie súborov
- počítačová bezpečnosť začína byť dôležitá
- cca. 50 miliónov staníc, > 100 miliónov používateľov
- Chrbticové siete majú rýchlosť až Gb/s

História internetu

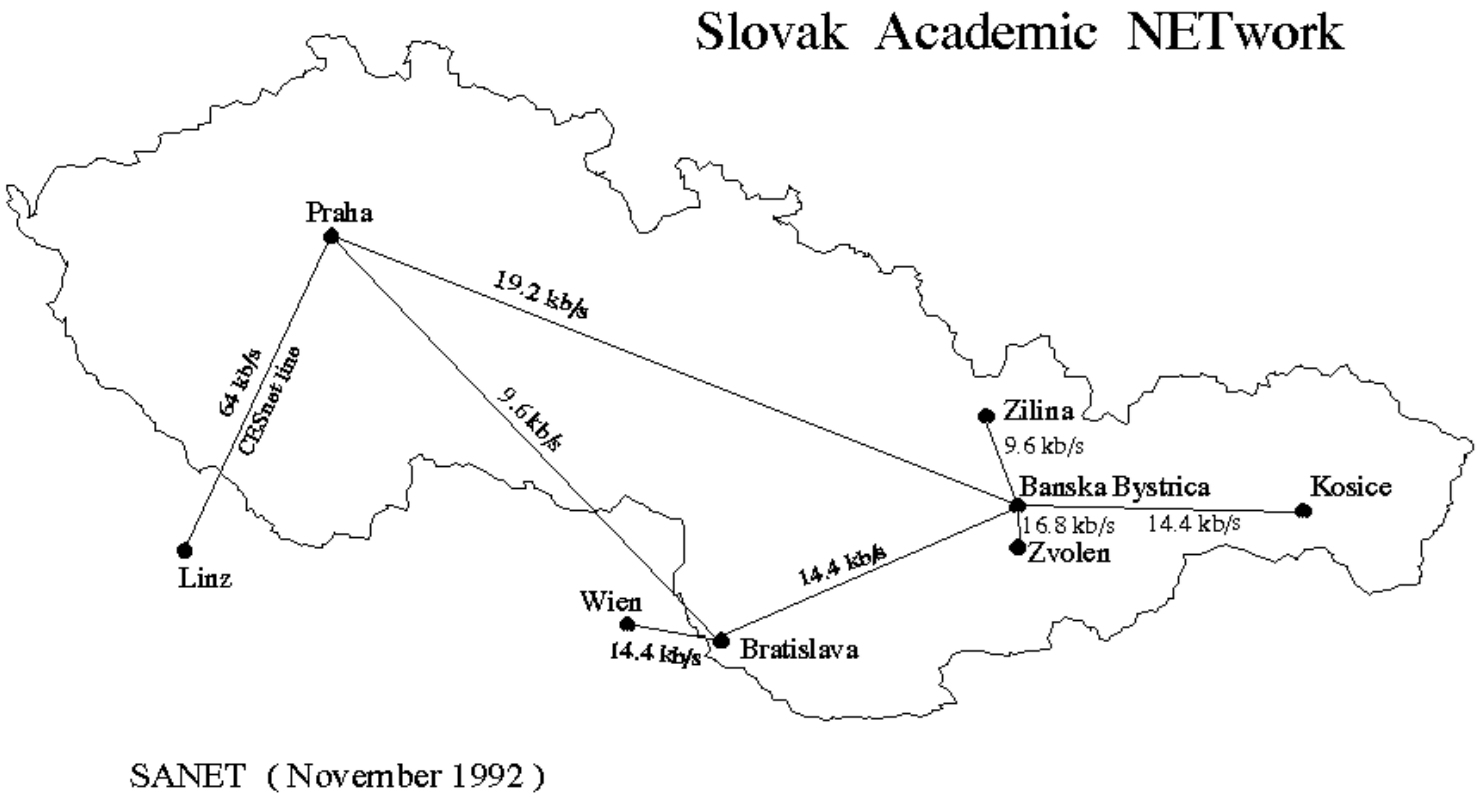
2000 - 2010:

- ~500 miliónov staníc
- Zvuk a obraz cez IP
- Fulltextové vyhľadávanie: AltaVista, Google, Yahoo!
- P2P aplikácie: BitTorrent, Skype
- ďalšie aplikácie: YouTube, hry
- wireless, mobilita

2015:

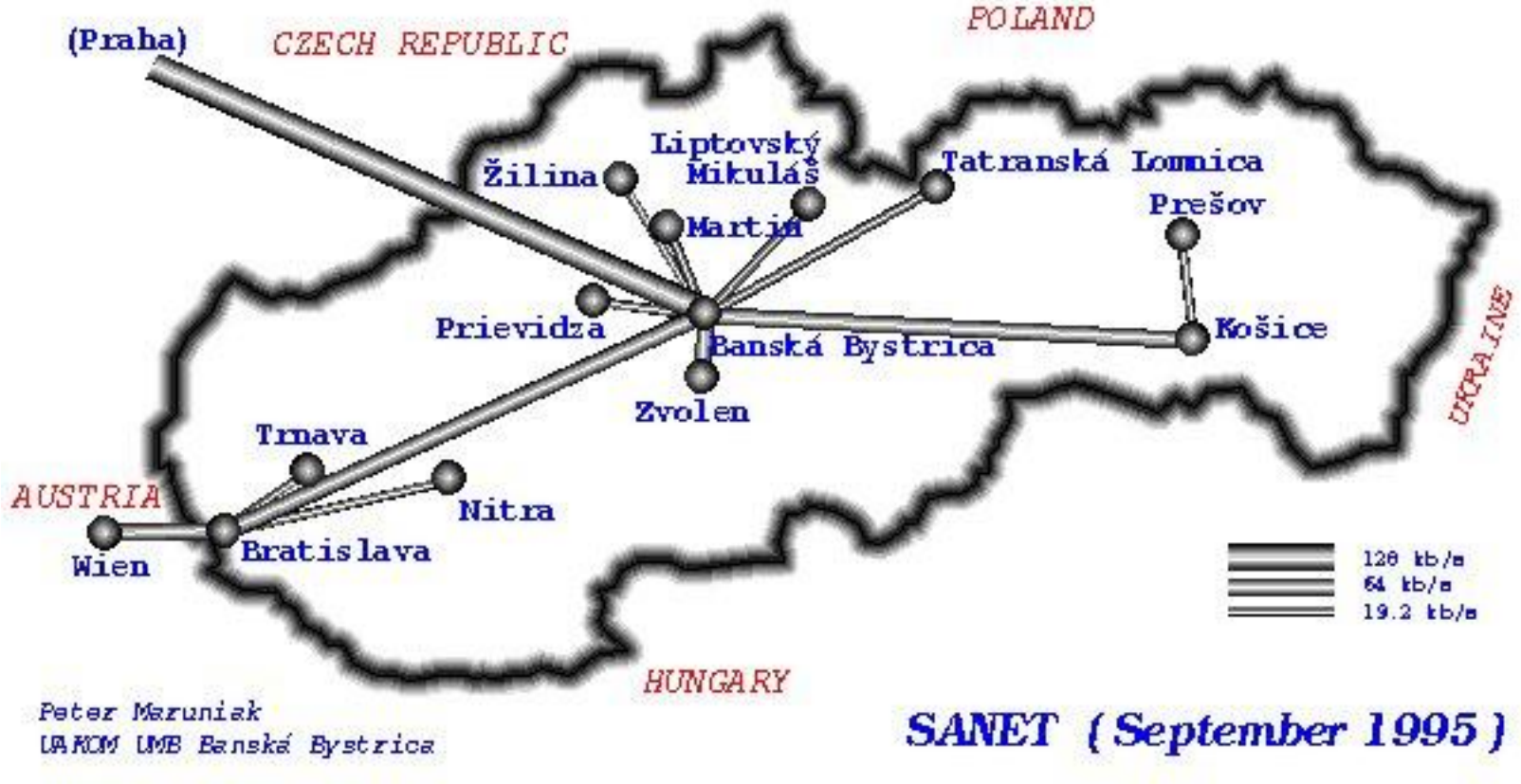
- ~15 miliárd zariadení väčšina z nich pripojená bezdrôtovo
- Odhad do 2020: 30 - 50 miliárd
- netbooky, tablety s úložiskami na sieti
- bežne OS v mobiloch
- cloud computing
- začiatok konca IPv4

Pohľad do minulosti: SANET 1992



SANET (November 1992)

SANET 1995


(Praha)
CZECH REPUBLIC
POLAND
Liptovský Mikuláš
Žilina
Martin
Tatranská Lomnica
Prešov
Prievidza
Banská Bystrica
Košice
Zvolen
UKRAJINE
Trnava
AUSTRIA
Nitra
Wien
Bratislava
128 kb/s
64 kb/s
19.2 kb/s
HUNGARY
Peter Maruniak
UAKOM UMB Banská Bystrica
SANET (September 1995)

SANET 2001


Slovenská akademická dátová sieť – SANET
(január 2001)
POĽSKO
ČESKÁ REPUBLIKA
RAKÚSKO
MAĎARSKO
UKRAJINA
Žilina
Ružomberok
T. Lomnica
Martin
L. Mikuláš
Prešov
Michalovce
Prievidza
Podbrezová
B. Bystrica
Zvolen
Košice
Piešťany
Trenčín
Trnava
Nitra
Bratislava
EBONE
Bratislava
40 Mb
SANET
100 Mb
Bratislava
SIX
4 Mbps
2 Mbps
384 kbps
512 kbps
256 kbps
192 kbps
128 kbps
64 kbps
Tibor Weis


SANET - Slovenská akademická dátová sieť
(November 2025)
sanet.
Slovenská akademická sieť
ČESKÁ REPUBLIKA
POĽSKO
UKRAJINA
RAKÚSKO
MAĎARSKO
BIELSKO-BIALA
PIONIER 10 Gb/s
BRNO
CESNET 100 Gb/s
NIX 100 Gb/s
VIEDEŇ
ACONET 100 Gb/s
VIX 100 Gb/s
SIX 200 Gb/s
GEANT 500 Gb/s
SWAN 100 Gb/s
KYSUCKÉ NOVÉ MESTO
ŽILINA
PÚCHOV
MARTIN
RUŽOMBEROK
LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ
LIPTOVSKÝ HRÁDOK
TATRANSKÁ LOMNICA
POPRAD
STARÁ ĽUBOVŇA
BARDEJOV
SVIDNÍK
STROPKOV
SABINOV
PREŠOV
LEVOČA
SPIŠSKÁ NOVÁ VES
HUMENNÉ
VRANOV N. TOPĽOU
STRÁŽSKE
MICHALOVCE
SOBRANCE
TREBIŠOV
KOŠICE
REVÚCA
ROŽŇAVA
TRENČÍN
SKALICA
NOVÉ MESTO NAD VÁHOM
PRIEVIDZA
BANSKÁ BYSTRICA
SENICA
PIEŠŤANY
ZVOLEN
TOPOĽČANY
MALACKY
TRNAVA
NITRA
LUČENEC
SENEC
GALANTA
BRATISLAVA
LEVICE
DUNAJSKÁ STREDA
NOVÉ ZÁMKY
HURBANOVO
KOMÁRNO
400 Gb/s
100 Gb/s
10 Gb/s
1 Gb/s
100G PoP
10G PoP

Zhrnutie

- čo je Internet
- čo je protokol
- vrstvy protokolov
- okraj siete, jadro siete, pripojenie k sieti
  - riadenie paketmi vs. prepínanie okruhov
  - štruktúra Internetu
- výkon: strata a zdržanie paketov, priepustnosť
- bezpečnosť
- história internetu

Teraz viete/máte:

- čo všetko tvorí počítačové siete
- motiváciu na hlbšie pochopenie, ktoré nasleduje na ďalších prednáškach.

Ďakujem za pozornosť

Modifikované slajdy z knihy:

Computer Networking: A Top Down Approach ,
4th edition.
Jim Kurose, Keith Ross
Addison-Wesley, July 2007.