

KOMUNIKAČNÉ A INFORMAČNÉ SIETE

PREPÁJANIE NA VRSTVÁCH

Ing. Michal Halás, PhD.

halas@kti.elf.stuba.sk, B-514 , <http://www.kti.elf.stuba.sk/~halas>

OBSAH

- medzisieťová komunikácia
- prepájanie sietí, fragmentácia
- prepájanie na 1. vrstve – HUB
- prepájanie na 2. vrstve – SWITCH
- prepájanie na 3. vrstve – ROUTER
- smerovacia tabuľka a smerovacie protokoly

Medzisieťová komunikácia

3

- existuje viacero nezávislých sietí,
- každá pracuje s inými technológiami,
- neexistuje medzi nimi jedna „najvhodnejšia prepájacia stratégia“,
- existencia prepojenia viacerých sietí musí byť užívateľovi transparentná,
- globálna sieť vzájomne prepojených sietí, musí poskytovať sieťové služby ako jednotná sieť.

Základné pojmy

4

- internetworking
 - základný mechanizmus spolupráce dvoch a viacerých podsietí/sietí, za účelom poskytnutia požadovaných služieb,
 - je to primárny mechanizmus počítačovej komunikácie.
- smerovacia tabuľka
 - uchováva adresnú informáciu, podľa ktorej sú prichádzajúce pakety smerované,
 - cieľ – ďalší uzol – metrika.

Základné pojmy

5

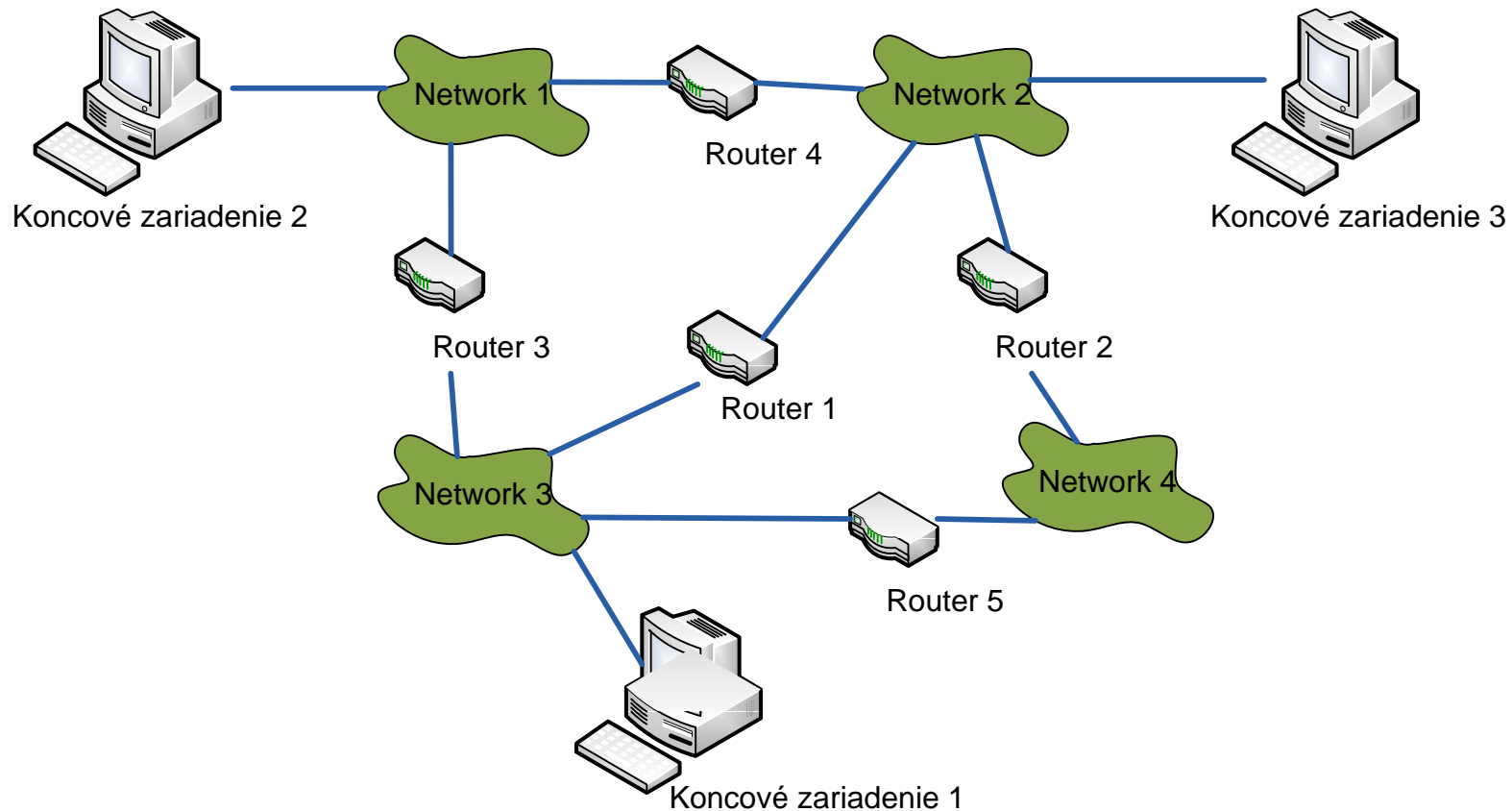
- smerovací algoritmus
 - mechanizmus sieťovej vrstvy zodpovedný za rozhodnutia, ktorou výstupnou linkou budú odosielané prichádzajúce pakety.

- preposielanie – forwarding
 - mechanizmus spracovania prijatého paketu a jeho následné vyslanie na výstupnú linku, podľa informácií v smerovacej tabuľke.

Medzisieťová komunikácia

6

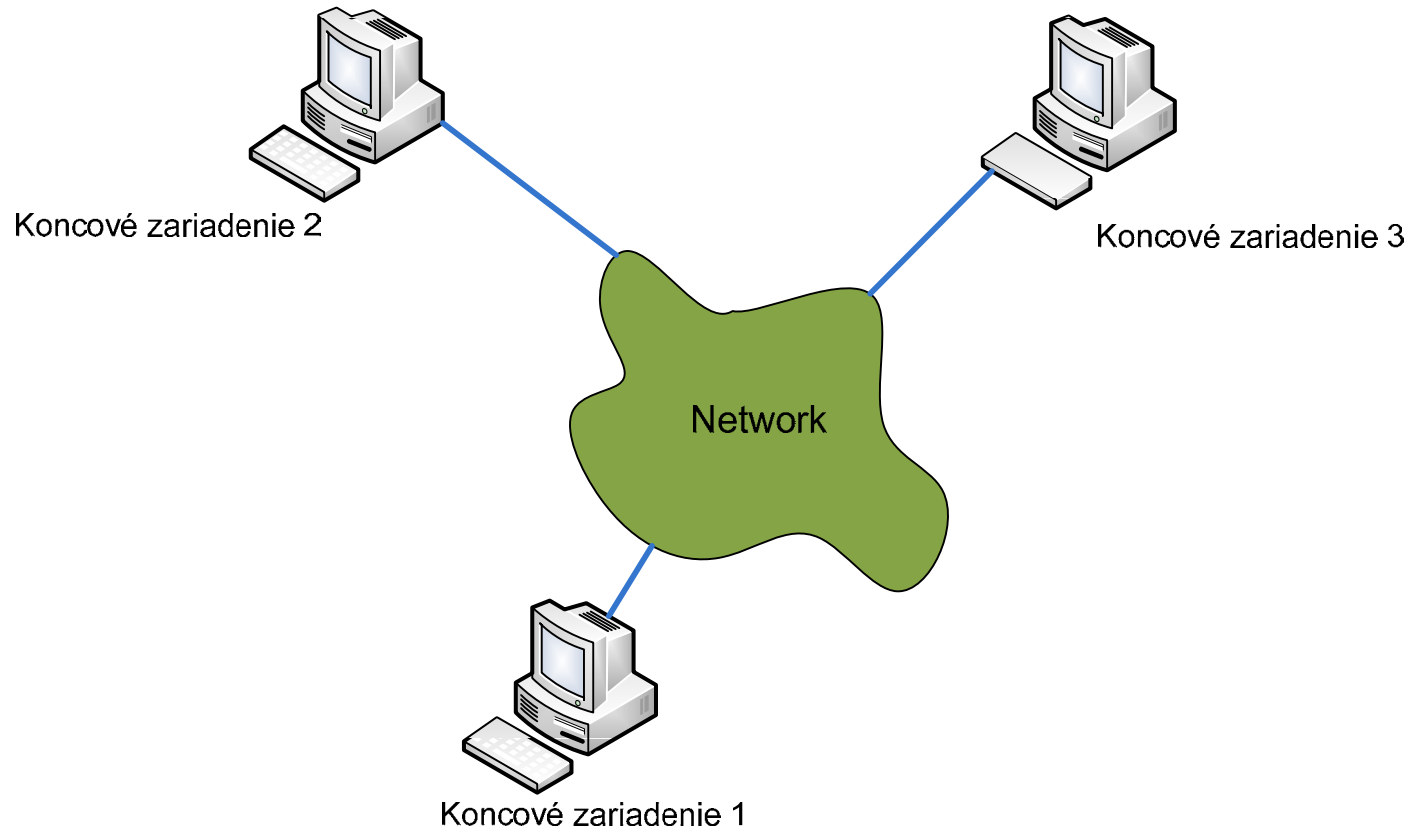
- internetwork alebo internet fyzicky



Medzisieťová komunikácia

7

- internetwork alebo internet logicky



Medzisieťová komunikácia

8

- Prepájacie zariadenia
 - dvojportové ↔ viacportové
 - lokálne ↔ vzdialené
- 1. vrstva – opakovač (repeater)
- 2. vrstva – most (bridge), prepínač (switch)
- 3. vrstva – smerovač (router)
- 4. vrstva – transportný prepájač (transport gateway)
- vyššie vrstvy – aplikačný prepájač (application gateway)

Prepájanie sietí

9

- Hlavné požiadavky
 - prepojenie medzi podsietami,
 - doručenie dátových jednotiek medzi ktorýmikoľvek komunikujúcimi zariadeniami v podsietach,
 - smerovanie,
 - správa podsietí,
 - prispôsobenie rozdielov medzi jednotlivými podsietami.

Prepájanie sietí

10

- Rozdiely v podsietách
 - rozdiely môžu byť na každej vrstve OSI modelu,
 - napríklad:
 - sieťové služby,
 - spojovo / nespojovo orientované,
 - adresovacia schéma,
 - typ / formát adresy,
 - riadenie toku dát a zahltenia.

Prepájanie sietí

11

- Rozdiely v podsietách:
 - ▣ rôzne riadiace schémy,
 - ▣ komunikačné protokoly,
 - ▣ spracovanie chýb,
 - ▣ smerovanie a smerovacie stratégie,
 - ▣ kvalita poskytovaných služieb QoS,
 - ▣ bezpečnosť.

Prepájanie sietí

12

- Rozdiely v podsietach:
 - maximálna veľkosť paketu – MPS (Maximum Packet Size),
 - väčšie MPS,
 - väčšie prenosové oneskorenie paketu
 - menšie MPS,
 - potrebná menšia veľkosť vyrovnávacích pamätí,
 - väčšia réžia spracovania paketu,
 - každá podsieť môže mať rôzne MPS/MTU – je potrebné fragmentovať prenášané pakety.

Fragmentácia/defragmentácia

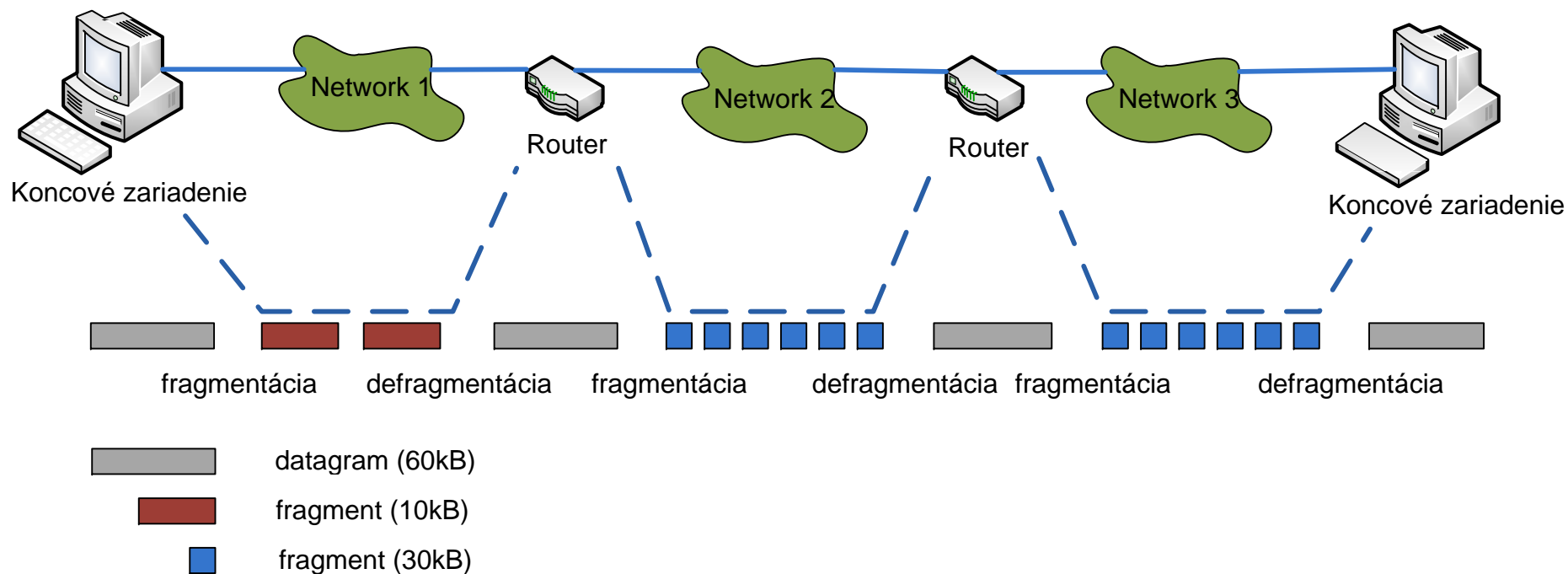
13

- Fragmentácia (fragmentation)
 - na vstupe do siete /podsiete je paket rozdelený na menšie datagramy – fragmenty.
- Defragmentácia (reassembly)
 - na výstupe zo siete /podsiete sú fragmenty pospájané do pôvodného datagramu (paketu).
- Fragmentácia rieši problém prepojenia viacerých podsietí, ktoré majú rôzne hodnoty MTU.
- Datagram nemôže byť väčší ako MTU siete, do ktorej je vyslaný.

Fragmentácia/defragmentácia

14

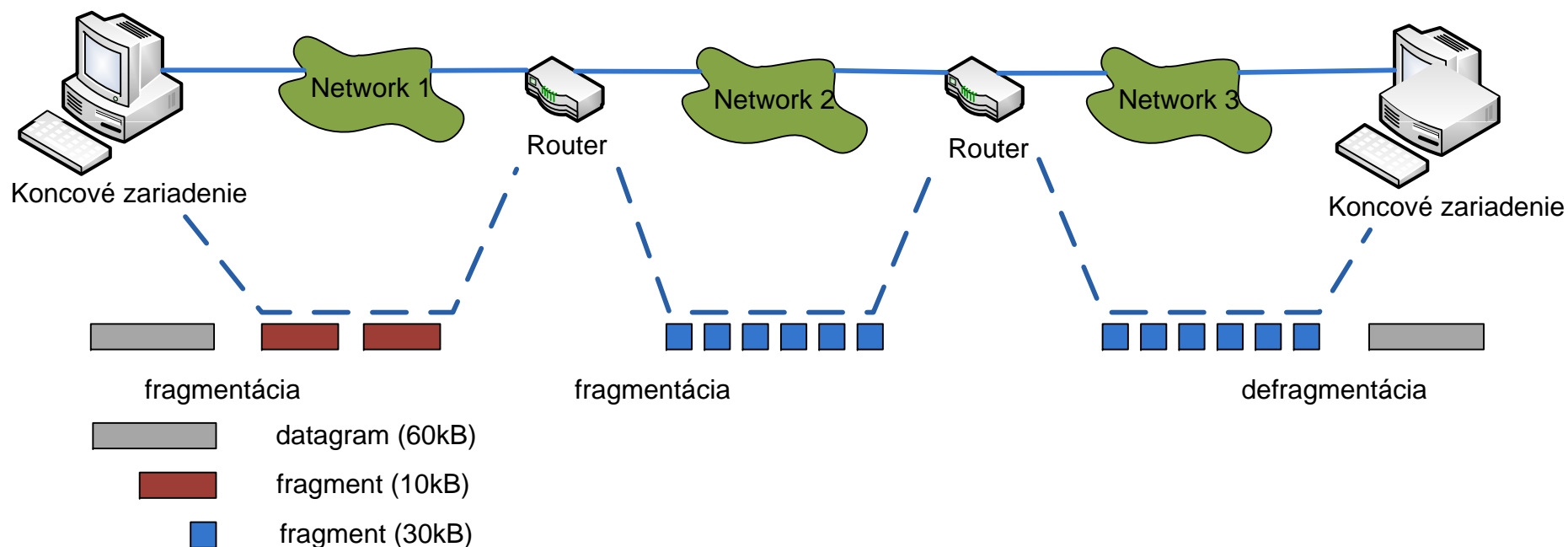
- Transparentná fragmentácia (intranet fragmentácia)
 - ▣ vykonávaná na báze siete.



Fragmentácia/defragmentácia

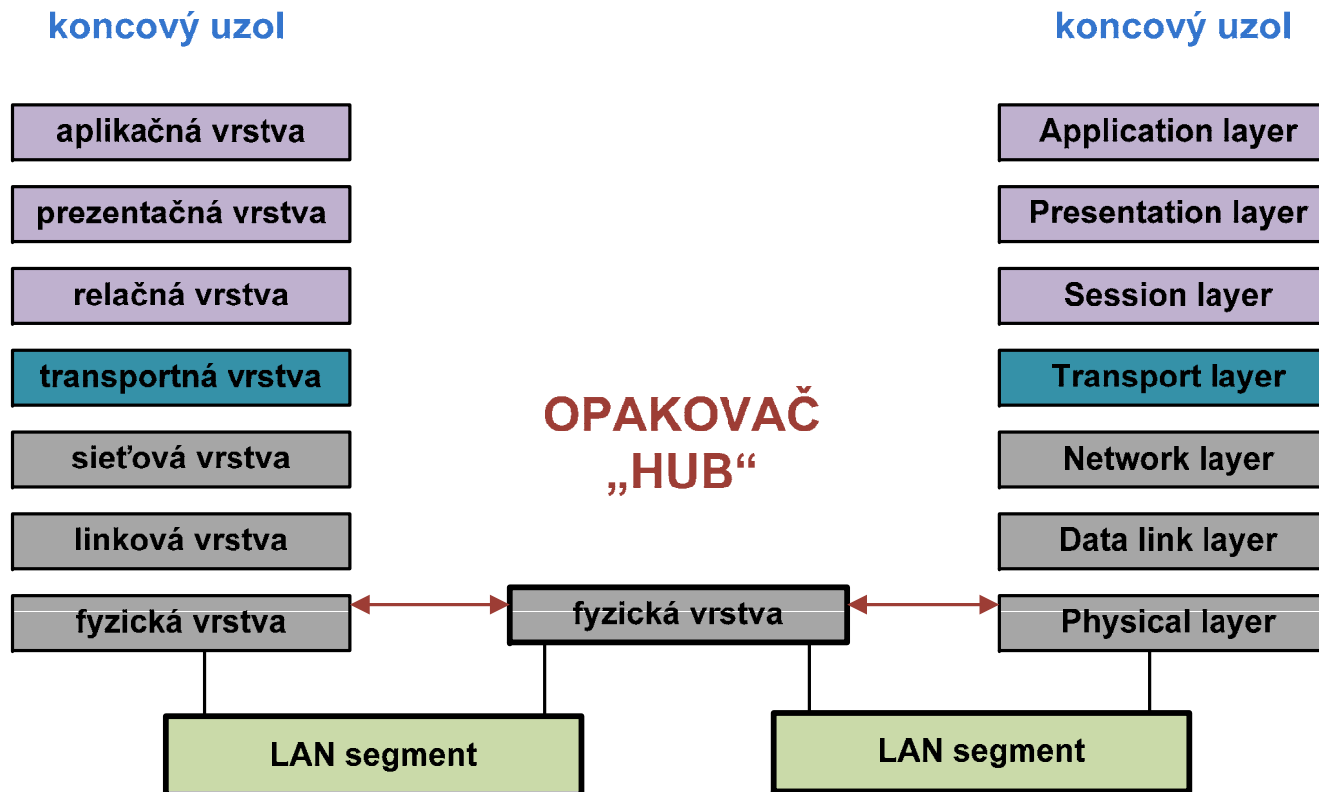
15

- Netransparentná fragmentácia (internet fragmentácia)
 - ▣ vykonávaná na koncových bodoch, môže byť využitá spoločne s transparentnou fragmentáciou.



Prepájanie na 1. vrstve OSI

16



Prepájanie na 1. vrstve OSI

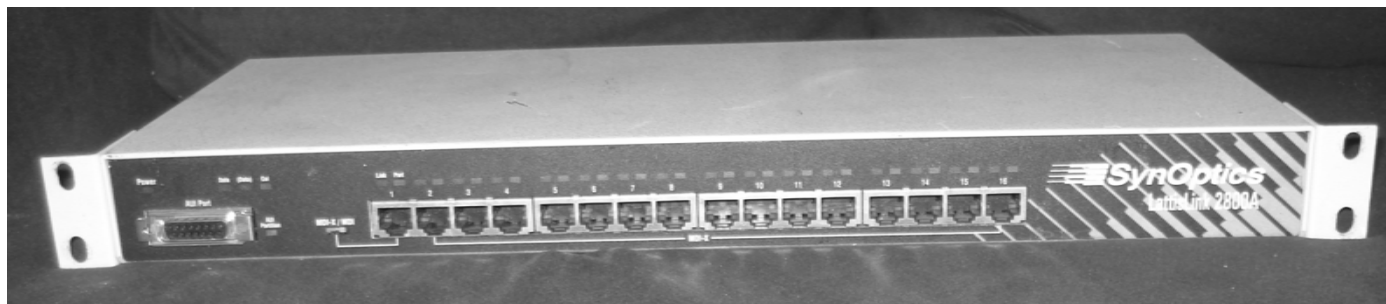
17

- prepájanie vykonávajú **opakovače**,
 - ▣ **rozbočovač - HUB** – označenie v lokálnych sieťach Ethernet,
 - ▣ **koncentrátor** – v sieťach Token Ring,
 - ▣ **distribútor** – v Gigabit Ethernet (najčastejšie optický),
- regenerujú signál, navykonávajú kontrolu chýb, nerobia žiadnu analýzu prichádzajúcich dát,
- slúžia na rozšírenie LAN segmentov,
- všetky prepojené zariadenia tvoria jednu kolíznu doménu, broadcastová doména zostáva zachovaná,
- sú nezávislé na použitej sieťovej architektúre.

Prepájanie na 1. vrstve OSI

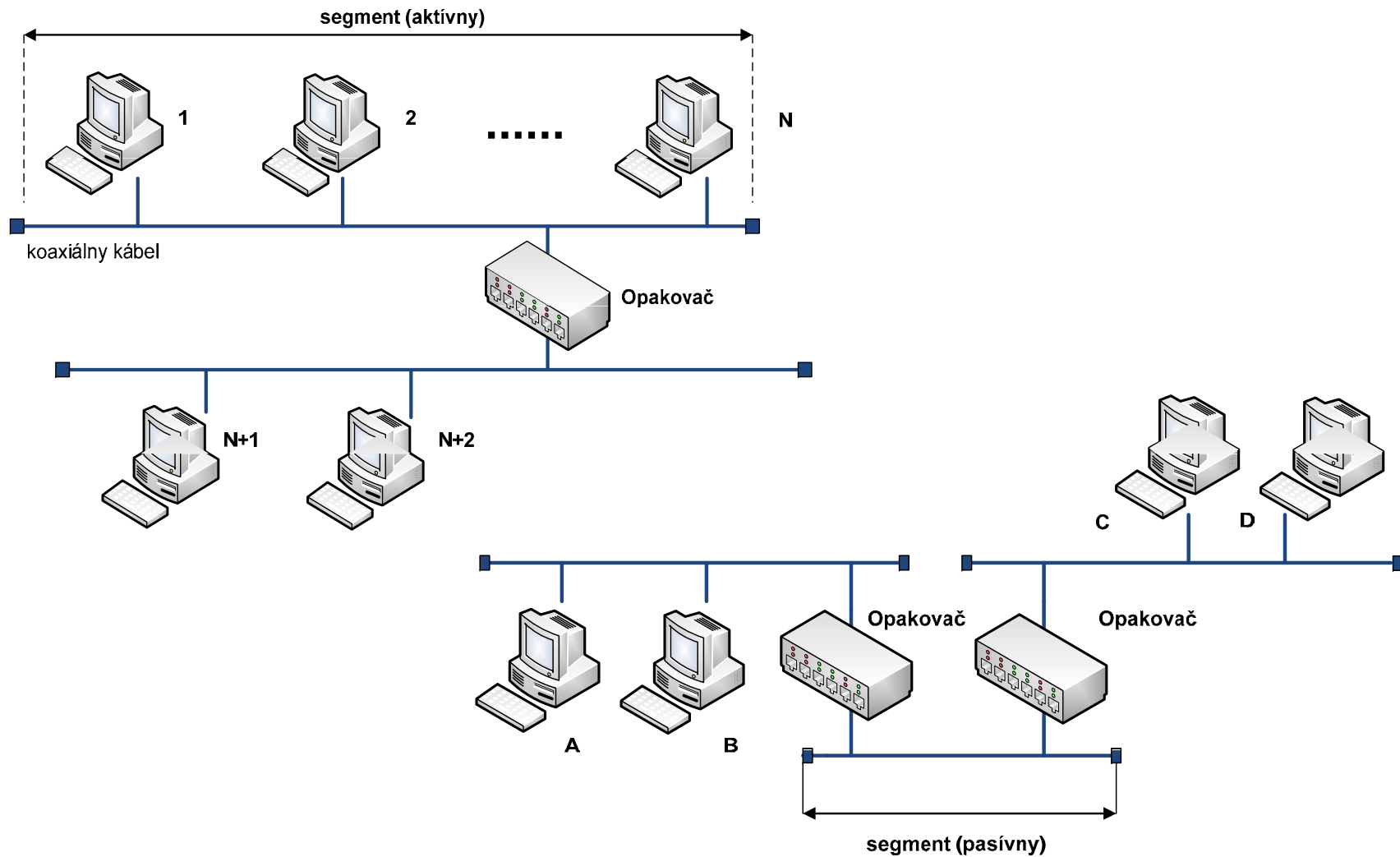
18

- HUB:
 - ▣ celková šírka komunikačného pásma 100 Mbps,
 - ▣ každý užívateľ zdieľa spoločné prenosové pásmo, má k dispozícii $100 \text{ Mbps} / n$, kde n je počet pripojených zariadení,
 - ▣ preposiela všetky prijaté datagramy na všetky svoje porty.



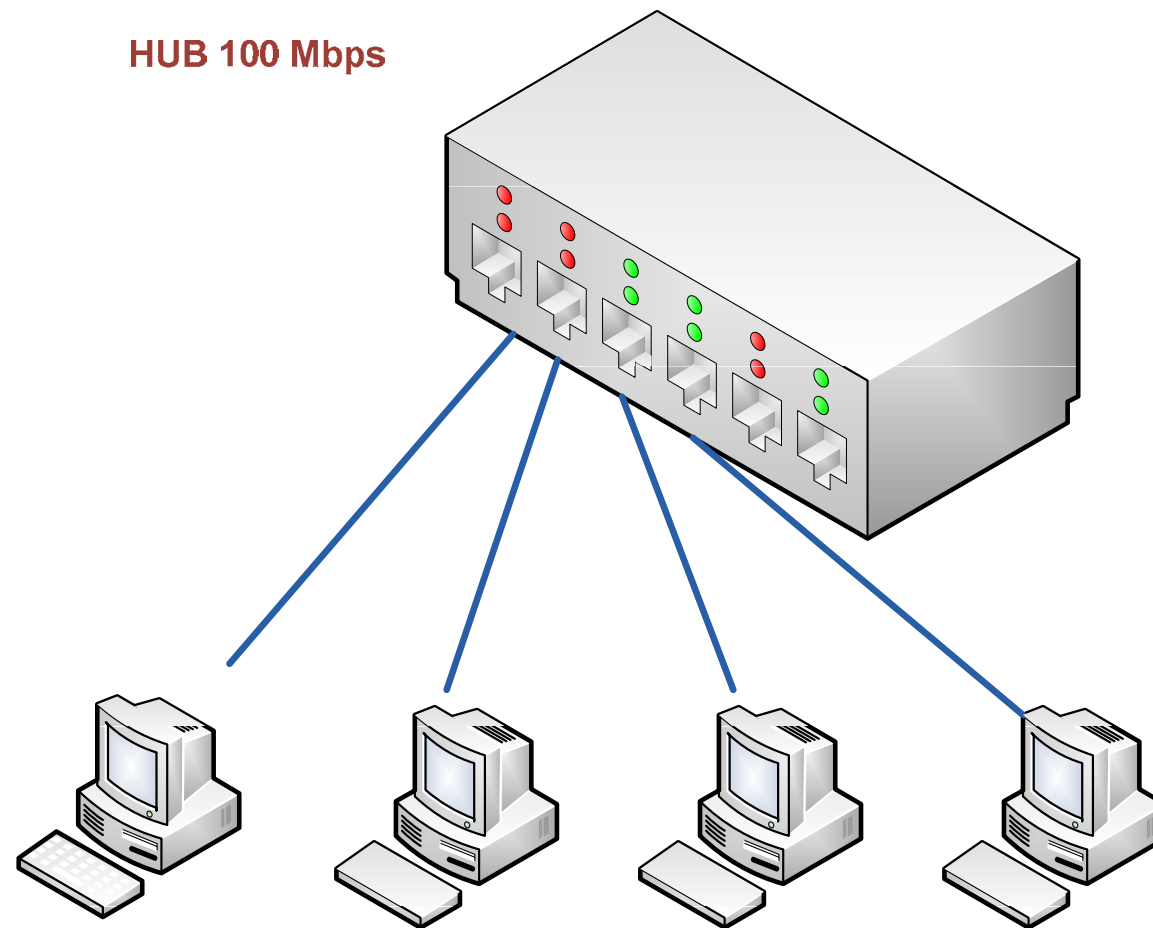
Prepájanie na 1. vrstve OSI

19



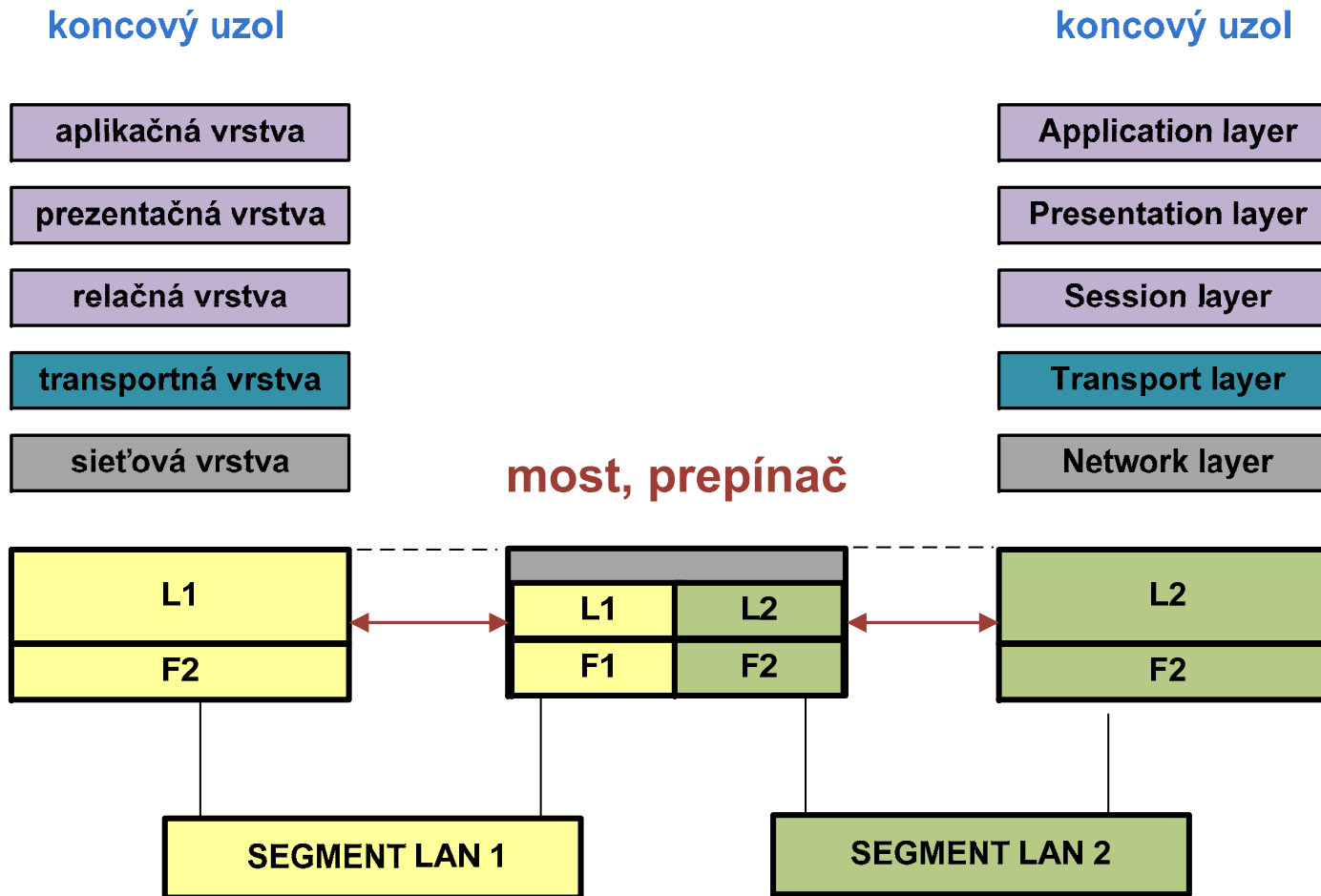
Prepájanie na 1. vrstve OSI

20



Prepájanie na 2. vrstve OSI

21



Prepájanie na 2. vrstve OSI

- prepínanie realizuje **most** (bridge) alebo **prepínač** (switch),
- prepínajú rámce na základe MAC adries,
- majú vlastnú tabuľku MAC adries, na základe ktorej prepínajú rámce,
- vykonávajú analýzu hlavičiek 2. vrstvy, kontrolu rámcov,
- rozdeľujú sieť na viacero kolíznych domén, broadcastová doména však zostáva,
- sú nezávislé od použitých protokolov sieťovej vrstvy.

Prepájanie na 2. vrstve OSI

23

□ Metódy prepínania:

■ Store-and-forward

- príjme celý rámec,
- vypočíta CRC, detekcia chýb,
- určí výstupný port, odošle,
- vyššie oneskorenie, možná zmena rýchlosti prenosu a zmena sieťovej technológie,

■ Cut-through:

- analyzuje cieľovú adresu ešte pred prijatím celého rámca,
- určí výstupný port a odošle,
- nízke oneskorenie, bez možnosti zmeny rýchlosti a prenosovej technológie,
- dva spôsoby :
 - Fast forward / Fragment free

Prepájanie na 2. vrstve OSI

24

- Most – bridge:
 - prepájanie vykonáva softvérovo,
 - najčastejšie sa používal na prepojenie viacerých segmentov LAN sietí na koaxiálnych vedeniach,
 - väčšinou dokáže spracovávať len jeden paket v rovnakom časovom okamihu,
 - pracuje metódou store-and-forward,
 - podľa sietí, ktoré prepájajú sa delia na:
 - transparent bridge – Ethernet,
 - source route bridge – Token ring.

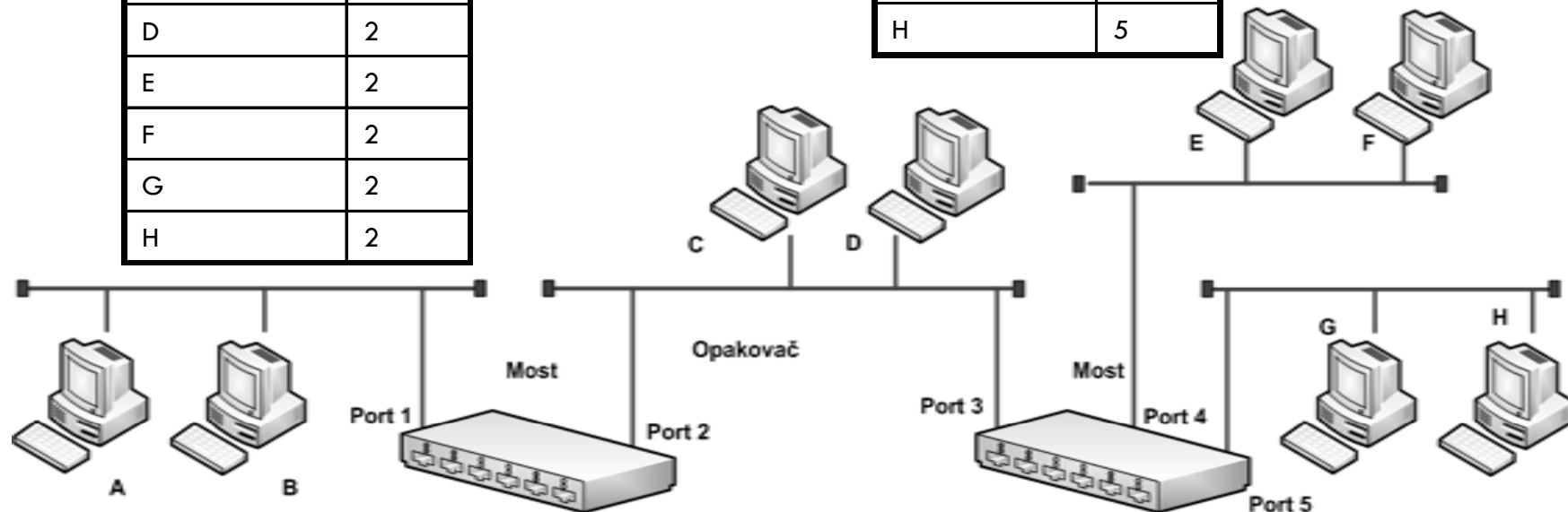
Prepájanie na 2. vrstve OSI

25

- Princíp funkcie mostu (transparent bridging)

MAC adresa	Port
A	1
B	1
C	2
D	2
E	2
F	2
G	2
H	2

MAC adresa	Port
A	3
B	3
C	3
D	3
E	4
F	4
G	5
H	5



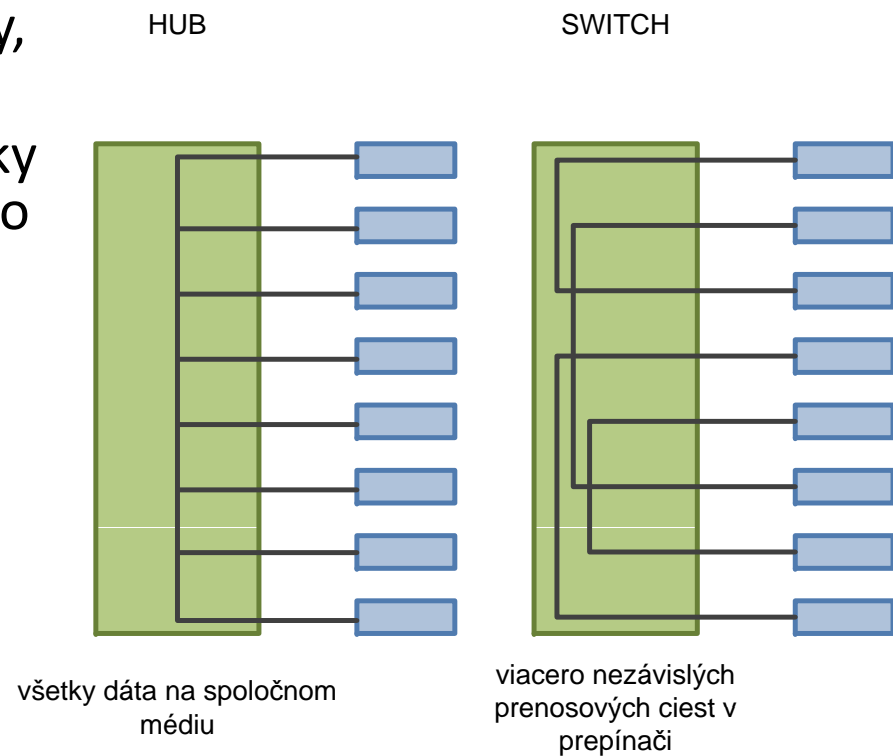
Prepájanie na 2. vrstve OSI

- Prepínač – switch:
 - prepájanie vykonáva hardvérovo,
 - dokáže spracovávať viacero paketov v rovnakom časovom okamihu,
 - môže pracovať metódami store-and-forward alebo cut-through,
 - je výkonnejší ako most,
 - dokáže nahradiť funkcie mostu, preto sa v dnešnej dobe mosty veľmi málo využívajú.

Prepájanie na 2. vrstve OSI

27

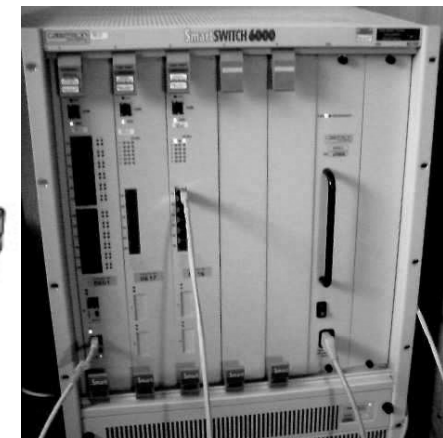
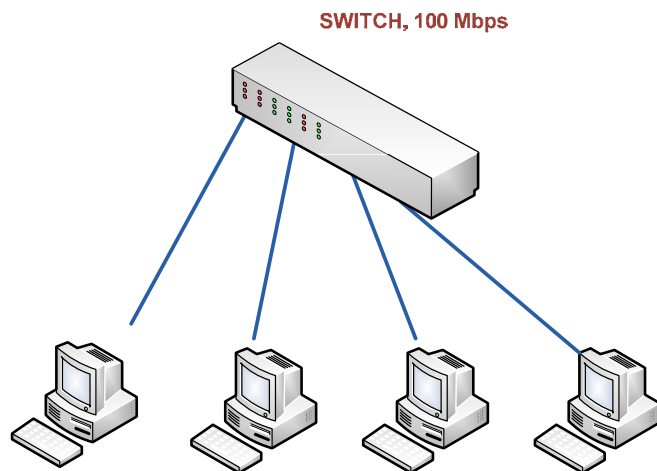
- Prepínač – switch:
 - ▣ prepínanie na základe MAC adresy a kontextovo adresovanej pamäti prepínača,
 - ▣ tvoria sa tzv. mikrosegmenty,
 - ▣ ak príde rámec s neznámou adresou, rozošle ho na všetky porty okrem portu, z ktorého ho prijal,
 - ▣ akonáhle sa vráti odpoveď, zaznamená si do tabuľky príslušnosť MAC adresy, ku konkrétnemu portu,
 - ▣ pre známe MAC adresy prepína rámce len na konkrétny port.



Prepájanie na 2. vrstve OSI

28

- Prepínač – switch:
 - ▣ celková šírka komunikačného pásma 100 Mbps,
 - ▣ každý užívateľ má k dispozícii 100 Mbps,
 - ▣ prepínací výkon prepínača je ideálne $n \times 100$ Mbps, kde n je počet portov, v praxi je zvyčajne nižší,
 - ▣ prijaté datagramy so známou MAC adresou preposiela na konkrétne porty.



Prepájanie na 2. vrstve OSI

29

- Prínos prepínania:
 - ▣ zväčšenie rozsahu siete,
 - ▣ zmenšenie kolíznej domény,
 - ▣ zníženie záťaže siete,
 - ▣ paralelný prenos v rôznych kolíznych doménach,
 - ▣ spájanie viacerých sieťových technológií,
 - ▣ schopnosť prepojenia segmentov sietí s tzv. nesmerovateľnými protokolmi (NetBIOS).

Prepájanie na 2. vrstve OSI

30

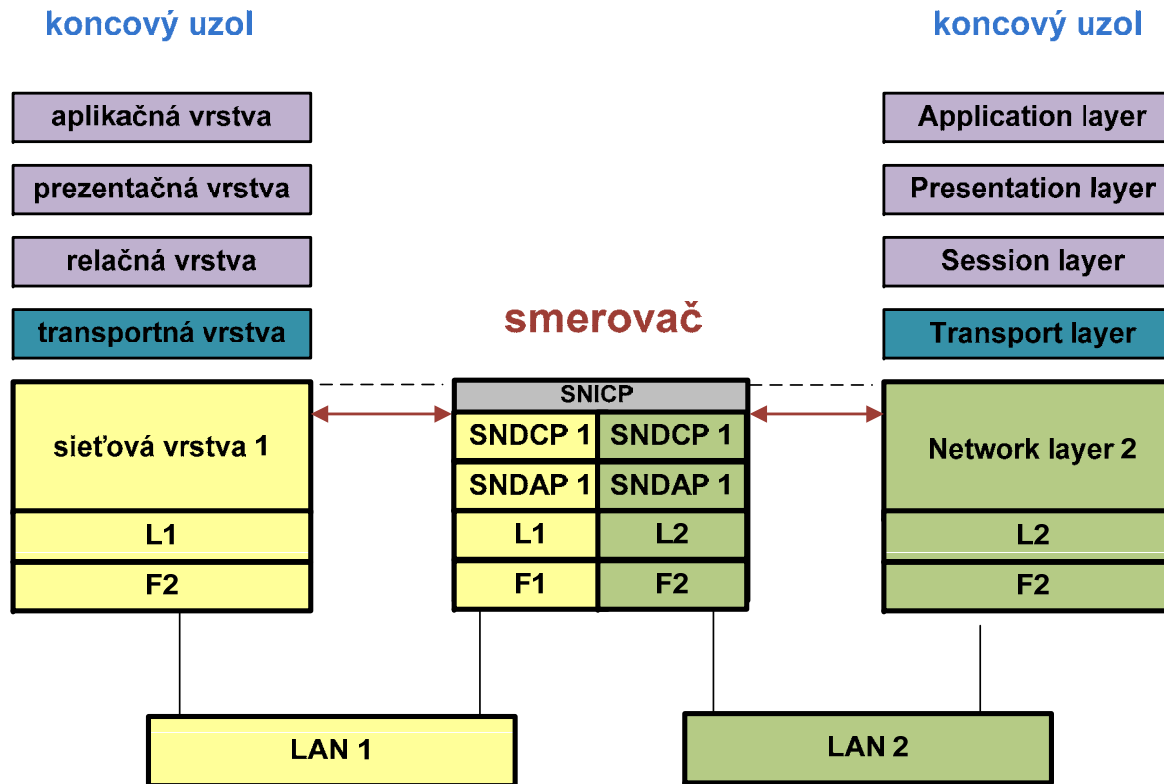
- Ďalšie prínosy využitia prepínačov:
 - ▣ full duplexné spoje,
 - ▣ riadenie toku dát,
 - ▣ vytváranie záložných trás,
 - ▣ virtuálne LAN siete VLAN,
 - ▣ prepínanie na 3. vrstve (špeciálne prepínače schopné analyzovať hlavičku sieťovej vrstvy).

Prepájanie na 2. vrstve OSI

- Virtuálne LAN – VLAN (Virtual Local Area Network):
 - umožňujú budovať LAN siete nezávisle od fyzického umiestnenia,
 - realizované softvérovo na prepínačoch, IEEE 802.1Q,
 - fyzickú LAN sieť je možné v rámci jedného alebo viacerých prepínačov rozdeliť na niekoľko VLAN,
 - každá VLAN je zvláštna broadcast doména,
 - príslušnosť k danej VLAN môže byť definovaná na základe:
 - port, MAC adresa, protokol sieťovej vrstvy, multicast adresy, ...

Prepájanie na 3. vrstve OSI

32



SNDCP SubNetwork Dependent Convergence Protocol

SNDAP SubNetwork Dependent Access Protocol

SNICP SubNetwork Independent Convergence Protocol

Prepájanie na 3. vrstve OSI

33

- prepínanie paketov sa robí na základe adresy sieťovej vrstvy,
- prepínanie realizuje **smerovač** (router), ktorý pracuje s topológiou celej siete.
- smerovanie – určenie najvhodnejšej cesty pre každý paket, tak aby spoľahlivo dorazil k cieľu,
- forwarding paketov – prepínanie paketov medzi jednotlivými rozhraniami na základe smerovacej informácie.



Prepájanie na 3. vrstve OSI

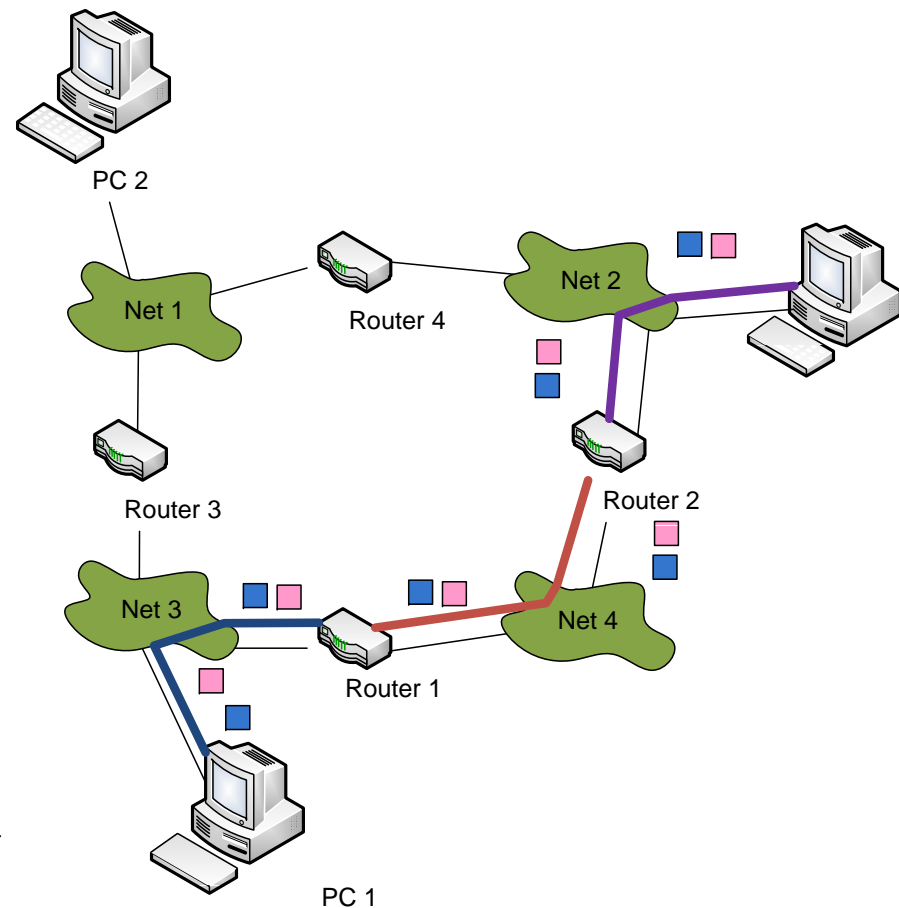
34

- Dva základné prístupy prepájania sietí:
- so spojením (connection-oriented)
 - každá podsieť môže zriadiť virtuálny kanál medzi ľubovoľnými dvoma koncovými bodmi pripojenými do tej istej podsiete,
 - virtuálny kanál medzi vzdialenými koncovými bodmi je zreťazenie virtuálnych kanálov cez jeden alebo viacero smerovačov.

Prepájanie na 3. vrstve OSI

35

- **PC1 → PC3**
- nastaví sa virtuálny kanál z **pc1** do **router1** cez **net3**
- nastaví sa virtuálny kanál z **router1** do **router2** cez **net4**
- nastaví sa virtuálny kanál z **router2** do **pc3** cez **net2**
- virtuálny kanál medzi **pc1** a **pc3** je zreťazením troch virtuálnych kanálov
- všetky dátové jednotky sa prenášajú tým istým virtuálnym kanálom v poradí v akom boli vyslané



Prepájanie na 3. vrstve OSI

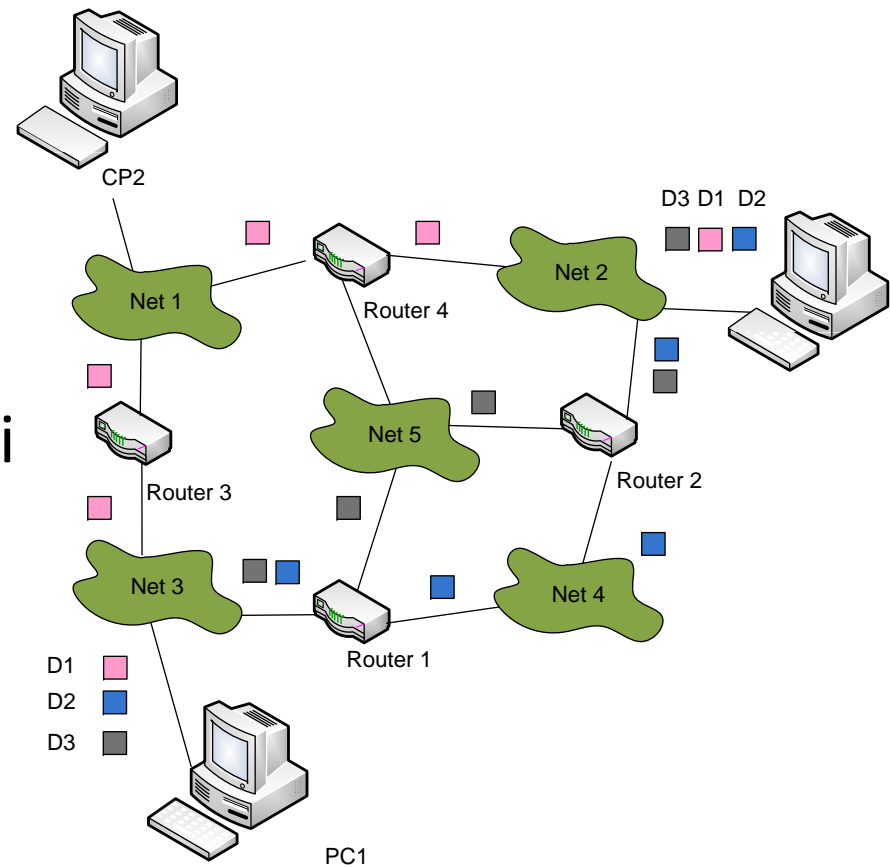
36

- bez spojenia (connectionless / datagram)
 - každá dátová jednotka paket /datagram je chápaná ako nezávislá atomická jednotka,
 - datagram je smerovaný od zdroja k cieľu cez viacero smerovačov a podsietí,
 - každý datagram je smerovaný osobitne v každom smerovači.

Prepájanie na 3. vrstve OSI

37

- **PC1** → **PC3**
- **pc1** vysiela datagramy **d1**, **d2**, **d3**, každý datagram je smerovaný sieťou samostatne
- datagramy môžu byť prenášané rôznymi cestami
- **pc3** môže prijať datagramy v inom poradí v akom boli vyslané (**d3,d1,d2**)
- každý datagram ide “hop-by-hop” cez podsiete a smerovače



Ako pracuje smerovač

38

- príjme rámeč,
- odoberie MAC adresu,
- zistí, či je to priamo pre jeho rozhranie alebo broadcast, broadcast zahodí,
- porovná CRC a ak je správa v poriadku, odoberie hlavičku a dáta predá sieťovej vrstve,
- informácia v hlavičke sieťovej vrstvy slúži na smerovanie paketu ku koncovému zariadeniu.

Ako pracuje smerovač

39

- porovná cieľovú IP adresu so záznamami v smerovacej tabuľke,
- ak nájde záznam, prepošle paket na príslušné rozhranie,
- ak nenájde záznam, paket zahodí a odpovie odosielateľovi ICMP paketom,
- zmení TTL, prepočíta CRC a pridá hlavičku paketu.

Priame a nepriame smerovanie

40

- Priame smerovanie (direct routing):
 - odosielateľ môže poslať paket priamo koncovému príjemcovi,
 - je potrebné, aby odosielateľ aj príjemca boli pripojený do jednej podsiete,
 - paket je smerovaný priamo cez switch alebo hub, bez potreby využiť smerovač,
 - na základe analýzy sieťovej časti IP adresy si ho vie zabezpečiť odosielateľ.

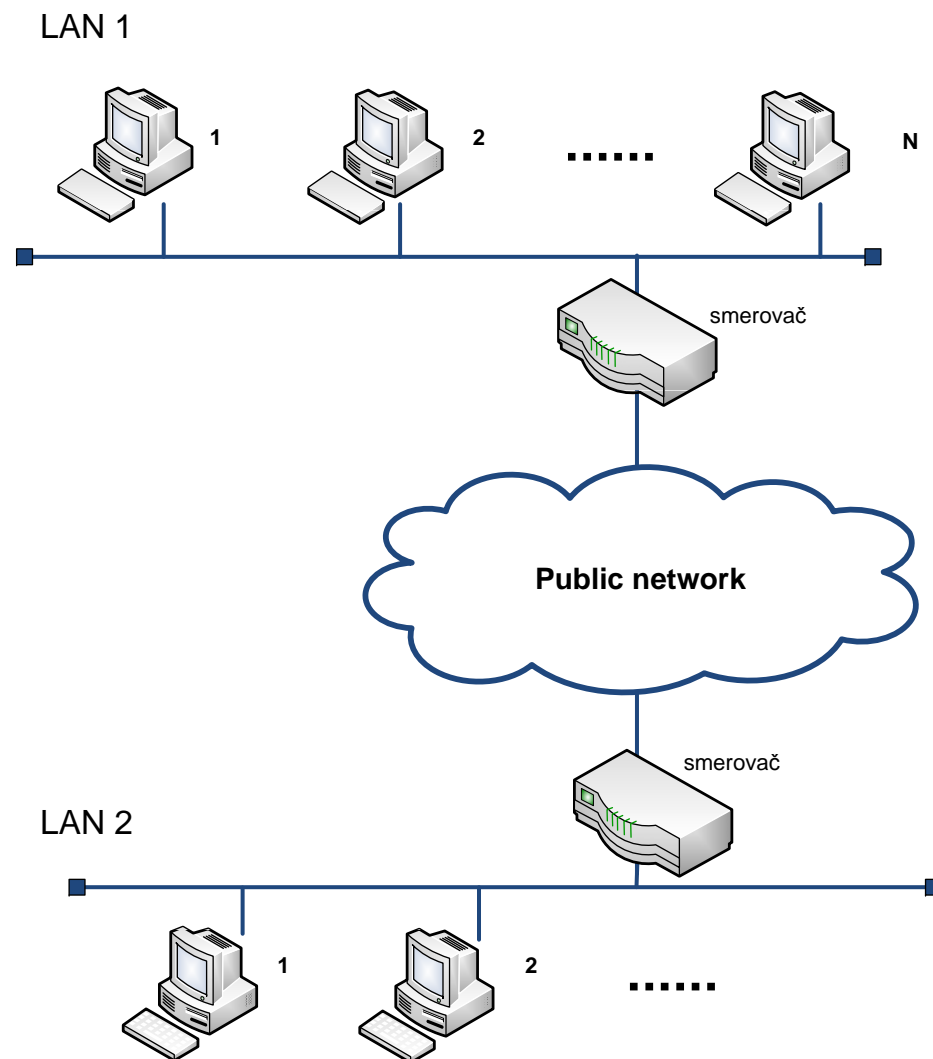
Priame a nepriame smerovanie

41

- Nepriame smerovanie (indirect routing):
 - paket je smerovaný cez prestupné stanice – smerovače,
 - odosielateľ nevie priamo poslať paket prijímateľovi, preposiela ho na základe lokálnej smerovacej tabuľky cez smerovače,
 - smerovače tvoria vzájomne spolupracujúcu štruktúru, umožňujúcu predávať pakety a zdieľať smerovacie informácie odzrkadľujúce topológiu siete,
 - hlavná časť nepriameho smerovania je riešená smerovačmi.

Priame a nepriame smerovanie

42



Smerovacia tabuľka

43

- uchováva adresné informácie, na základe ktorých smerovač smeruje pakety od zdroja k cieľu,
- uchováva informácie:
 - ▣ IP adresa siete /podsiete,
 - ▣ maska (kvôli classless adresovaniu),
 - ▣ IP adresa najbližšieho ďalšieho smerovača,
 - ▣ sieťové rozhranie,
 - ▣ metrika.
- neobsahuje informáciu o celej ceste k cieľu, ale len informáciu o nasledujúcom kroku, tzv. next-hop,
- kvôli minimalizácii objemu tabuliek sa uchovávajú len cesty do cieľových sietí, nie cesty ku konkrétnym uzlom.

Smerovacia tabuľka

44

- Router – 4 sieťové rozhrania:
 - ▣ eth0 – 193.93.79.236 / 255.255.255.248
 - ▣ eth1 – 192.168.1.1 / 255.255.255.0
 - ▣ tun0 – 192.168.100.1 / 255.255.255.0
 - ▣ lo – 127.0.0.0 / 255.0.0.0

```
mc - /
mail:/ # route -nv
Kernel IP routing table
Destination      Gateway          Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
192.168.1.2      0.0.0.0         255.255.255.255 UH      0      0      0 tun0
193.93.79.232   0.0.0.0         255.255.255.248 U        0      0      0 eth0
192.168.100.0   0.0.0.0         255.255.255.0   U        0      0      0 tun0
192.168.100.0   192.168.1.2     255.255.255.0   UG       0      0      0 tun0
192.168.1.0     0.0.0.0         255.255.255.0   U        0      0      0 eth1
169.254.0.0     0.0.0.0         255.255.0.0     U        0      0      0 eth0
127.0.0.0       0.0.0.0         255.0.0.0       U        0      0      0 lo
0.0.0.0         193.93.79.233  0.0.0.0         UG       0      0      0 eth0
mail:/ #
```

Smerovacia tabuľka

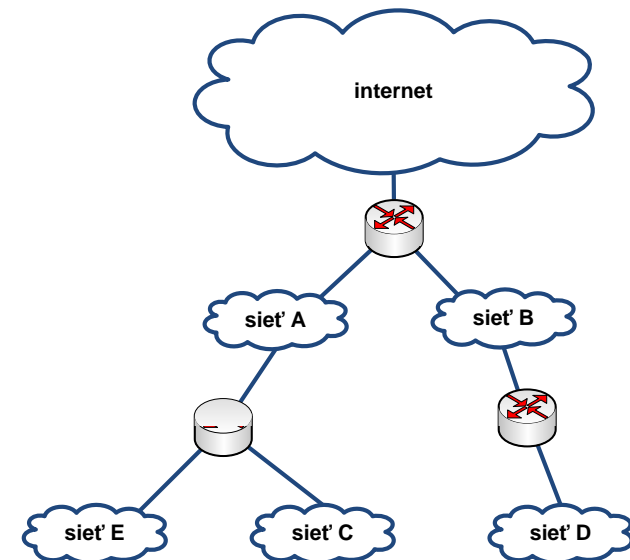
45

- Vďaka uvažovaniu masiek podsietí je možné zaviesť rôzne singularity:
 - smerovanie v podsieti (ktoré nie je „navonok“ viditeľné),
 - smerovanie ku konkrétnemu uzlu – host specific route
 - maska 255.255.255.255.

Smerovacia tabuľka

46

- Možnosti zjednodušenia smerovacích tabuliek:
 - spôsob vzájomného prepojenia sietí, často zodpovedá stromovej topológii,
 - explicitne je teda potrebné smerovať len pakety do podstromov a ostatné možno smerovať jedinou pevne danou cestou na hierarchicky nadradený smerovač,
 - v smerovacích tabuľkách je potom uvádzaná cesta do podstromov a implicitná cesta do vyššej stromovej hierarchie,
 - **default route** (označená adresou siete 0.0.0.0 a maskou 0.0.0.0).



Smerovacia tabuľka

47

- Algoritmus smerovania v IP sieťach
 - smerovaciú tabuľku zotried' zostupne podľa IP adres sietí,
 - tabuľku prehľadávaj zostupne od najvyššej IP adresy siete po najnižšiu, (default route 0.0.0.0/0),
 - cieľovú IP adresu prijatého datagramu vynásob maskou v danom riadku tabuľky,
 - ak sa získaný výsledok nezhoduje s adresou siete v danom riadku, pokračuj nasledovným riadkom smerovacej tabuľky,
 - ...

Smerovacia tabuľka

48

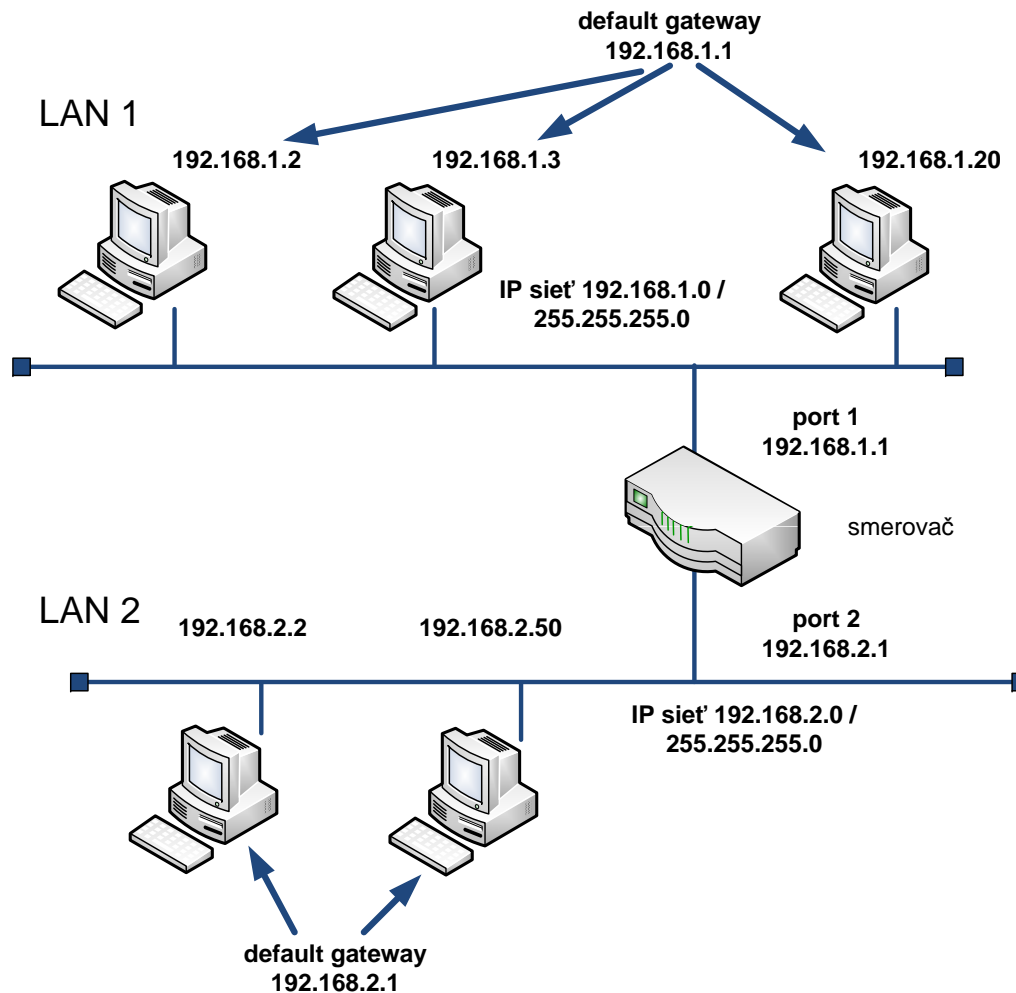
□ Algoritmus smerovania v IP sieťach

...

- ak sa získaný výsledok zhoduje, tak otestuj či ešte nenastane zhoda v ďalšom riadku, čo by znamenalo že existuje viacero ciest k cieľu,
- ak sa ďalší riadok nezhoduje, tak pošli paket cez rozhranie na smerovač, ktorý je uvedený v tabuľke,
- ak nastane zhoda vo viacerých riadkoch, tak sa rozhoduj podľa metriky v každom riadku, vyber linku s nižšou metrikou,
- ak prehľadáš všetky riadky a nenastane zhoda, zahod' paket a odpovedaj ICMP paketom.

Prepájanie na 3. vrstve OSI

49



IP adresa	Port
192.168.1.0/24	1
192.168.2.0/24	2

Smerovanie

- hlavná komunikačná funkcia sieťovej vrstvy,
- proces nájdenia cesty zo zdrojového uzla k cieľovému uzlu v sieti,
- prepínanie paketov v jednotlivých smerovačoch sa riadi na základe ich smerovacej tabuľky,
- údaje v smerovacích tabuľkách sa aktualizujú pomocou smerovacích protokolov, ktoré slúžia na získavanie informácií o aktuálnej topológii siete a na výmenu smerovacích tabuliek medzi smerovačmi.

Smerovanie

- Komunikačné protokoly sa delia na:
 - ▣ smerovateľné protokoly,
 - ▣ nesmerovateľné protokoly,
 - ▣ **smerovacie protokoly.**
- Smerovateľné protokoly (routable protocol):
 - ▣ protokoly určené na prenos dát sieťou, ktoré vo svojej hlavičke obsahujú adresnú informáciu sieťovej vrstvy a vďaka tomu je ich možné smerovať sieťou,
 - ▣ TCP/IP, IPX, AppleTalk, SNA, XNS, DECnet.

Smerovanie

- Nesmerovateľné protokoly (unroutable protocol):
 - protokoly určené na prenos dát sieťou, ktoré neobsahujú adresnú informáciu sieťovej vrsty. Nie je ich možné smerovať smerovačmi, šíria sa len v rámci broadcast domény.
 - NetBIOS, NetBEUI
- Smerovacie protokoly (routing protocol):
 - protokoly určené na zisťovanie najvhodnejšej cesty ku konkrétnemu cieľu a výmenu smerovacích informácií medzi jednotlivými smerovačmi.

Smerovanie

- V sieti bez spojenia:
 - ▣ výber nasledujúceho uzla (next hop) je v smerovačoch vykonávaný pre každý prichádzajúci paket osobitne,
 - ▣ IP sieť.
- V sieti so spojením:
 - ▣ výber nasledujúceho uzla je v smerovačoch vykonávaný len keď sa nastavuje nový virtuálny kanál,
 - ▣ ATM sieť.

Smerovanie

54

- Statické:
 - ▣ nakonfigurované manuálne administrátorom, napr. príkazom ***route***.
 - ▣ nevie reagovať na dynamicky sa meniacu situáciu v sieti,
 - výpadok spojovacej linky/smerovača, zahltenie.
- Dynamické:
 - ▣ využívajú sa smerovacie algoritmy, pomocou ktorých smerovače zisťujú topológiu siete a vymieňajú si smerovacie tabuľky „učia sa“,
 - ▣ dynamicky sa prispôsobujú aktuálnej topológii a zaťaženiu v sieti.

Smerovanie

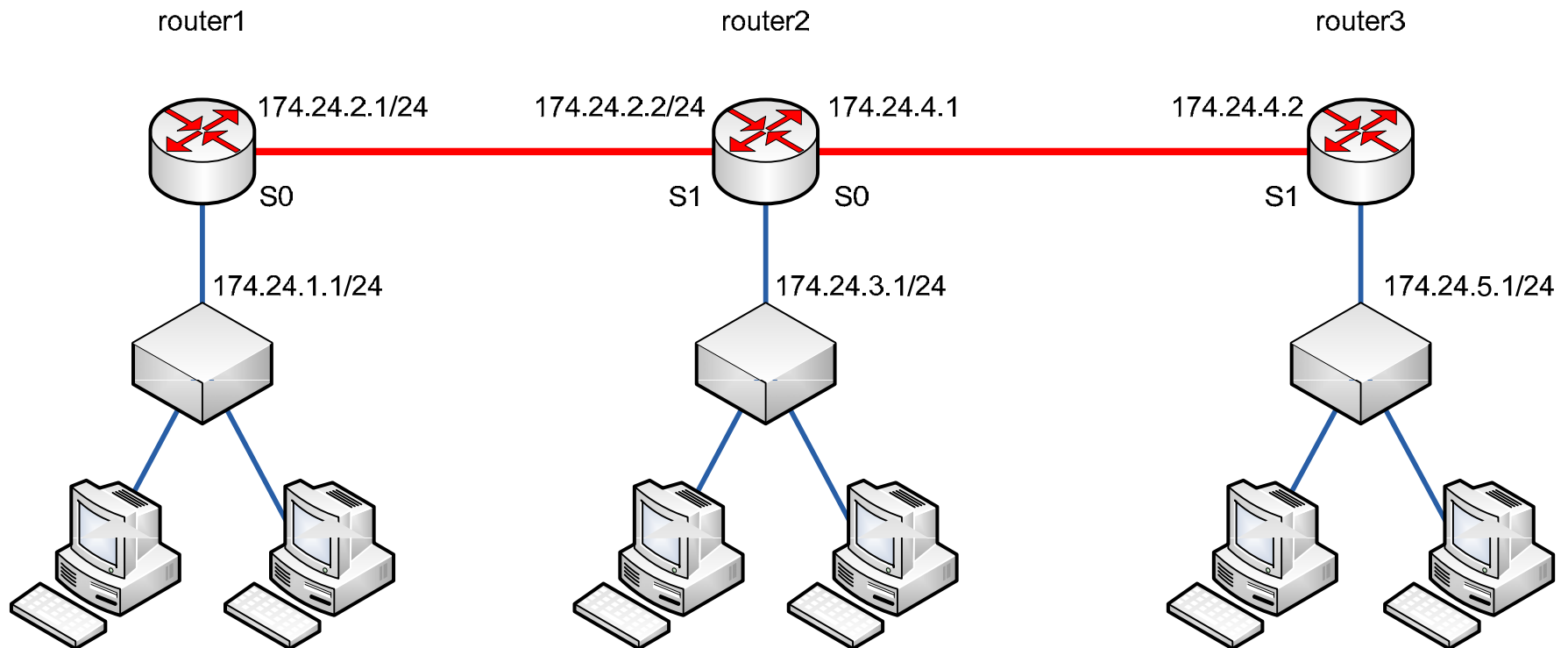
55

□ Statické smerovanie

```
router2(config)# ip route 174.24.1.0 255.255.255.0 174.24.2.1
```

```
router2(config)# ip route 174.24.5.0 255.255.255.0 174.24.4.2
```

```
router2(config)# ip route 174.24.3.0 255.255.255.0 174.24.3.1
```



Smerovanie

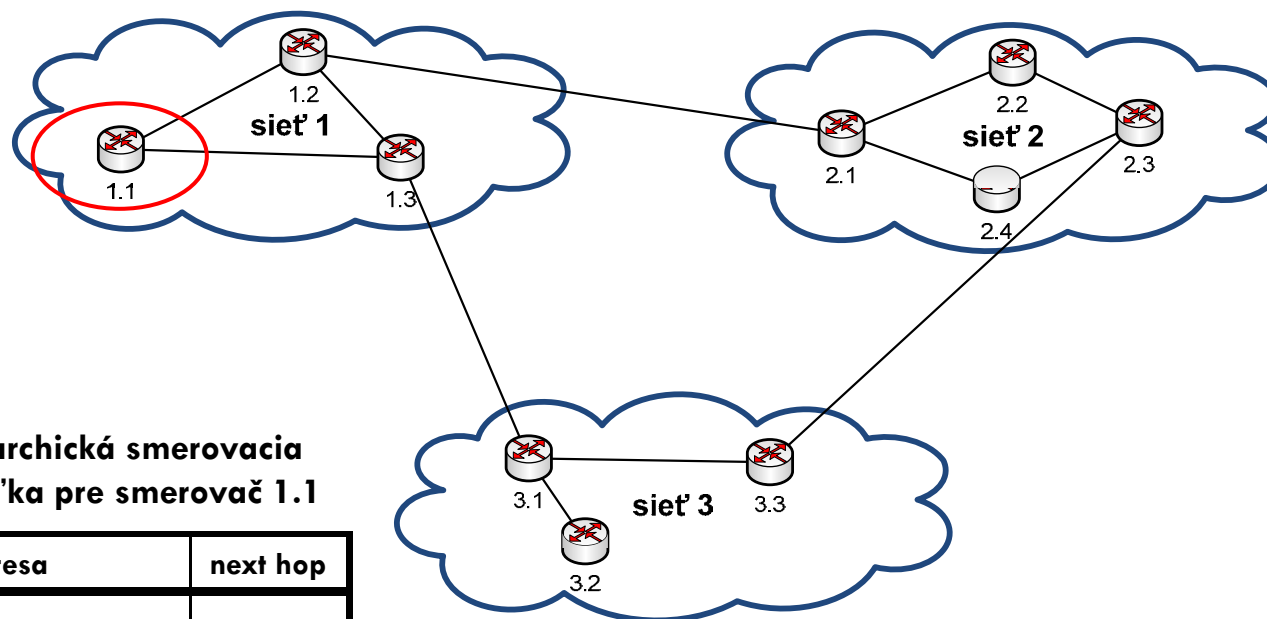
56

- Klasifikácia smerovania:
 - neadaptívne ↔ adaptívne (statické ↔ dynamické),
 - jednoduché ↔ viacnásobné,
 - single routing ↔ multiple routing,
 - na báze zdroja ↔ hop-by-hop,
 - source based ↔ hop-by-hop routing,
 - centralizované ↔ distribuované ↔ izolované,
 - centralized ↔ distributed ↔ isolated routing .

Smerovanie

57

- hierarchické smerovanie,
- zjednodušuje smerovaciu tabuľku.



Hierarchická smerovacia tabuľka pre smerovač 1.1

IP adresa	next hop
1.1	--
1.2	1.2
1.3	1.3
2.0	1.2
3.0	1.3

Úplná smerovacia tabuľka pre smerovač 1.1

IP adresa	next hop
1.1	--
1.2	1.2
1.3	1.3
2.1	1.2
2.2	1.2
2.3	1.2
2.4	1.2
3.1	1.3
3.2	1.3
3.3	1.3

Smerovacie protokoly

- zabezpečujú komunikáciu v sieti s inými smerovačmi,
- implementujú smerovacie stratégie a smerovacie algoritmy,
- udržiavajú a aktualizujú smerovacie tabuľky,
- prenášajú sieťové parametre ku každému smerovaču,
- obnovujú smerovacie tabuľky v každom smerovači,
- vyhľadávajú najlepšiu cestu pre prenos údajov.

Smerovacie protokoly

- musia poznať statické aj dynamické parametre siete,
- mali by byť implementované v každom smerovači,
- každý smerovač si uchováva svoju lokálnu smerovaciu tabuľku, ktorú si na základe prijatých informácií z ostatných smerovačov aktualizuje,
- smerovacia tabuľka reflektuje známu topológiu siete.

Smerovacie protokoly

60

Požiadavky na smerovacie protokoly:

- minimalizovať smerovacie tabuľky,
 - menšia réžia a menšia pamäť
- minimalizácia riadiacich správ,
 - zlepšenie efektivity
- efektívna výmena informácií medzi smerovačmi,
- stabilita,
 - konvergencia do stabilného stavu pri obnove smerovacích tabuliek.

Smerovacie protokoly

61

Požiadavky na smerovacie protokoly:

- jednoduchosť,
 - ▣ čo najmenšia réžia pri získavaní a výmene smerovacích informácií,
- korektnosť,
 - ▣ poskytovanie správnych a využiteľných informácií,
- robustnosť,
 - ▣ schopnosť efektívne reagovať na neočakávané poruchy a neštandardné situácie,
- optimálnosť,
 - ▣ nájdenie optimálnej cesty od zdroja k cieľu,
 - ▣ vždy vzhľadom na niektorý zo sledovaných sieťových parametrov (oneskorenie, šírka pásma, počet hopov).

Smerovacie algoritmy

62

Výsledok smerovacieho algoritmu:

- cesta zo zdrojového uzla do cieľového uzla, ktorá je zaznamenaná v smerovacej tabuľke,
- smerovacia tabuľka obsahuje aspoň 2 informácie
 - adresa cieľového uzla,
 - adresa smerovača, ktorý je najbližší na smerovanie na optimálnu cestu prenosu paketu.

Smerovacie algoritmy

63

- Smerovací algoritmus
 - ▣ musí rozhodnúť, kadiaľ je optimálne poslať paket na ceste k prijímaču.
- Metrika:
 - ▣ počet hopov na ceste,
 - ▣ zaťaženie siete,
 - ▣ cena,
 - ▣ oneskorenie,
 - ▣ priepustnosť, šírka prenosového kanálu,
 - ▣ vzdialenosť, spoľahlivosť.

Smerovacie algoritmy

64

- Optimalizácia
 - výber najlepšej cesty, z pohľadu sledovanej metriky.
- Jednoduchosť a nízke prevádzkové náklady.
- Odolnosť a stabilita
 - korektné fungovanie aj pri výskyte nepredvídateľných chýb.
- Flexibilita
 - rýchle prispôsobenie sa zmenám v sieti.
- Rýchla konvergencia
 - rýchla obnova smerovacích tabuliek smerovačov.

Smerovacie algoritmy

65

- Existuje viacero druhov, každý má určité výhody aj nevýhody:
- Algoritmus vektorov vzdialenosti – Distance vector algorithm,
 - ▣ najstarší algoritmus, založený na Bellman-Ford algoritme.
- Algoritmus stavov liniek – Link state algorithm
 - ▣ využíva Dijkstrov algoritmus, poskytuje rýchlejšiu konvergenciu.
- Algoritmus vektorov liniek – Path vector algorithm
 - ▣ využíva sa pre inter-domain smerovanie.

Smerovacie protokoly

- Autonómny systém:
 - je skupina sietí a smerovačov, ktorá je pre účely smerovania riadená jednou administratívnou autoritou,
 - vnútorné smerovače autonómneho systému môžu využívať akékoľvek vopred dohodnuté vnútorné smerovacie protokoly,
 - z pohľadu topológie, autonómne systému tvoria uzly stromu, pričom koreňom je základná chrbticová sieť,
 - je možné v plnej miere využiť hierarchické smerovanie.

Vnútorne smerovacie protokoly

67

- Interior Gateway Protocol – IGP
 - slúžia na smerovanie vo vnútri autonómnych systémov.
 - Najznámejšie protokoly:
 - RIP (Routing Information Protocol), RIPv2,
 - IGRP (Interior Gateway Routing Protocol),
 - E-IGRP (Enhanced Interior Gateway Protocol),
 - OSPF (Open Shortest Path First).
 - Protokoly podporujúce skupinové vysielanie:
 - DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol),
 - MOSPF (Multicast OSPF),
 - PIM (Protocol Independent Multicast).

Vonkajšie smerovacie protokoly

68

- Exterior Gateway Protocol – EGP
 - slúžia na smerovanie medzi jednotlivými nezávislými autonómnymi systémami
 - najznámejšie protokoly
 - EGP (Exterior Gateway Protocol)
 - BGP (Border Gateway Protocol)
 - CSPF (Constrained Shortest Path First)

Smerovacie protokoly

69

- aktualizácia smerovacích tabuliek
 - priamo napojené smerovače si posielajú informácie o zmenách v smerovacích tabuľkách a v topológii siete
 - posielanie správ o zmenách
 - pravidelne v určitých časových intervaloch
 - pri zmenách v sieťovej topológii
 - posiela sa celý obsah smerovacích tabuliek
 - posielajú sa len zmeny v smerovacích informáciách

KOMUNIKAČNÉ A INFORMAČNÉ SIETE

PREPÁJANIE NA VRSTVÁCH

Ing. Michal Halás, PhD.

halas@kti.elf.stuba.sk, B-514 , <http://www.kti.elf.stuba.sk/~halas>