

---

# Smerovacie algoritmy

## OSPF a BGP

---

**OSPF (Open Shortest Path First)**

**BGP (Border Gateway Protocol)**

---

# AS, vnútorné a vonkajšie smerovacie protokoly

- autonómny systém AS – skupina sietí a smerovačov, ktorá je pre účely smerovania paketov riadená jedinou administratívnou autoritou
- vnútorné smerovacie protokoly (interior routing protocols, IGP) – vnútri AS
- vonkajšie smerovacie protokoly (exterior routing protocols, EGP) – medzi AS

# OSPF - The Interior Gateway Routing Protocol

- Internet - súbor AS
- OSPF: vnútorný smerovací protokol (interior routing protocols, IGP) – vnútri AS, používaný od 1990
  - open (nie proprietárny)
  - podpora rôznych metrík
  - dynamický alg.
  - smerovanie založené na type služby rozloženie záťaže cez viacero liniek podpora hierarchických systémov
  - bezpečnosť
  - podpora pre smerovače pripojené do Internetu tunelmi

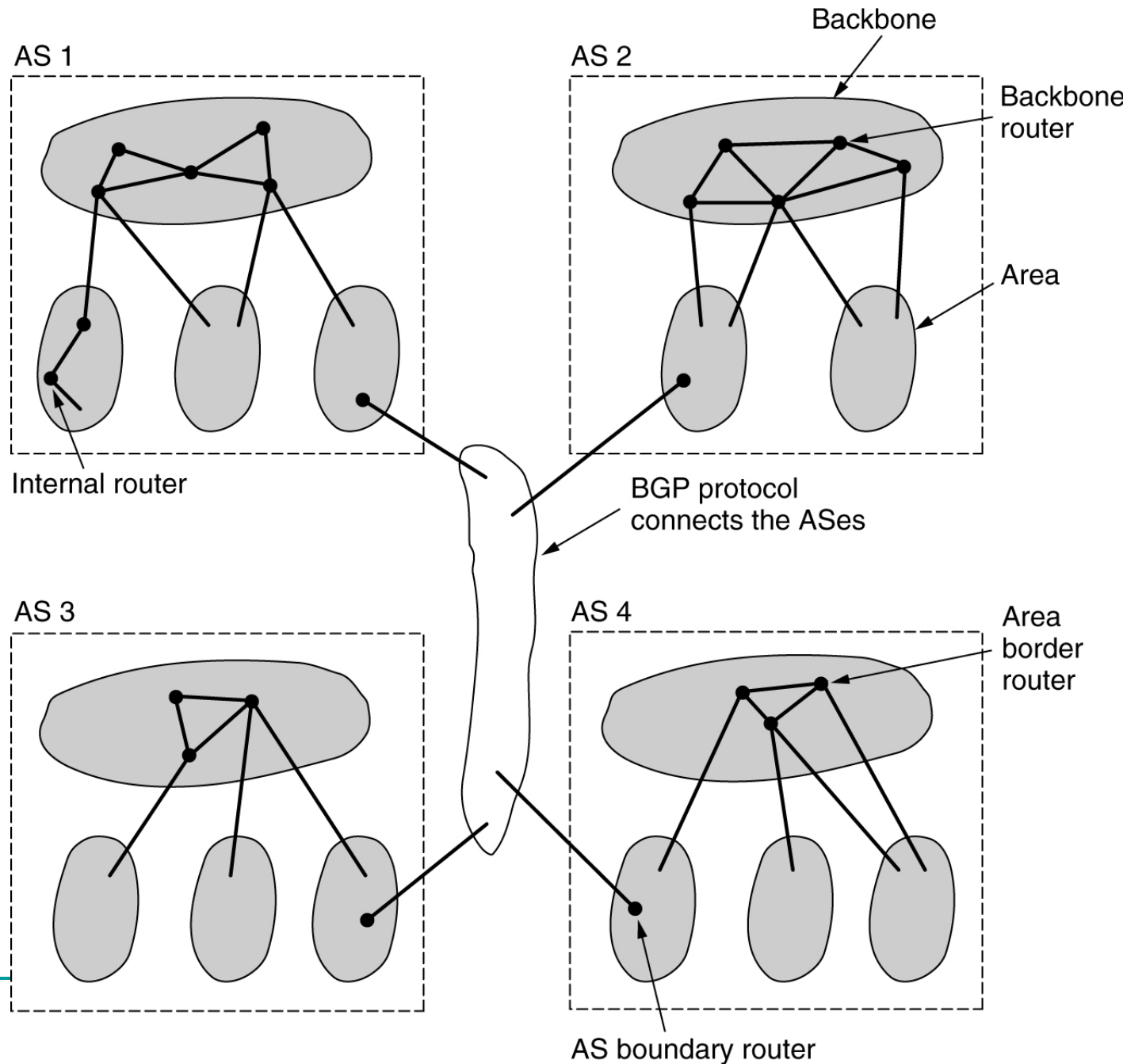
# OSPF - The Interior Gateway Routing Protocol

- OSPF podporuje 3 typy spojení a sietí:
  - point-to-point linky medzi 2 smerovačmi
  - multiprístupové broadcast siete
  - multiprístupové siete bez broadcastingu

# OSPF

Pojmy:

- AS
- chrbtica (backbone)
- oblast' (area)



# OSPF

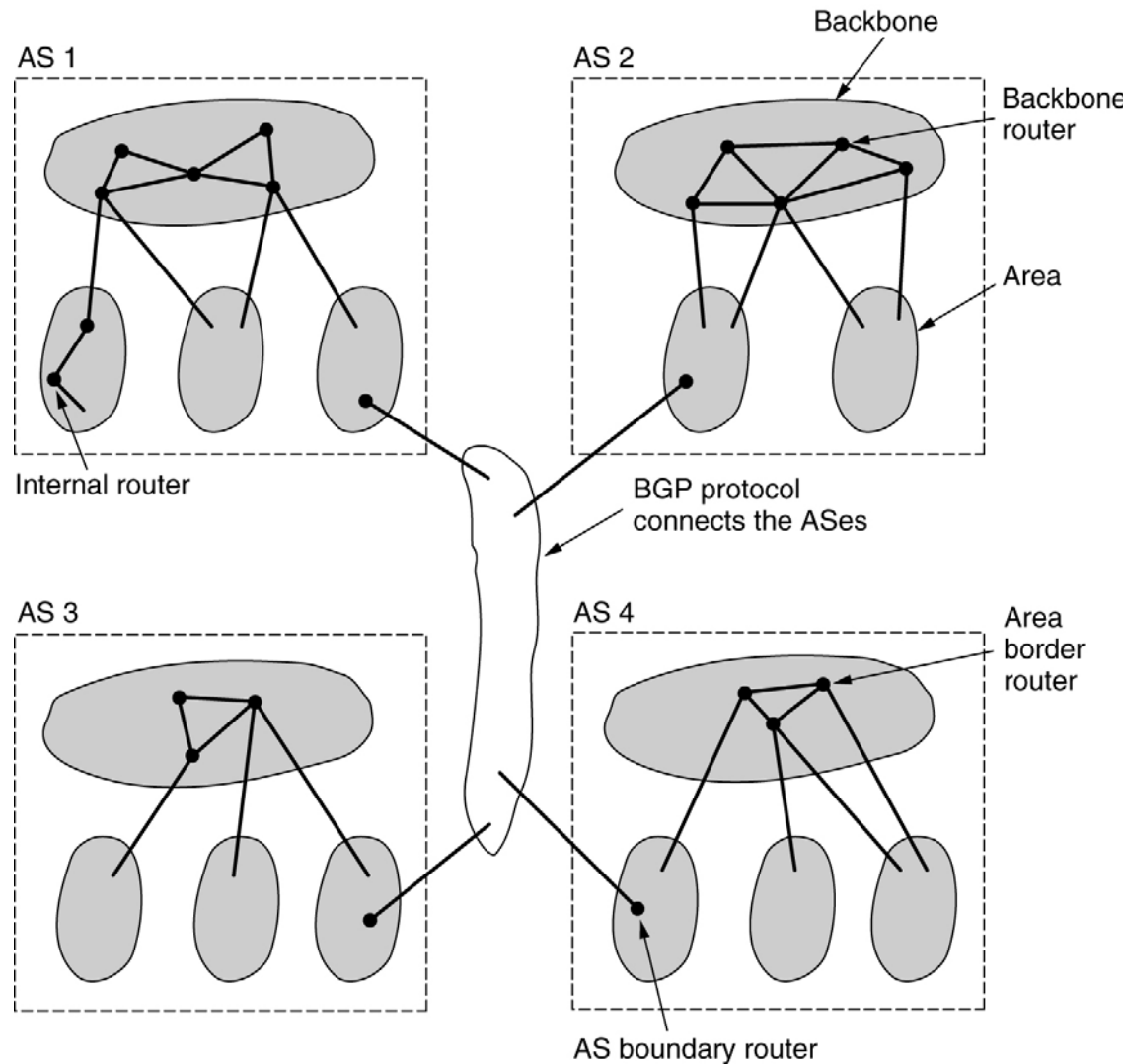
4 typy smerovačov pre OSPF:

- internal routers
- area border routers
- backbone routers
- AS boundary routers

Pozn.:

Typy sa môžu prekrývať  
- všetky area border routers sú backbone routers

- **designated** router: susedí so všetkými ostatnými v LAN



# OSPF

5 typov OSPF správ (posielané v IP paketoch):

<b>Message type</b>	<b>Description</b>
Hello	Used to discover who the neighbors are
Link state update	Provides the sender's costs to its neighbors
Link state ack	Acknowledges link state update
Database description	Announces which updates the sender has
Link state request	Requests information from the partner

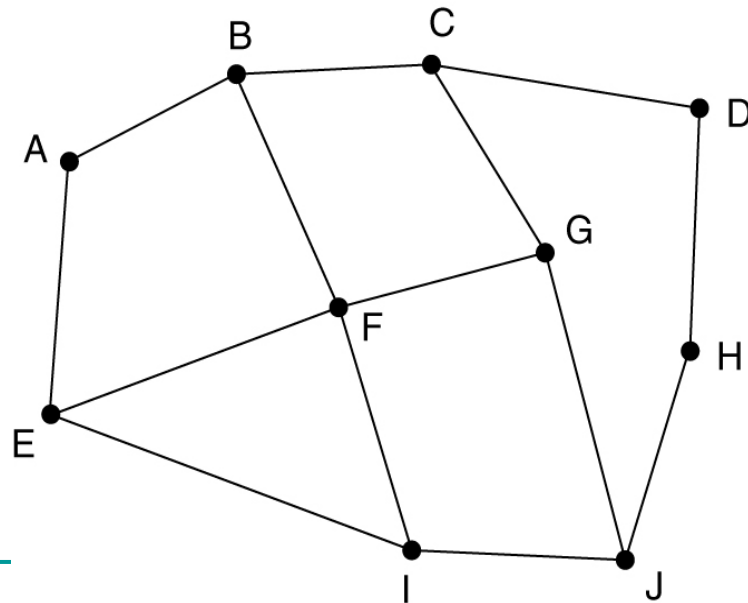
# BGP - Border Gateway Protocol

- RFC 1771-1774
- BGP patrí medzi vonkajšie smerovacie protokoly (exterior routing protocols, EGP) – medzi AS
- ohľad na politiku
- 3 kategórie sietí (z pohľadu tranzitnej prevádzky):
  - koncové - nemôžu sa použiť pre tranzitnú prevádzku
  - prepojené - použiteľné pre tranzit
  - tranzitné - s možnosťou tranzitu



# BGP

- BGP smerovače navzájom komunikujú cez TCP spojenia
- BGP je smerovanie pomocou vektorov vzdialeností ( Distance Vector Routing), ale s odlišnosťami (napr. voči RIP)
  - nepracuje len s nákladmi do každého cieľa
  - možné cesty označí nákladmi
  - cesta porušujúca jeho politiku dostane náklady=nekonečno
  - výber cesty s najnižšími nákladmi



Information F receives  
from its neighbors about D

From B: "I use BCD"  
From G: "I use GCD"  
From I: "I use IFGCD"  
From E: "I use EFGCD"

# IPv6

# IETF, 1990, hlavné ciele pre vývoj novej verzie IP

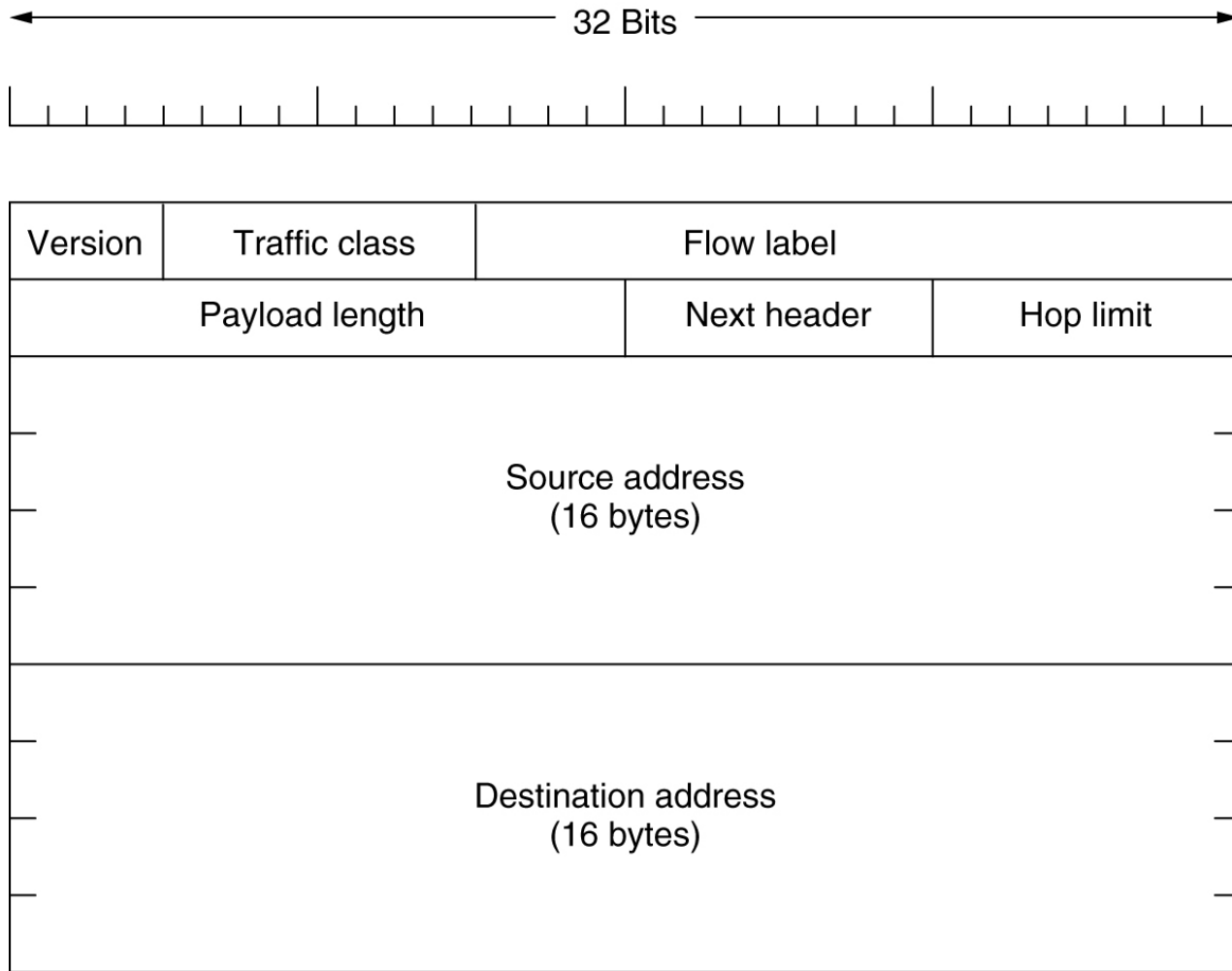
Hlavné ciele nového protokolu IPv6:

- Podpora miliárd uzlov
- Zmenšenie smerovacích tabuliek
- Zjednodušenie protokolu
- Vyššia úroveň bezpečnosti
- Pozornosť typu služby, hlavne pre dáta v reálnom čase
- Podpora multicastingu
- Možnosť uzla meniť miesto bez zmeny adresy
- Umožniť vývoj protokolu v budúcnosti
- Umožniť mnohoročnú koexistenciu starých a nových protokolov

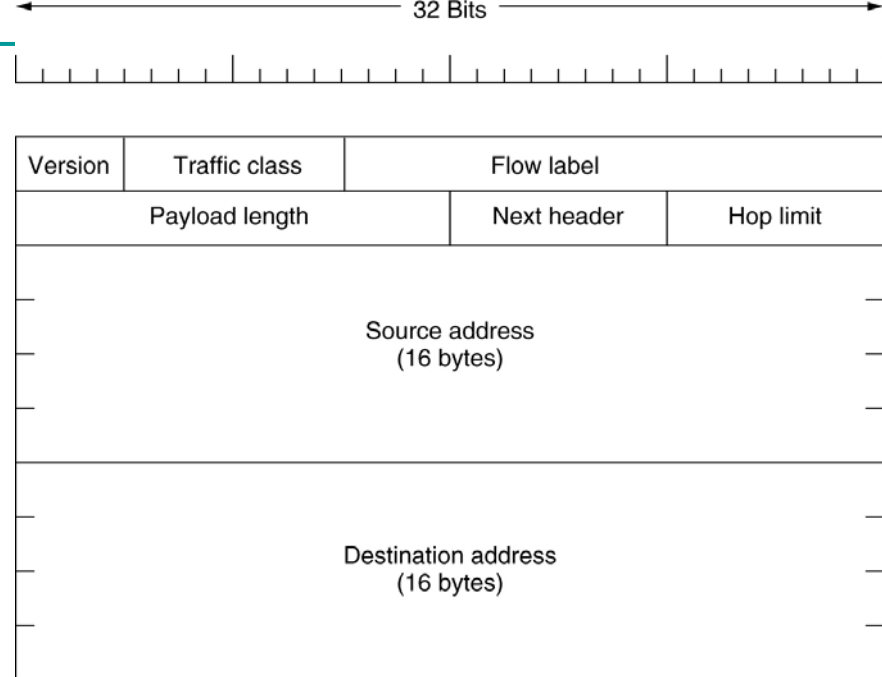
# IPv6

- všeobecne:
  - IPv6 nekomaptibilný s IPv4
  - kompatibilný s inými internetovskými protokolmi (TCP, UDP, ICMP, IGMP, OSPF, BGP, DNS)
- hlavné charakteristiky:
  - 16B adresy (voči 4B pri IPv4)
  - jednoduchšia hlavička (7 polí voči 13 pri IPv4)
  - lepšia podpora možností
  - bezpečnosť
  - kvalita služby

# Hlavička IPv6

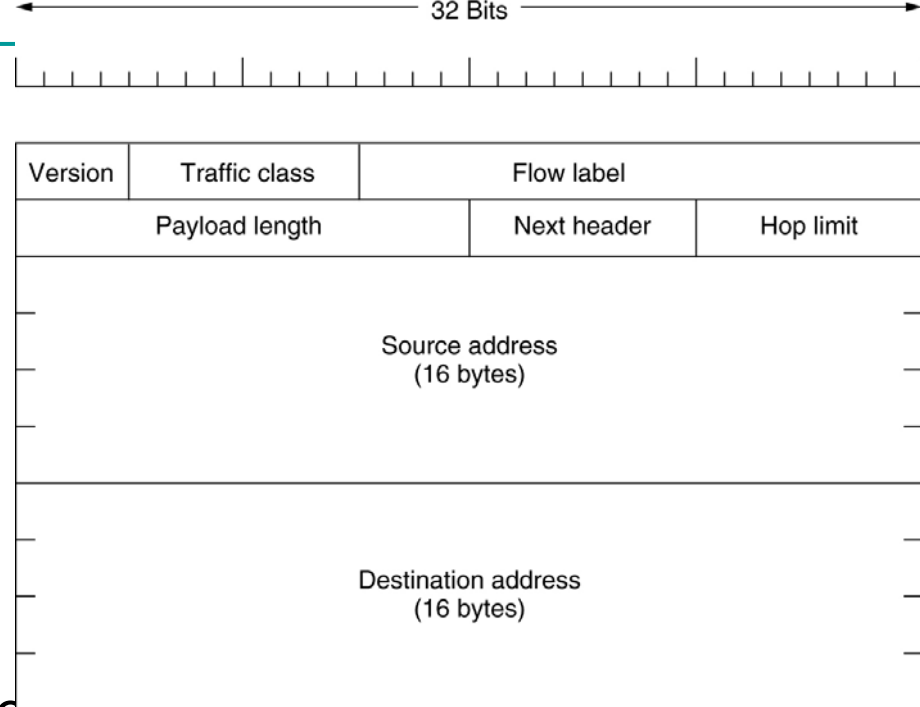


# Hlavička IPv6



- Version:
  - 6 pre IPv6
- Traffic Class:
  - rozlíšenie paketov s rôznymi požiadavkami na prenos v reálnom čase
- Flow Label:
  - spojenie zdroja a cieľa s osobitnými vlastnosťami a požiadavkami
- Payload Length:
  - počet B nasledujúcich po 40B hlavičke

# Hlavička IPv6



- Next header:
  - aká voliteľná hlavička prípadne nasleduje po povinnej ak je táto hlavička posledná, Next header určí transp. protokol
- Hop limit:
  - počet prechodov smerovačmi
- Source address, Destination address:
  - 16B

# IPv6 adresy

- zápis:

- 8 skupín 4 hexadecimálnych číslíc oddelených dvojbodkami
- 8000:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF

- zjednodušenia:

- 0123 -> 123
- náhrada jednej alebo viac skupín 16 nulových bitov dvojicou dvojbodiek  
8000::**123:4567:89AB:CDEF**
- IPv4 adresy  
::**147.175.104.52**



# IPv6 adresy

- počet IPv6 adries
  - $2^{128} \sim 3 \times 10^{38}$
  - $7 \times 10^{23}$  adries/m<sup>2</sup> (zemeguľa-pevnina aj moria)
  - RFC 3194 – aj pri najpesimistickejšom scenári využívania adries stále viac ako 1000 adries/m<sup>2</sup>

# Hlavička IPv4 <-> IPv6

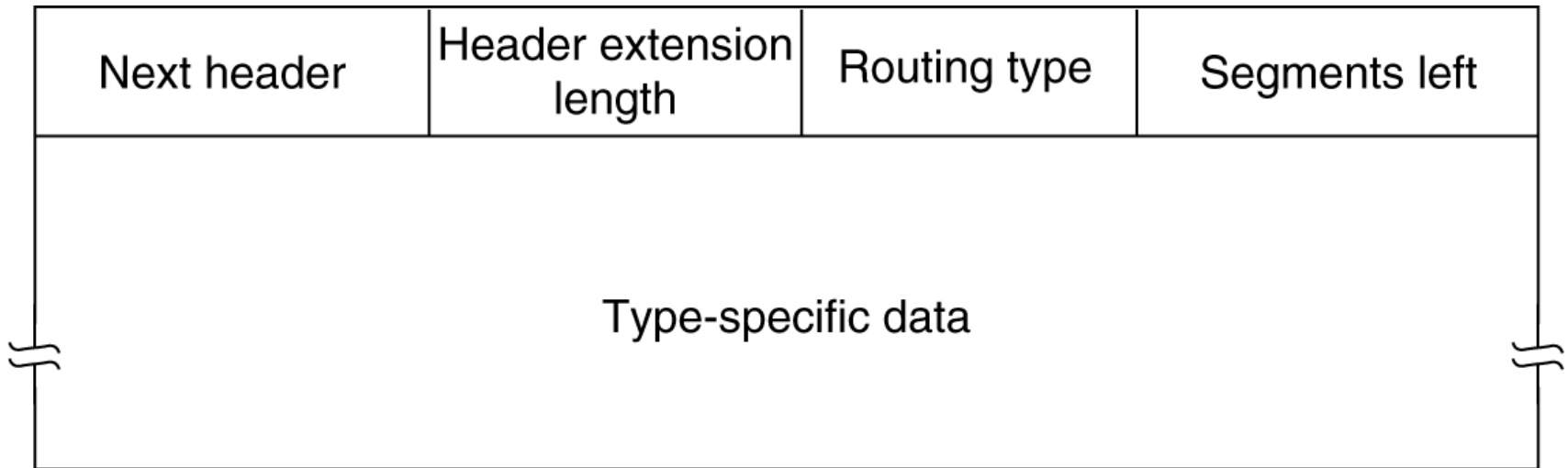
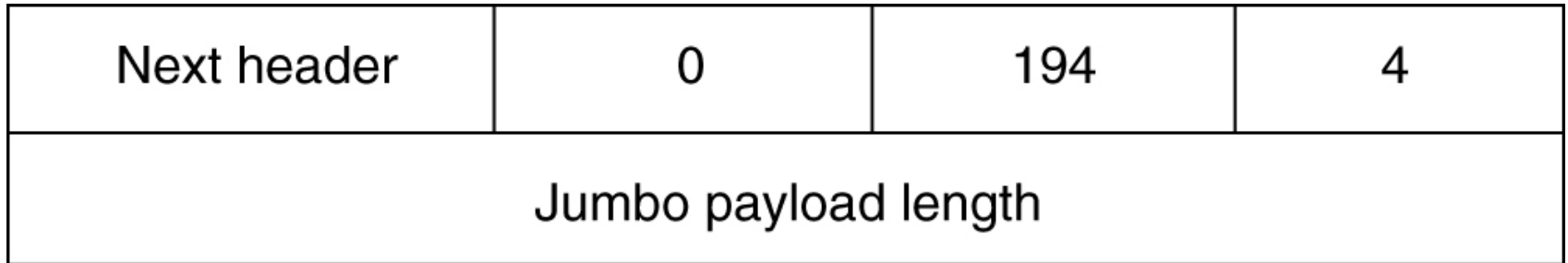
- chyba IHL
- chyba Protocol
- chýbajú všetky polia súvisiace s fragmentáciou
- chyba pole Checksum

# Rozšírenia hlavičky (Extension Headers)

- voliteľné rozšírenia
- konšt. dĺžka
- alebo polia s premenlivou dĺžkou – kódované ako (typ 1B, dĺžka 1B, hodnota 0-255B)

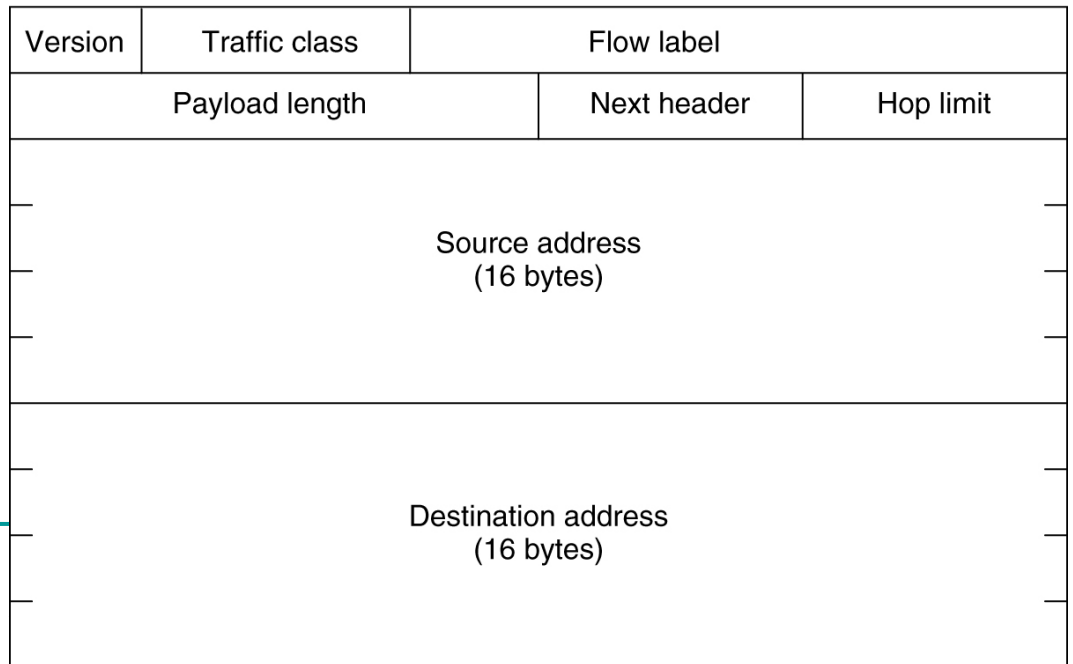
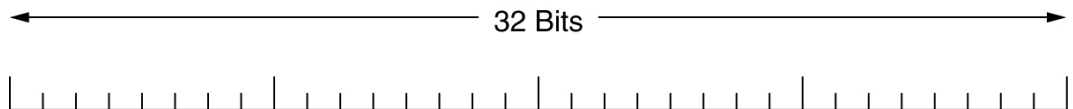
Extension header	Description
Hop-by-hop options	Miscellaneous information for routers Support for datagrams larger than 64K <b>(jumbograms)</b>
Routing	Full or partial route to follow
Fragmentation	Management of datagram fragments Similar to IPv4, but in IPv6 <b>only the sending host can fragment a packet</b>
Authentication	Verification of the sender's identity
Encrypted payload	Information about the encryption
Destination options	Additional information for the destination

# Rozšírenie hlavičky pre dlhý datagram (jumbogram) a pre smerovanie



# IPv6 - kontroverzné skutočnosti

- dĺžka adresy
- pole Hop limit
- max. veľkosť paketu
- odstránenie kontrolného súčtu
- mobilné uzly
- bezpečnosť

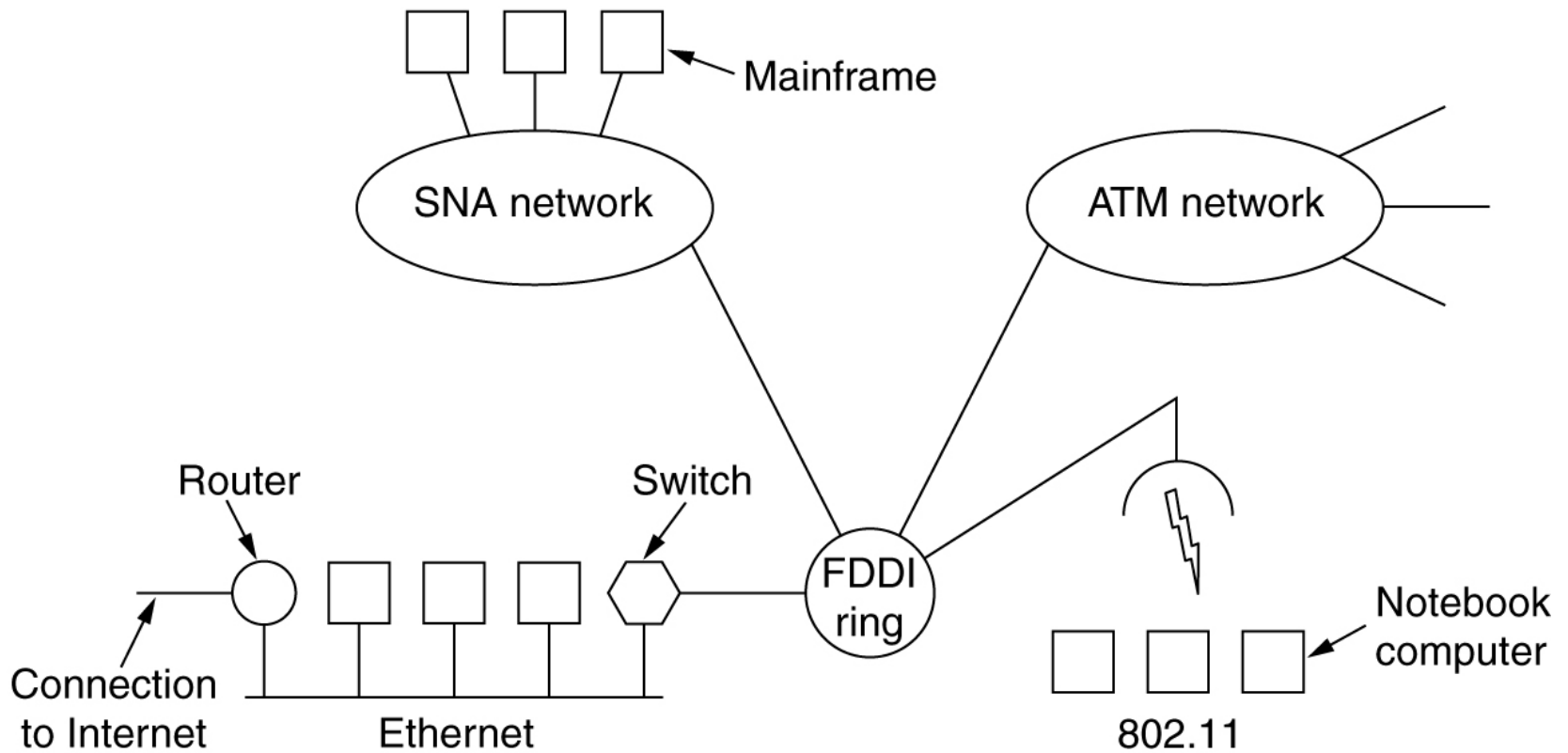


---

# Prepájanie sietí v siet'ovej vrstve

---

# Spojovanie sietí



# Odlišnosti sietí

<b>Item</b>	<b>Some Possibilities</b>
Service offered	Connection oriented versus connectionless
Protocols	IP, IPX, SNA, ATM, MPLS, AppleTalk, etc.
Addressing	Flat (802) versus hierarchical (IP)
Multicasting	Present or absent (also broadcasting)
Packet size	Every network has its own maximum
Quality of service	Present or absent; many different kinds
Error handling	Reliable, ordered, and unordered delivery
Flow control	Sliding window, rate control, other, or none
Congestion control	Leaky bucket, token bucket, RED, choke packets, etc.
Security	Privacy rules, encryption, etc.
Parameters	Different timeouts, flow specifications, etc.
Accounting	By connect time, by packet, by byte, or not at all



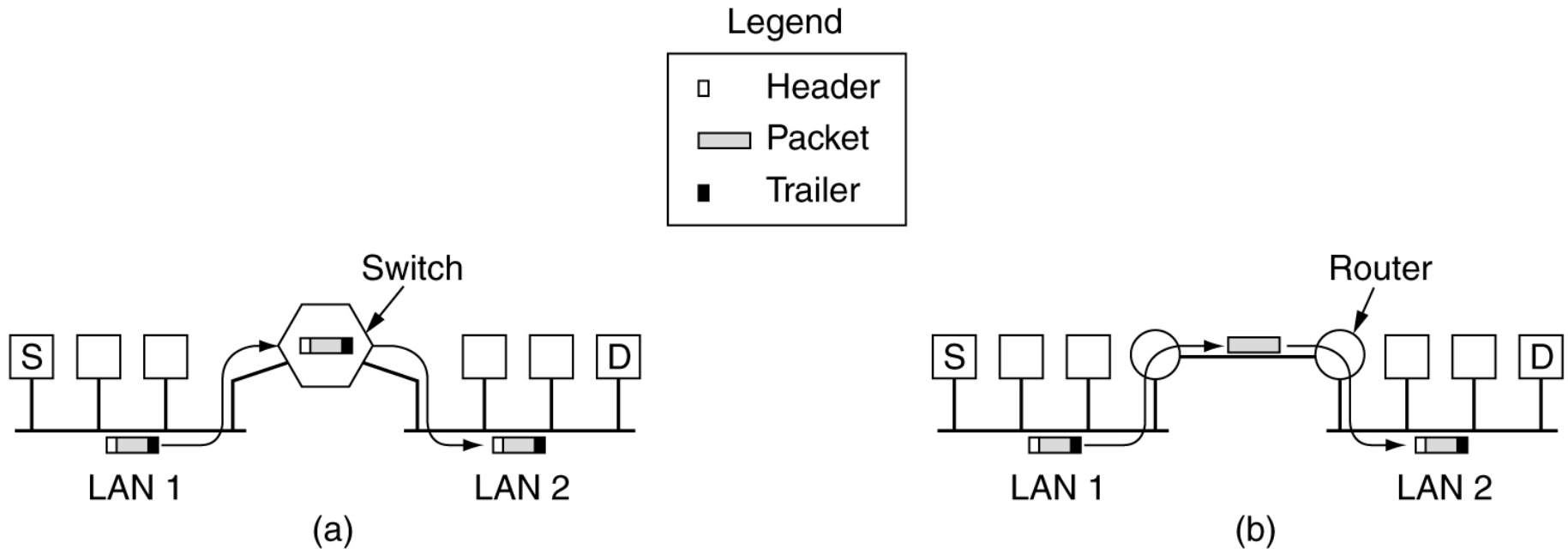
# Odlíšnosti sietí

Item	Some possibilities
Service offered	Connection-oriented versus connectionless
Protocols	IP, IPX, CLNP, AppleTalk, DECnet, etc./
Addressing	Flat (802) versus hierarchical (IP)
Multicasting	Present or absent (also broadcasting)
Packet size	Every network has its own maximum
Quality of service	May be present or absent; many different kinds
Error handling	Reliable, ordered or unordered delivery
Flow control	Sliding window, rate control, other or none
Congestion control	Leaky bucket, choke packets, etc.
Security	Privacy rules, encryption, etc.
Parameters	Different time-outs, flow specifications, etc.
Accounting	By connect time, by packet, by byte, or not at all

# Prepojenie sietí

- FYZ: opakovač, hub
- LINK: most a prepínač
- SIEŤ: smerovač, multiprotokolový smerovač
- TRANSP: transportná brána
- APL: aplikačná brána

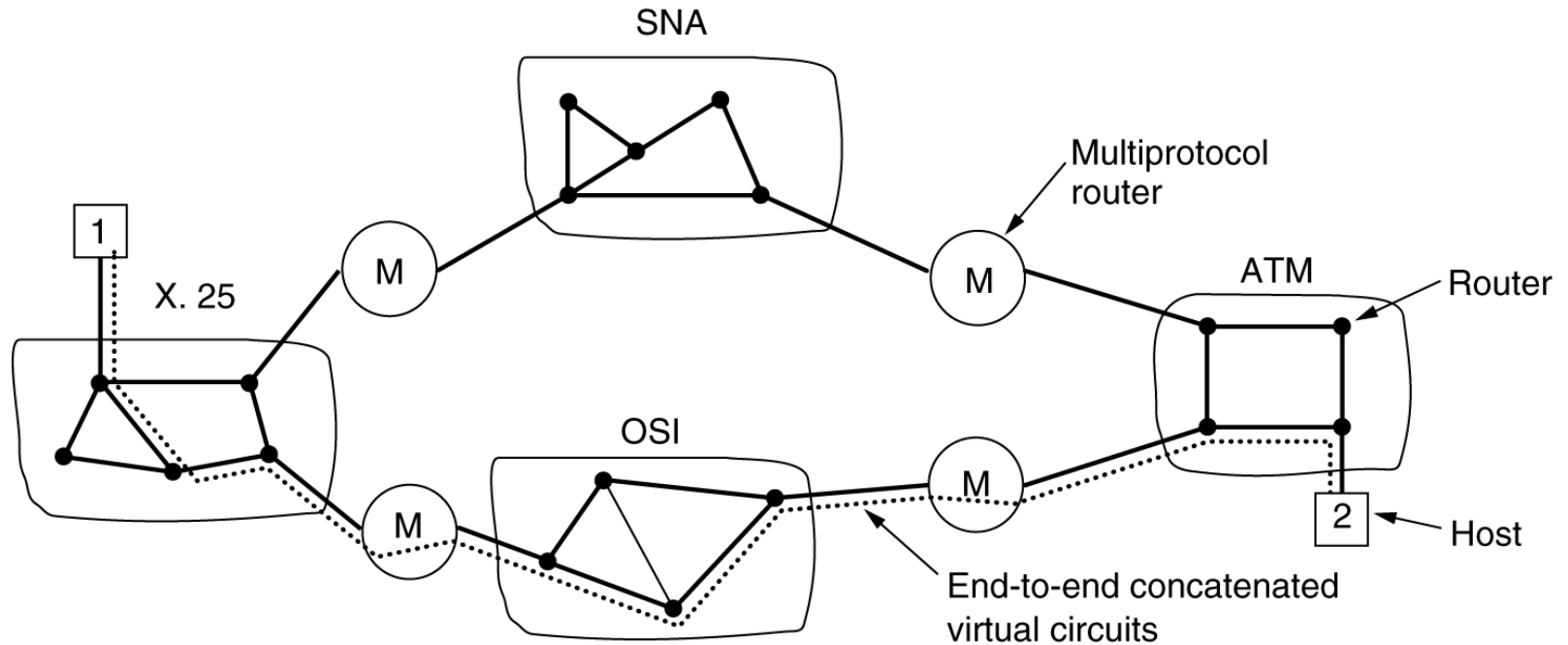
# Prepojenie v linkovej a siet'ovej vrstve



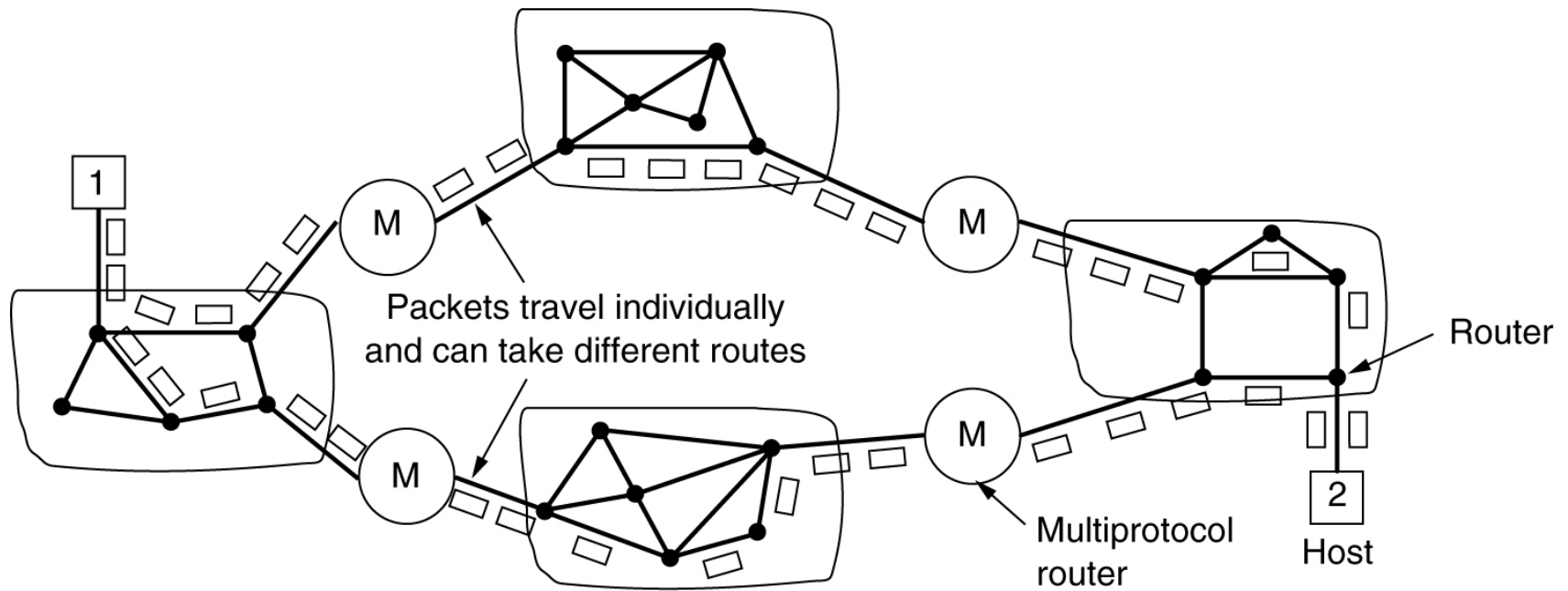
(a) Siete Ethernet prepojené prepínačom

(b) Siete Ethernet prepojené smerovačom

# Zret'azené virtuálne okruhy



# Prepájanie sietí bez spojovej orientácie

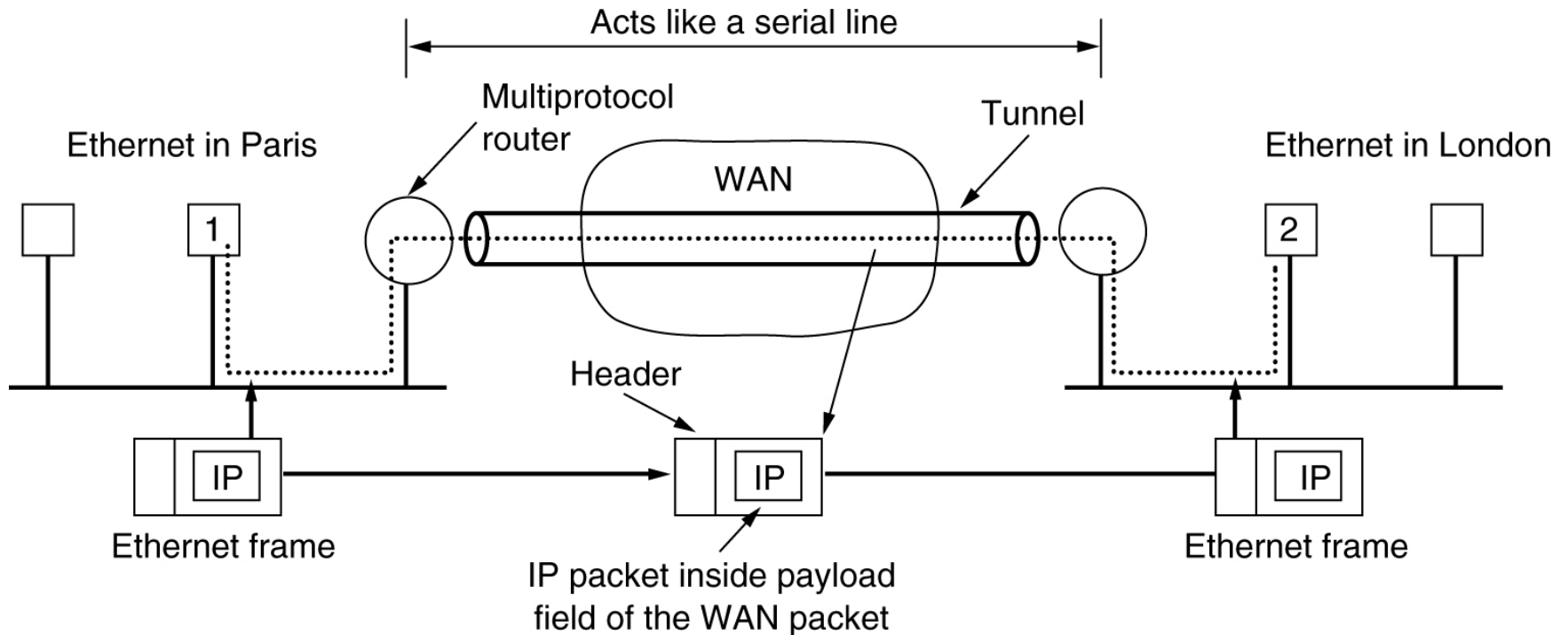


# Prepájanie sietí bez spojovej orientácie

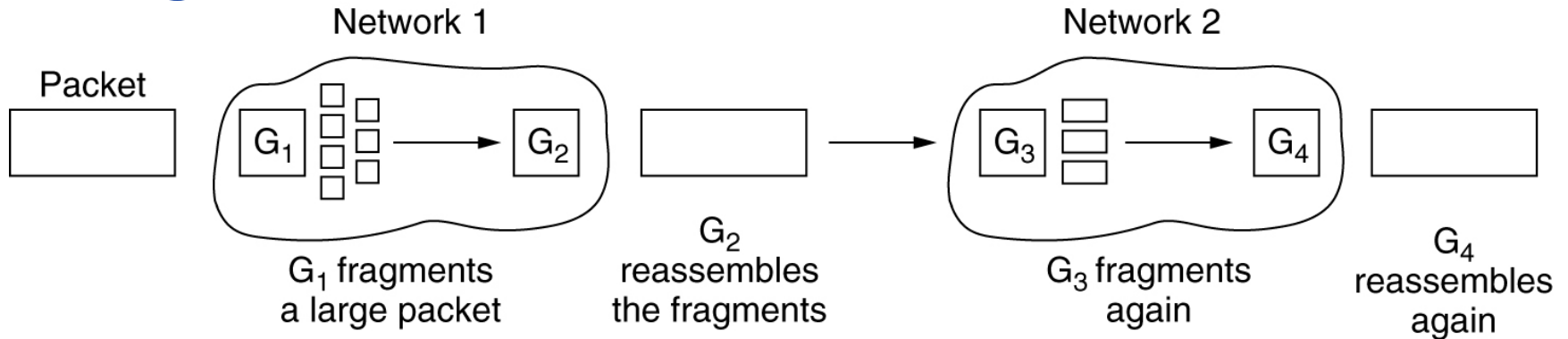
- Prepájanie sietí zreťazením virtuálnych okruhov
  - + zaistenie vyrovňovacích pamätí vopred
  - + zaručené poradie paketov
  - + krátke hlavičky paketov
  - + nie sú duplikátne oneskorené pakety
  - - smerovacie tabuľky v smerovačoch
  - - bez alternatívneho smerovania pri preťažení
  - - problémy pri poruchách smerovačov
  - - nemožnosť implementovať ak jedna z podsietí je datagramová
- Prepájanie sietí bez spojovej orientácie
  - + odolnosť voči poruchám smerovačov
  - + možnosť prepájať podsiete ktoré nepracujú s virt. okruhmi
  - - + náchylnosť k preťaženiu ale aj ľahké riešenie preťaženia
  - - dlhšie hlavičky

# Tunelovanie

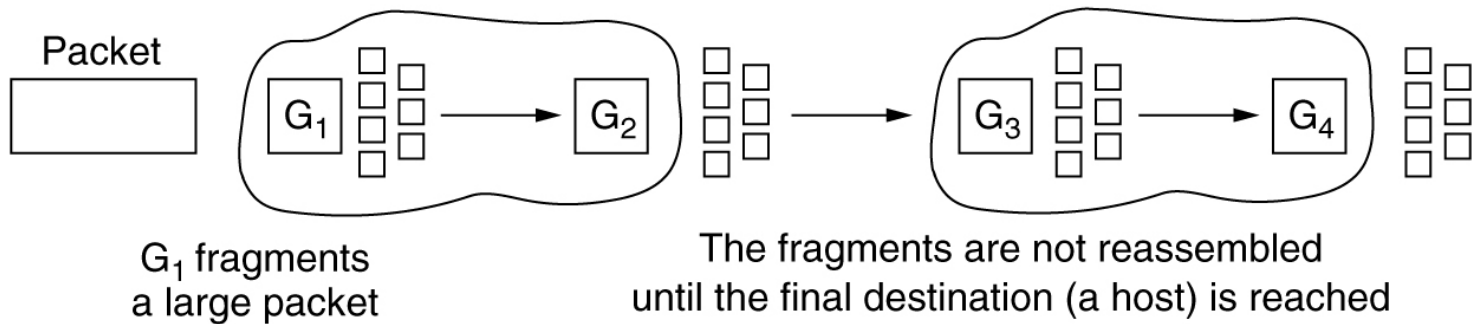
- ak zdrojová a cieľová sieť sú rovnakého typu
- WAN ako tunel medzi 2 multiprotokolovými smerovačmi:



# Fragmentácia



(a)



(b)

(a) Transparentná fragmentácia (napr. ATM)

(b) Netransparentná fragmentácia (napr. IP)