



UNIVERSITY OF ŽILINA  
Faculty of Management Science  
and Informatics

# PIKS, prednáška 5 Siet'ová vrstva

**Introduction to Networks v7** – chapters 8, 10

Mgr. Jana Uramová, PhD.

Katedra informačných sietí

Fakulta riadenia a informatiky, UNIZA



Networking  
Academy



# Obsah prednášky

- Opakovanie – L2 a Ethernet
- Protokoly sieťovej vrstvy
- Smerovanie
- Smerovače
- Konfigurácia Cisco smerovača

Netacad chapters:

- 8 Network Layer
- 10 Basic Router Configuration

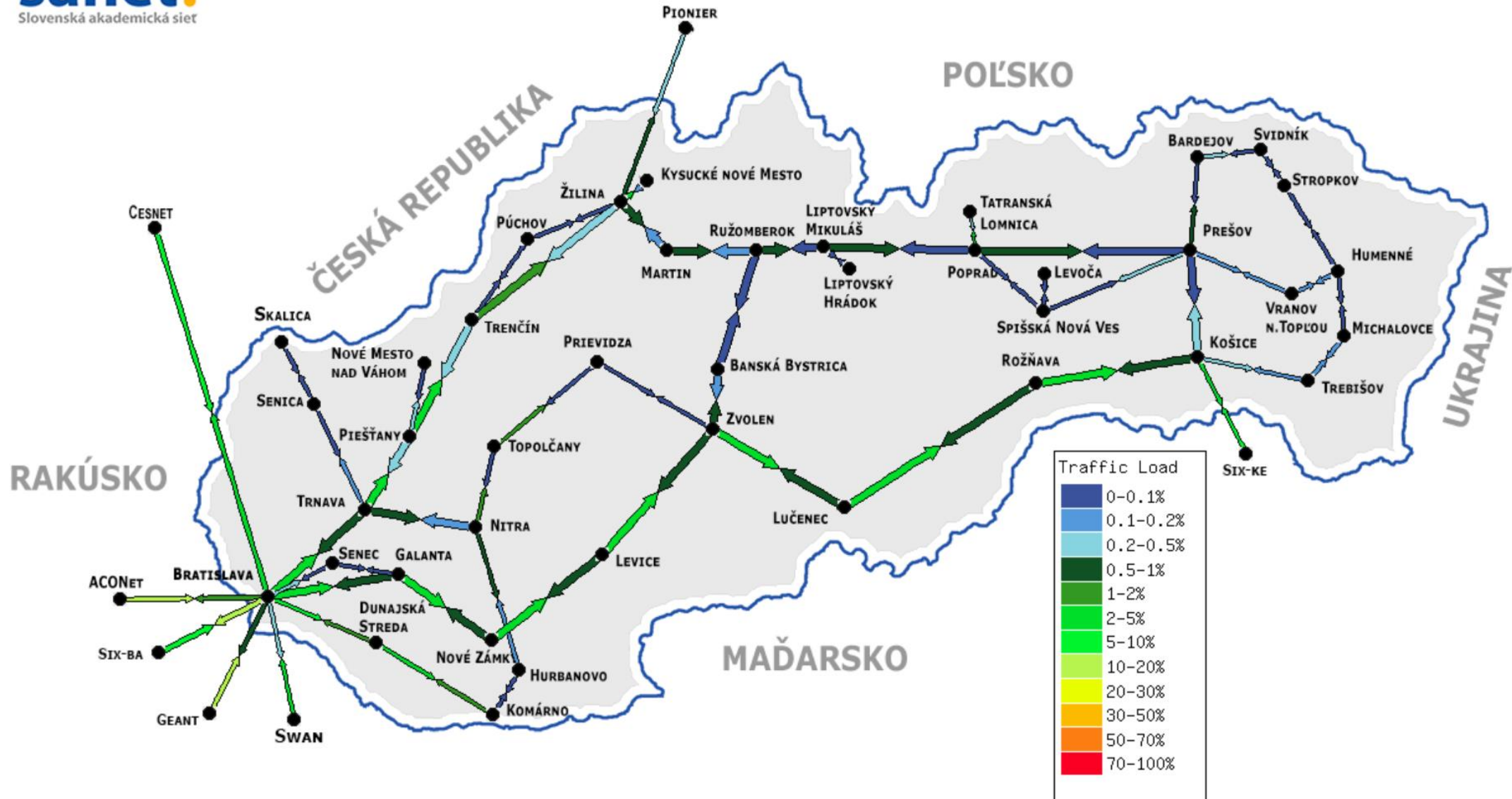


## SANET - Slovenská akademická dátová sieť (Január 2023)



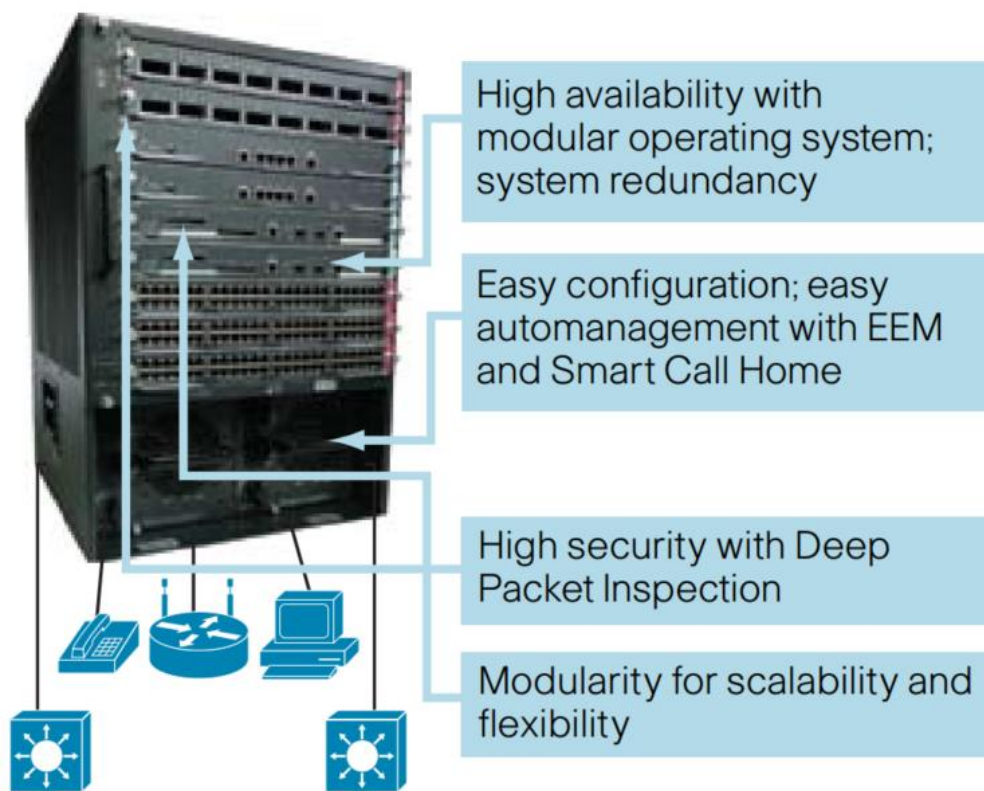
# SANET - Slovenská akademická dátová sieť

## Aktuálne zaťaženie chrbticevej siete





# Prepínače Cisco catalyst rady 6500



V predmete PIKS a nadväzujúcich predmetoch PS1, PS2, sa zameriame v rámci prepínaných sietí na konfiguráciu prepínačov nižšej rady 2600:



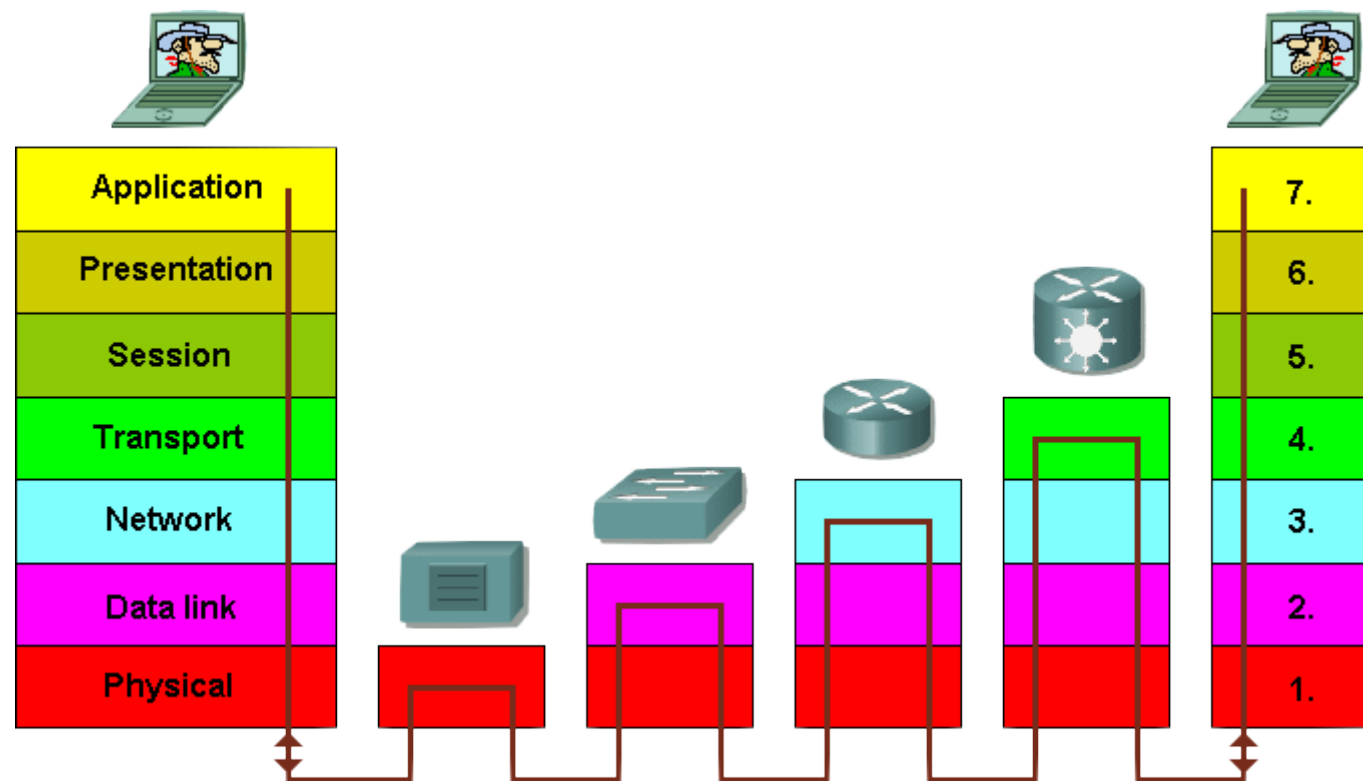
# Čo kto potrebuje prečítať z PDU

Už vieme, že:

- Medziľahlé zariadenia možno svojou hlavnou funkciou zaradiť k jednotlivým vrstvám OSI/ISO. Ktoré kam patria?
- Opakovač (hub) len preposiela signál. Vieme kam a prečo?
- Prepínač (switch) si potrebuje prečítať L2 hlavičku, aby vedel prepnúť rámec na správne výstupné rozhranie podľa cieľovej fyzickej adresy. Vieme akú tabuľku na to využíva, aj ako si ju vyplnía?

Dnes sa dozvieme:

- Prečo potrebuje smerovač čítať aj L3 hlavičku?

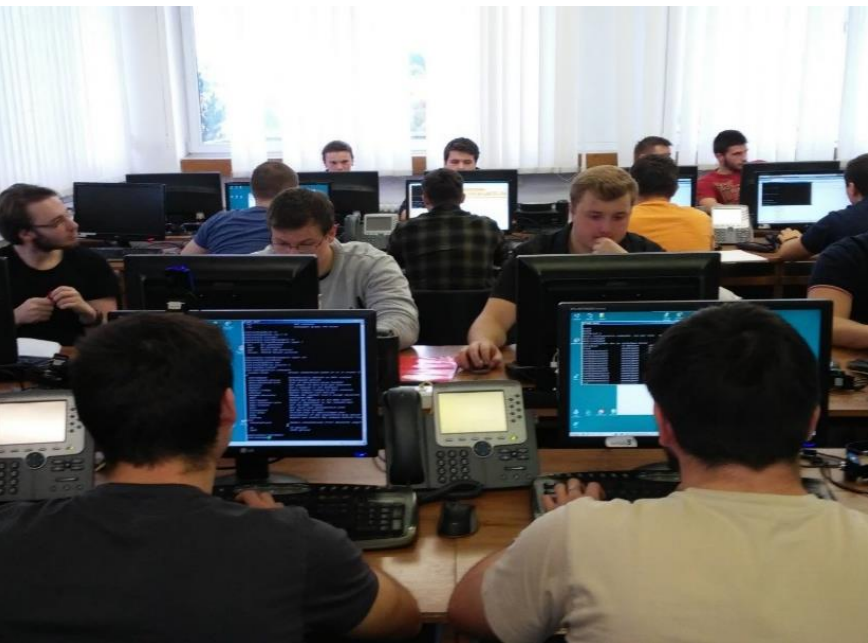




# Protokoly sieťovej vrstvy

**Na konci budeme poznať odpovede na tieto otázky:**

- Aké sú úlohy sieťovej vrstvy pri dátovej komunikácii v IKS?
- Prečo IP protokol potrebuje protokoly iných vrstiev na to, aby aplikačné dáta mali možnosť byť prenášané spoľahlivo a spojovo?
- Aké výhody má to, že IP protokol je nezávislý od typu média a použitej L2 technológie?
- Načo slúžia jednotlivé polia v hlavičke IPv4 a IPv6 paketu?
- Načo potrebuje smerovaciu tabuľku počítač a ako ju využíva?
- Ako využíva smerovaciu tabuľku smerovač?



## Siet'ová vrstva



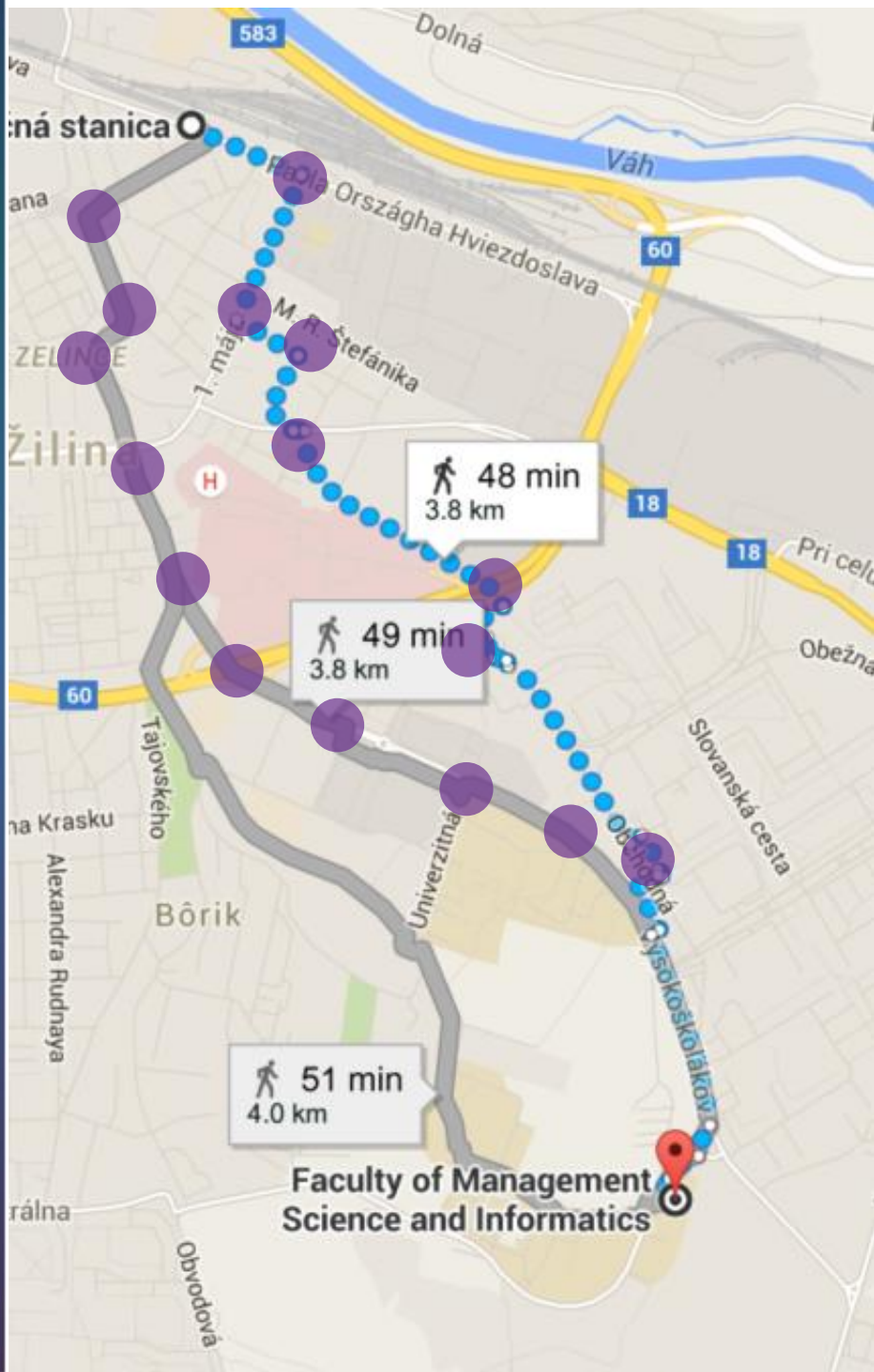
# Smerovanie (je navigácia.. tadiaľto)

Cudzinec (španiel) z MT ide na deň otvorených dverí na FRI, príde vlakom a štartuje pešo zo ŽSR, nemá GPS, ani mapu:

Domorodci, ktorých osloví, ho smerujú spôsobom:

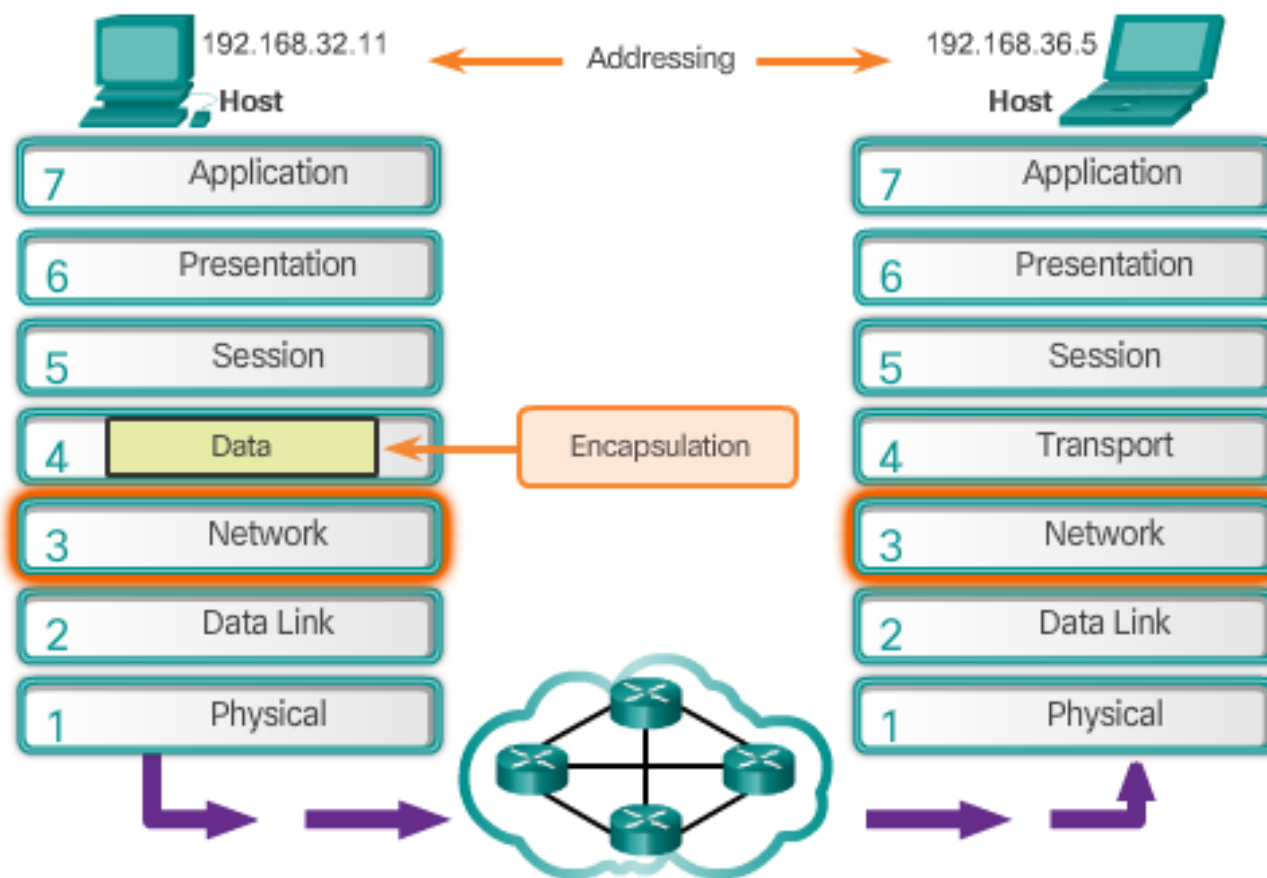
„Chod' rovno po tejto ulici (Masarička), a keď prídeš na križovatku (Hlinkovo námestie), zase sa niekoho opýtaj kadiaľ ísť.“

- zmenilo by sa niečo tým, keby mu niekto povedal na začiatku celú trasu?
- čo by sa stalo, keby na nejakej križovatke ten, ktorého žiada o ďalšie nasmerovanie, nevedel kde je FRI?
- čo by sa stalo, keby ho na nejakej križovatke niekto nasmeroval zle?
- je pri tomto spôsobe cestovania dôležité pri pýtaní sa na križovatkách uviesť danému domorodcovi, že odkiaľ vyštartoval? (že začal na ŽSR?) Prečo?
- naspäť sa rovnako pýta okoloidúcich na cestu. Má zaručené, že pôjde po tej istej trase z FRI na ŽSR, ako išiel ráno zo ŽSR na FRI? Prečo?



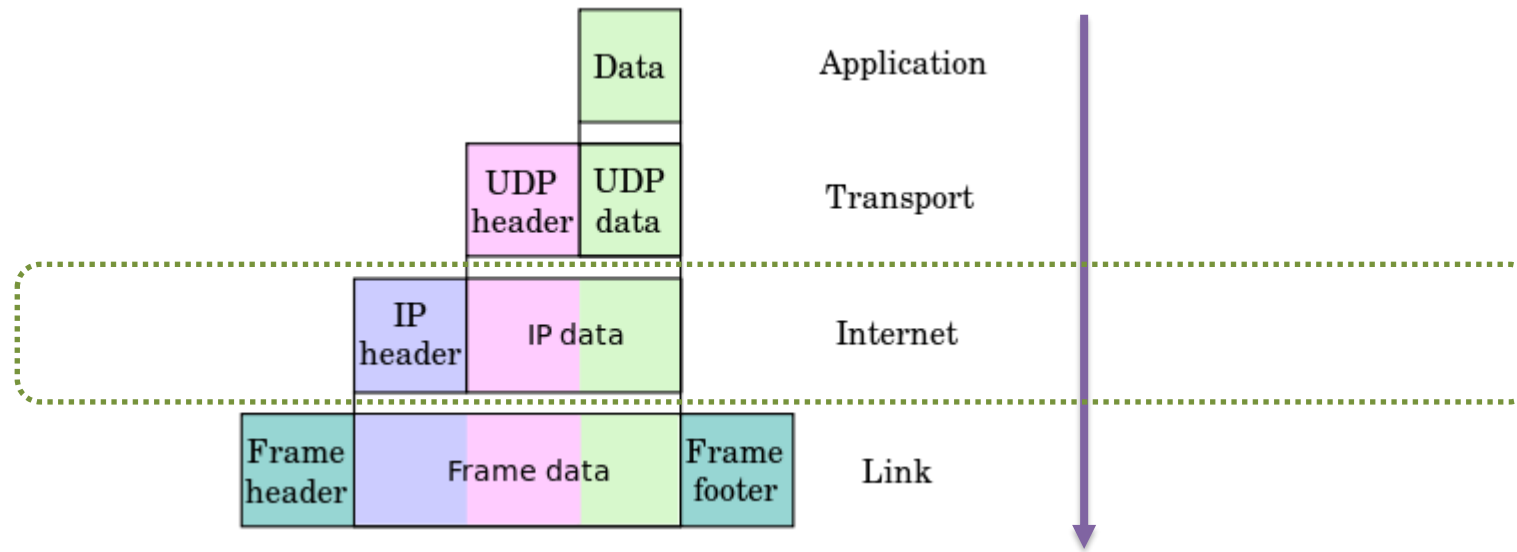
# Úlohy sieťovej vrstvy

- Sieťová vrstva je zodpovedná za doručovanie dát medzi komunikujúcimi uzlami
  - End-to-end komunikácia – uzly sa môžu nachádzať kdekoľvek
- Úlohy, ktoré sieťová vrstva rieši:
  - Enkapsulácia (segmentu prilepí IP hlavičku)
  - Logické adresovanie sietí a staníc v nich
  - Hľadanie cesty do každej existujúcej cieľovej siete
  - Doručovanie dát vo forme paketov po najlepších cestách cieľovému uzlu (smerovanie)
  - De-enkapsulácia (spracuje sa info z IP hlavičky)



# Zapúzdrenie na L3 = tvorba IP paketu

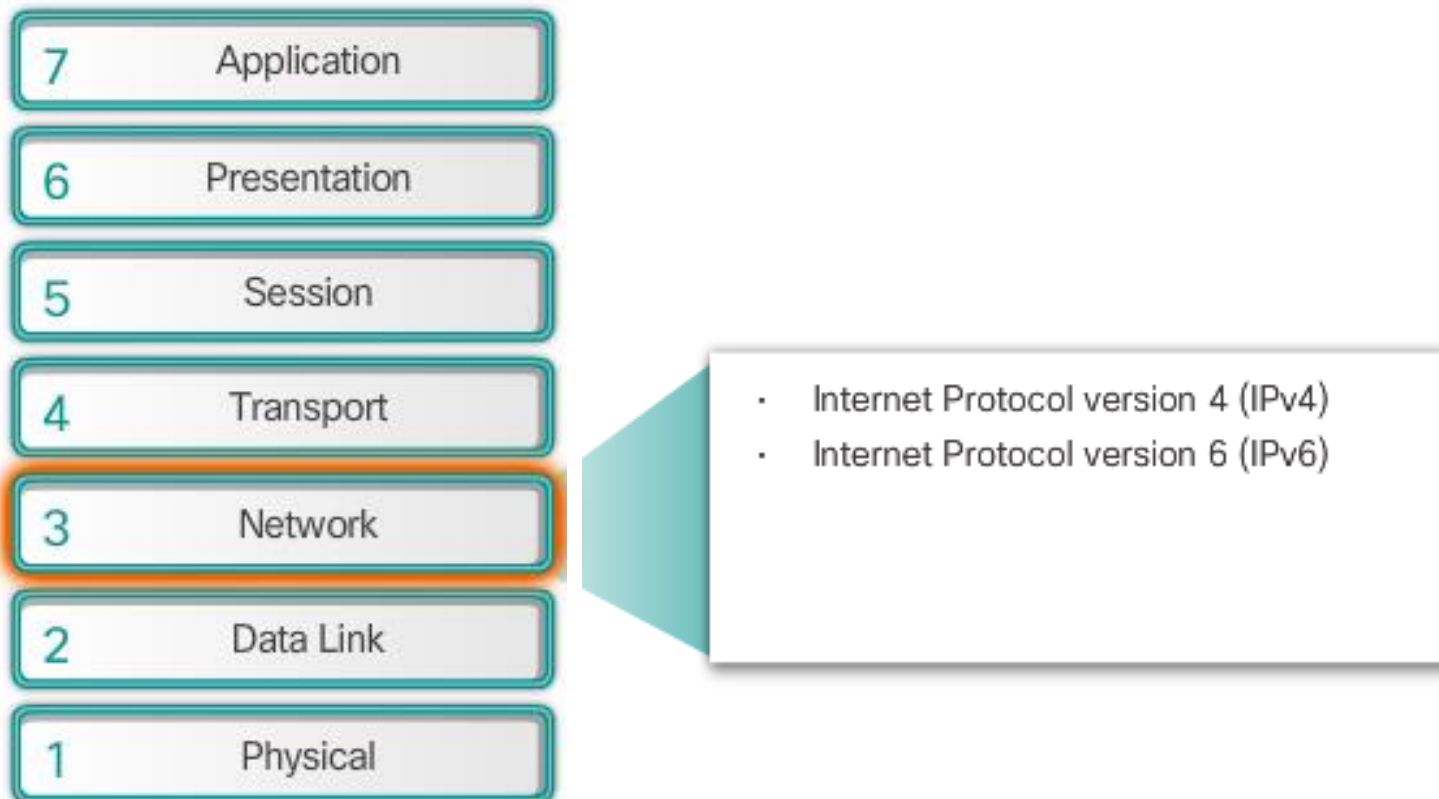
- Transportná vrstva (L4) **odosielajúcej** stanice segmentuje dáta aplikačnej vrstvy (L7) a pridáva každému segmentu hlavičku, aby prijímajúca stanica vedela znovu poskladať segmenty do správneho poradia a predať aplikačnej vrstve kompletne prenesené dáta



- Sieťová vrstva (L3) **odosielajúcej** stanice si prevezme segment pripravený vyššou vrstvou - transportnou (L4) a zapúzdri ho = pridá k nemu IP hlavičku (v tej musí dôkladne vyplniť potrebné polia, aby takýto paket mohol byť neskôr prenesený cez celú IP sieť až k príjemcovi), čím vznikne IP paket, ktorý ďalej predá protokolu linkovej vrstvy na spracovanie.

# Úlohy sieťovej vrstvy

- Ktorý protokol je v súčasnosti v TCP/IP protokole sieťovej vrstvy?
- V akých verziách sa dnes vyskytuje?





# Vlastnosti IP protokolu



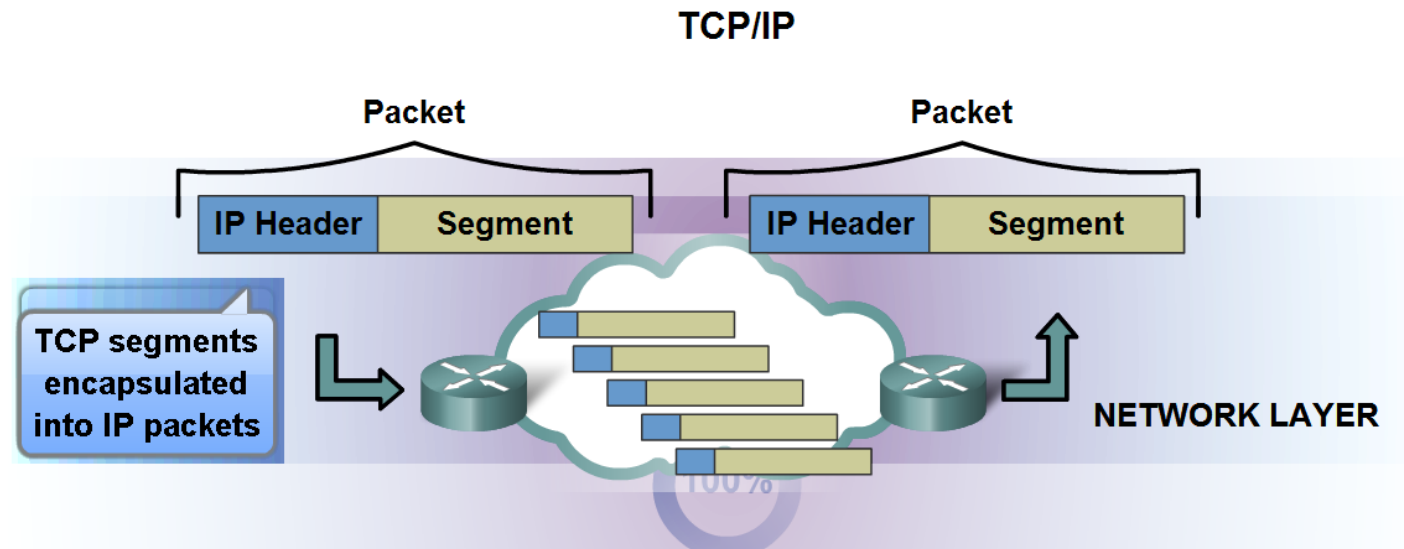
# Vlastnosti IP protokolu

- Bol navrhnutý tak, aby poskytoval iba funkcie potrebné pre doručenie paketov zo zdroja do cieľa, s čo najmenšími režijnými informáciami
- Preto bol navrhnutý ako protokol:
  - Nespojovaný
  - Nespoľahlivý
  - Nezávislý od linkovej technológie a media

*Connectionless*

*Best-effort*

*Media independent*



# IP - nespojovaný protokol (connectionless)

(paralela s poštovou službou bez notifikácie príjemcu o odoslaní listu)



A letter is sent.

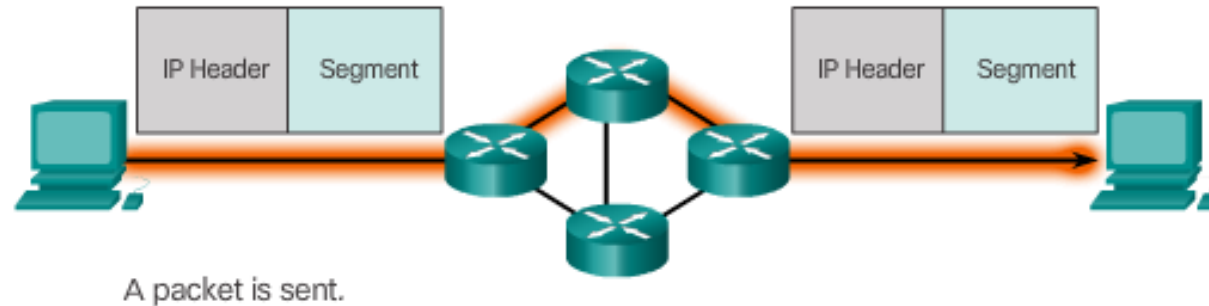
## odosielateľ nevie (môže len tušiť):

- Či príjemca bude na danej adrese
- Či sa list naozaj doručí
- Či príjemca bude vedieť prečítať list

## Príjemca nevie (môže len odhadovať):

- Kedy mu list príde

# IP - nespojovaný protokol (connectionless)



## Odosielateľ nevie:

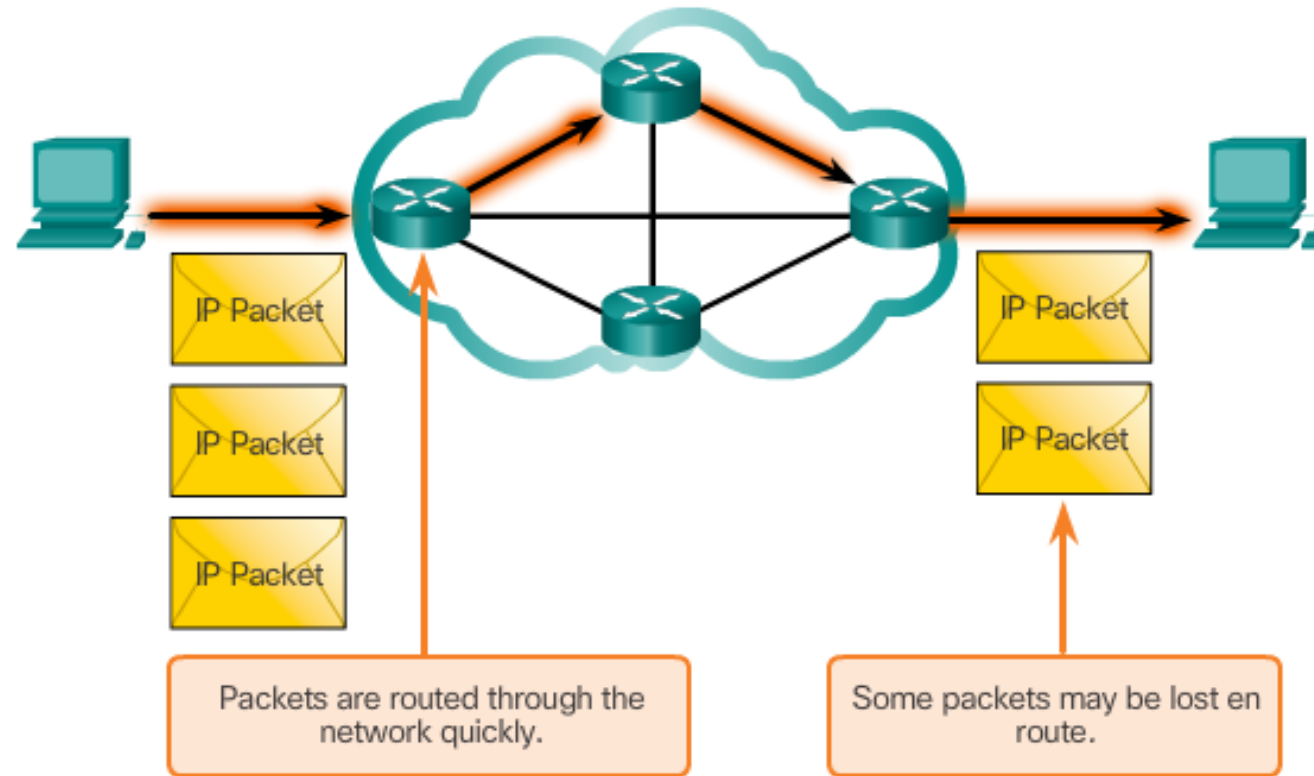
- Či príjemca je prítomný
- Či sa paket naozaj doručí
- Či príjemca bude vedieť prečítať (rozbaľiť) paket

## Príjemca nevie:

- Kedy mu paket príde

- Kto ale potom zabezpečí spojoivo orientovaný prenos, ak je to potrebné pre danú aplikáciu ? (kto vytvorí spojenie medzi odosielateľom a príjemcom?)
- Je nespojovanosť nevýhodou?

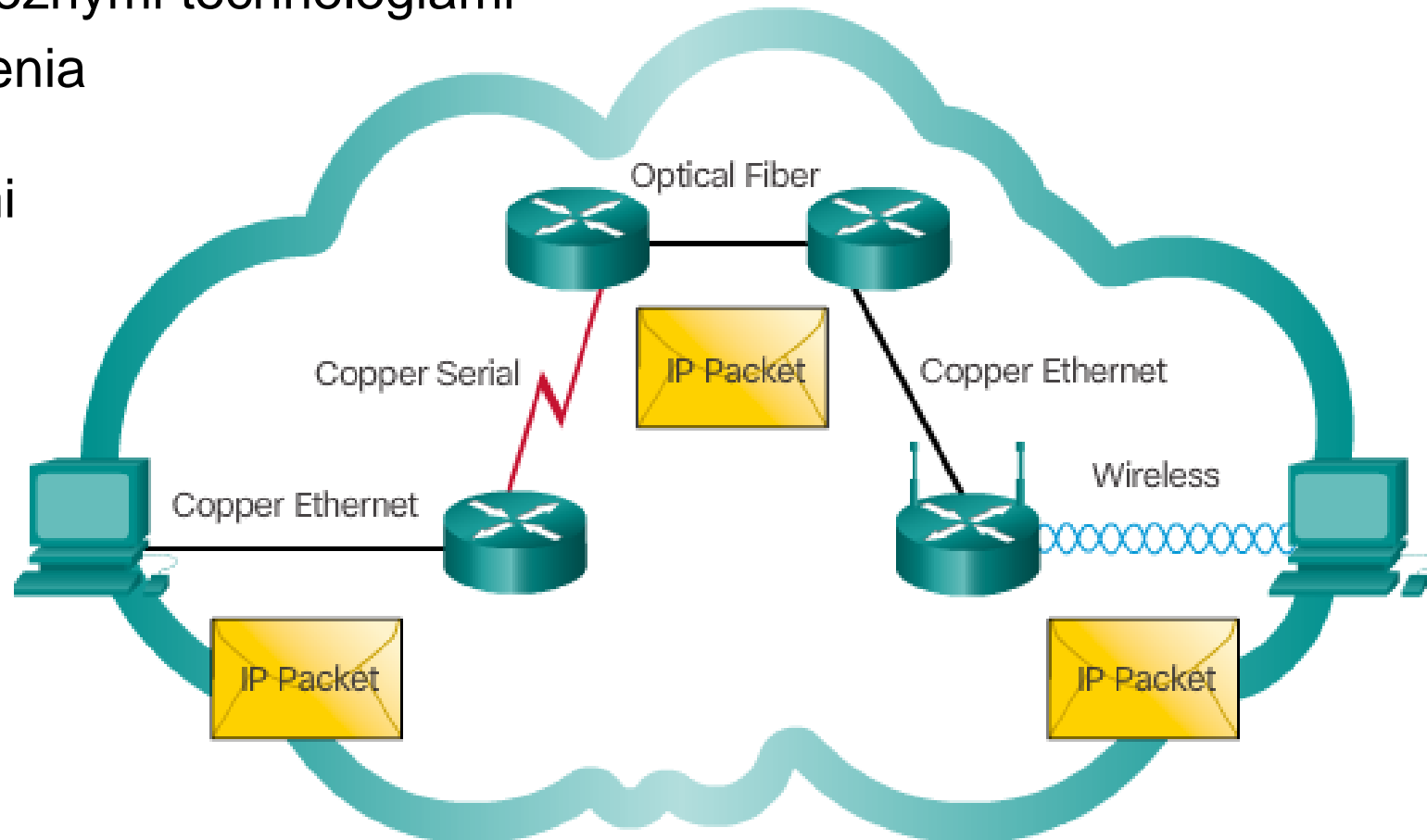
# IP - nespoľahlivý protokol (best effort)



- Negarantuje doručenie paketov
- Kto ale potom zabezpečí spoľahlivosť prenášaných paketov, ak je to potrebné pre danú aplikáciu?
- Je nespoľahlivosť nevýhodou?

# IP – nezávislý od L2 technológie a média

- Veľkou výhodou IP je jeho nezávislosť od linkovej technológie a média
  - Vďaka tomu môže IP sprostredkovať komunikáciu medzi koncovými uzlami, ktoré sú k sieti pripojené rôznymi technológiami
  - Takisto medziľahlé zariadenia bývajú vzájomne spojené rozmanitými technológiami a médiami
  - Nezávislosť IP od týchto technických detailov je základom úspechu internetu





# IP – nezávislý od L2 technológie a média

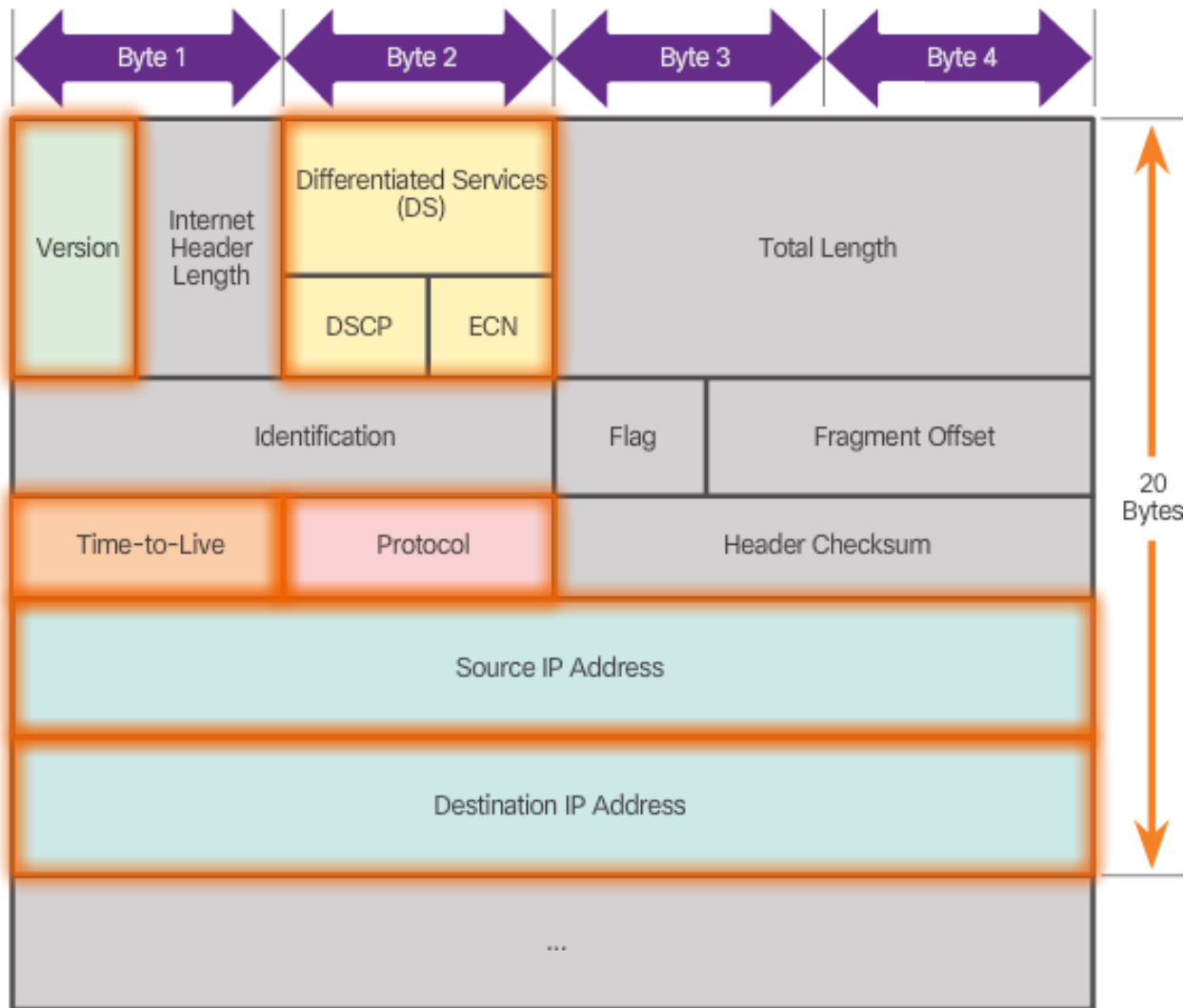
Len pre predstavu o hodnotách MTU:

Médium	MTU	Poznámky
Ethernet v2	1500	Nearly all IP over Ethernet implementations use the Ethernet V2 frame format.
Ethernet with LLC and SNAP, PPPoE	1492	
Ethernet Jumbo Frames	1501 - 9198	The limit varies by vendor. For correct interoperation, the whole Ethernet network must have the same MTU. Jumbo frames are usually only seen in special-purpose networks.
PPPoE over Ethernet v2	1492	= Ethernet v2 MTU (1500) - PPPoE Header (8)
PPPoE over Ethernet Jumbo Frames	1493 - 9190	= Ethernet Jumbo Frame MTU (1501 - 9198) - PPPoE Header (8)
WLAN (802.11)	7981	



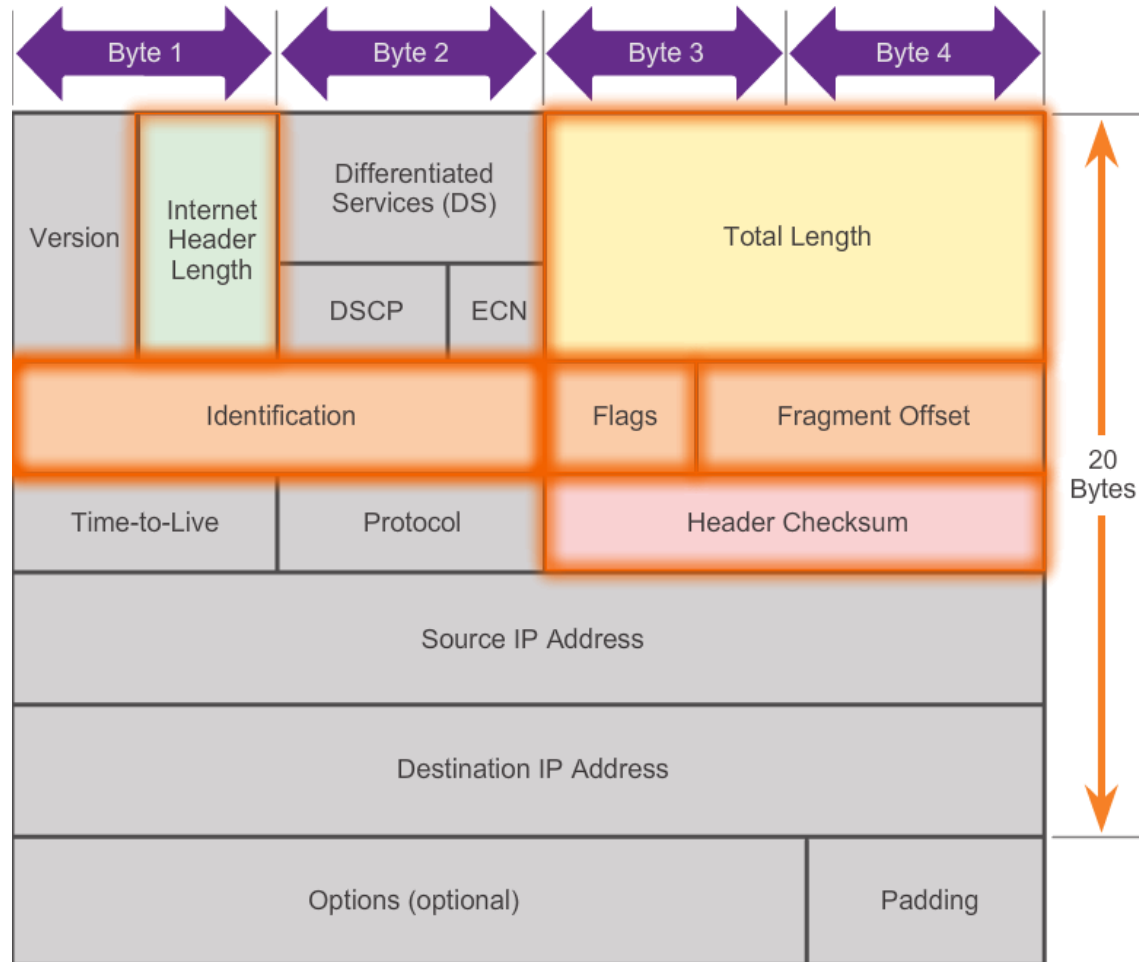
## Formát hlavičky IPv4 paketu

# Formát hlavičky IPv4 paketu



- **Version** = 0100 (IPv4)
- **DS** = priorita paketu
- **TTL** = Životnosť paketu [počet preskokov]
- **Protocol** = kód pre identifikáciu protokolu vyššej vrstvy, ktorý je zabalený v IP pakete (napr. TCP=6, UDP=17, ICMP=1)
- **Source IP Address** = kto je zdroj paketu
- **Destination IP Address** = kto je cieľ paketu

# Formát hlavičky IPv4 paketu

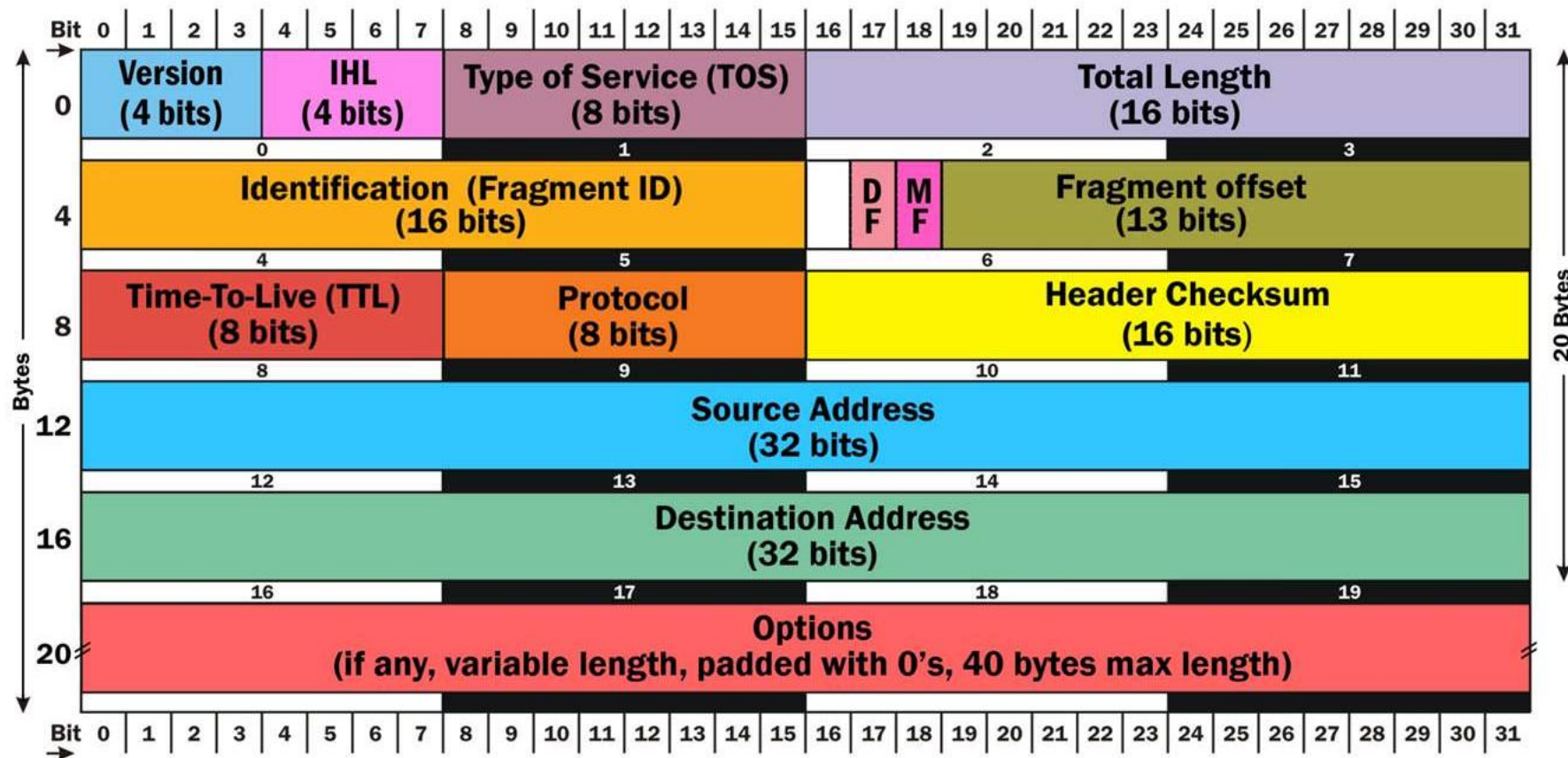


- **IHL** – nemusí mať vždy 20 B, máme totiž k dispozícii pole „Options“ = voliteľné položky
- **Total Length** – celková veľkosť IP paketu (hlavička/header + telo/payload)
- **Header Checksum** = detekcia chýb pri prenose
- **Identification** (identifikácia fragmentu, ak bol paket fragmentovaný (rozdelený na menšie kusy))
- **Flags: DF (dont fragment)** = 1, ak nechcem paket nechať fragmentovať, DF=0 ak mi je to jedno, **MF (more fragments)** = 1 ak tento fragment nie je posledný v rade, MF=0 ak je posledný
- **Fragment Offset** = pozícia na ktorú patrí daný fragment v pôvodnom pakete, FO=0 ak je to prvý fragment, udáva sa v násobkoch 8 bitov

# Formát hlavičky IPv4 paketu

(aj s veľkosťami jednotlivých polí)

- Minimálna (štandardná) veľkosť IP hlavičky je 20 B (poradie bajtov 0 až 19):





# Pole Fragment Offset v hlavičke IPv4

- Príklad obsahu polí „Fragment offset“ pri fragmentácii IP paketu:

## Example

- 4000 byte datagram
- MTU = 1500 bytes

1480 bytes in data field

offset =  
 $1480/8$

length	ID	fragflag	offset
=4000	=x	=0	=0

One large datagram becomes several smaller datagrams

length	ID	fragflag	offset
=1500	=x	=1	=0

length	ID	fragflag	offset
=1500	=x	=1	=185

length	ID	fragflag	offset
=1040	=x	=0	=370

# IPv4 hlavička – Wireshark

113 35.888469000 fe80::1 fe80::6ce4:4b68:ICMPv6 86 Neighbor Sol  
114 35.888703000 fe80::6ce4:4b68:fe80::1 ICMPv6 86 Neighbor Adve  
115 37.897910000 192.168.100.4 91.235.52.39 HTTP 1342 GET /zive?tt=  
116 37.906968000 91.235.52.39 192.168.100.4 TCP 60 80→56185 [ACK

Ethernet II, Src: IntelCor\_e7:0e:37 (d0:7e:35:e7:0e:37), Dst: HuaweiTe\_be:  
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.100.4 (192.168.100.4), Dst: 91.2  
Version: 4  
Header Length: 20 bytes  
Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00: Not-E  
0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0x00)  
.... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not-ECT (Not ECN-Capable T  
Total Length: 1328  
Identification: 0x7886 (30854)  
Flags: 0x02 (Don't Fragment)  
0... .... = Reserved bit: Not set  
.1.. .... = Don't fragment: Set  
..0. .... = More fragments: Not set  
Fragment offset: 0  
Time to live: 128  
Protocol: TCP (6)  
Header checksum: 0xc882 [validation disabled]  
Source: 192.168.100.4 (192.168.100.4)  
Destination: 91.235.52.39 (91.235.52.39)  
[Source GeoIP: Unknown]  
[Destination GeoIP: Unknown]  
Transmission Control Protocol, Src Port: 56185 (56185), Dst Port: 80 (80),  
Hypertext Transfer Protocol

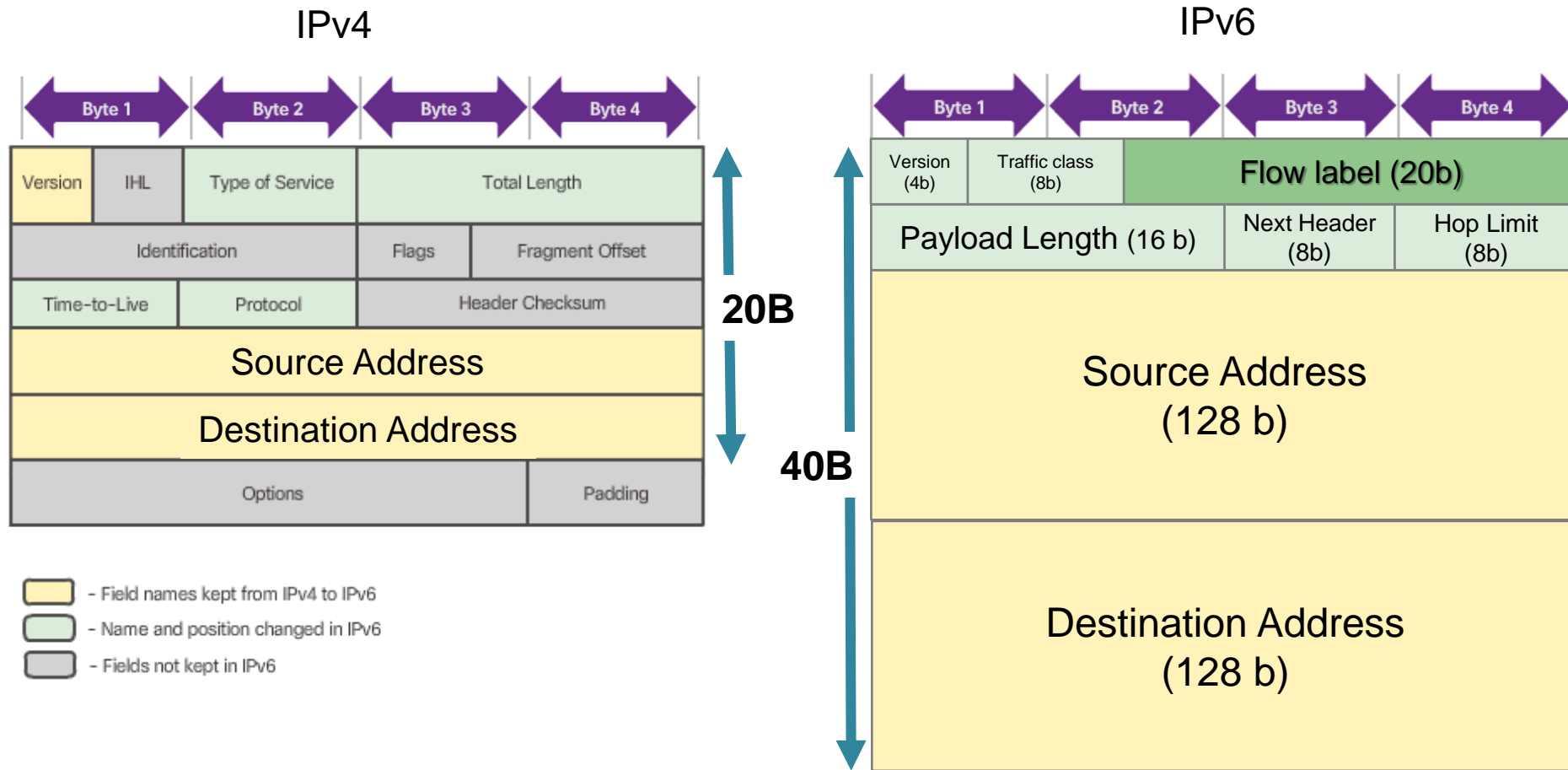
0000 fc e3 3c be 0b 27 d0 7e 35 e7 0e 37 08 00 45 00 ..<..'~ 5..7..E.  
0010 05 30 78 86 40 00 80 06 c8 82 c0 c8 64 04 5b 0b 0x @ .~ d [



## Formát hlavičky IPv6 paketu



# Porovnanie IPv4 a IPv6 hlavičiek

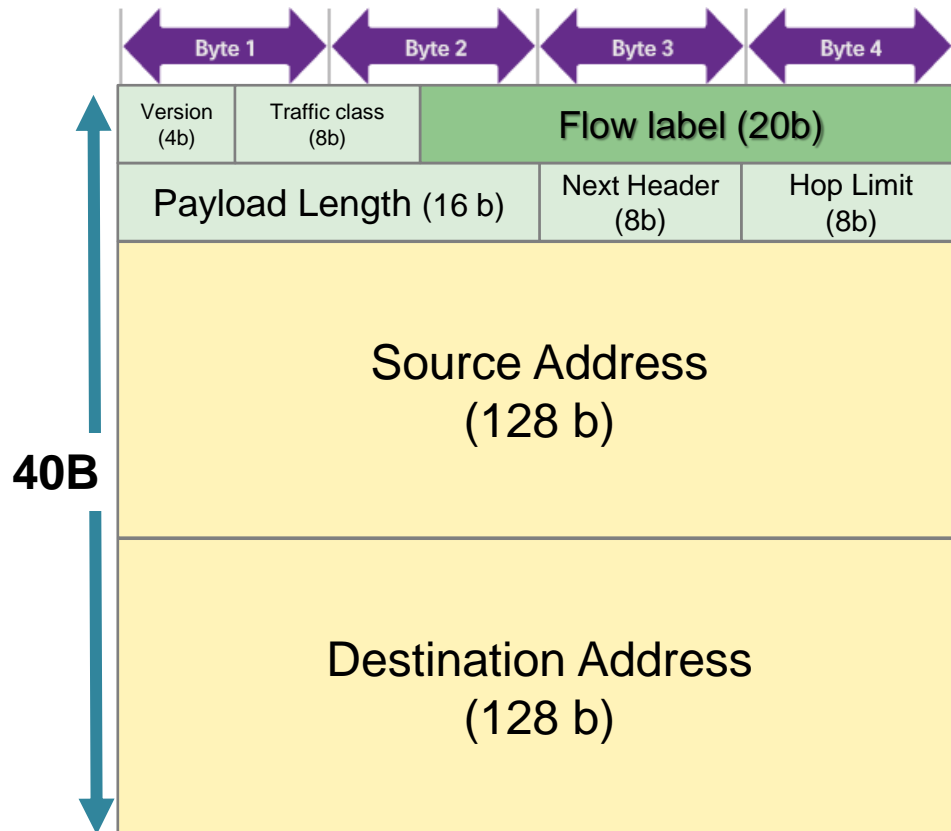


- Field names kept from IPv4 to IPv6
- Name and position changed in IPv6
- Fields not kept in IPv6

- Legend**
- Field names kept from IPv4 to IPv6
  - Name and position changed in IPv6
  - New field in IPv6



# IPv6 hlavička

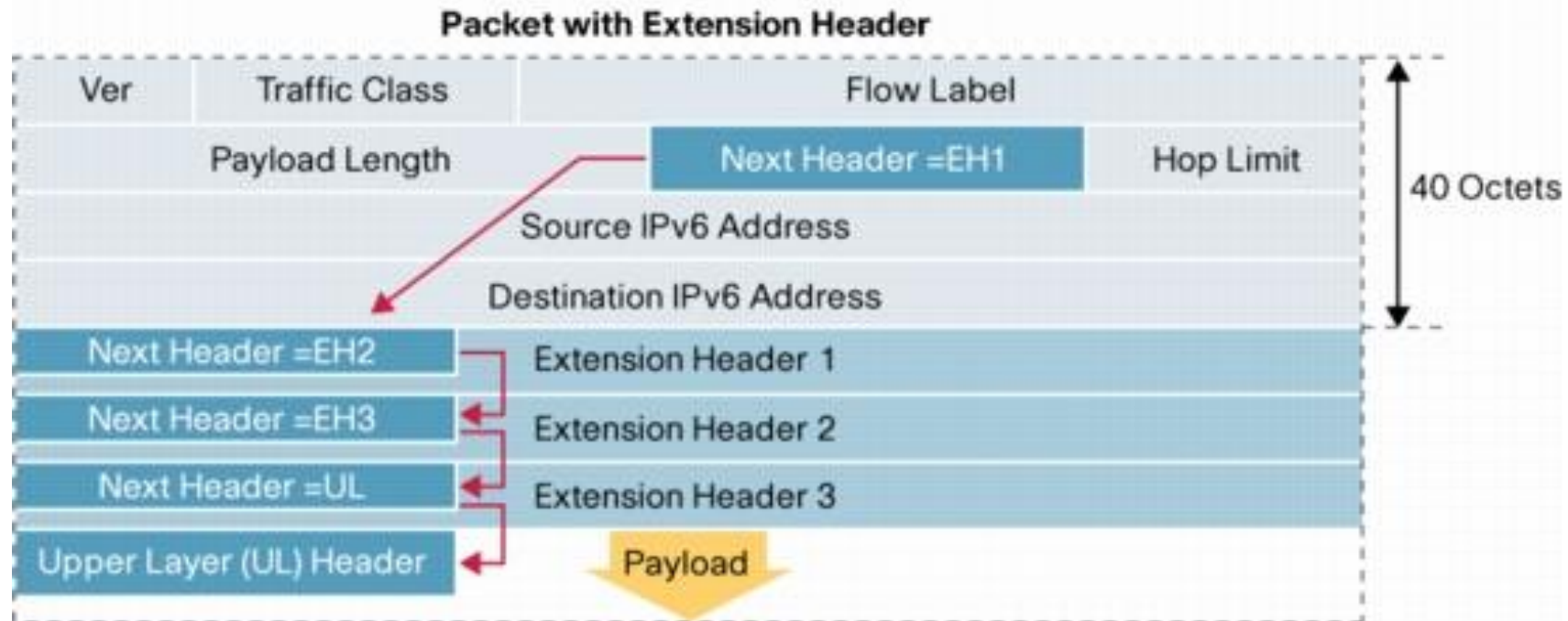
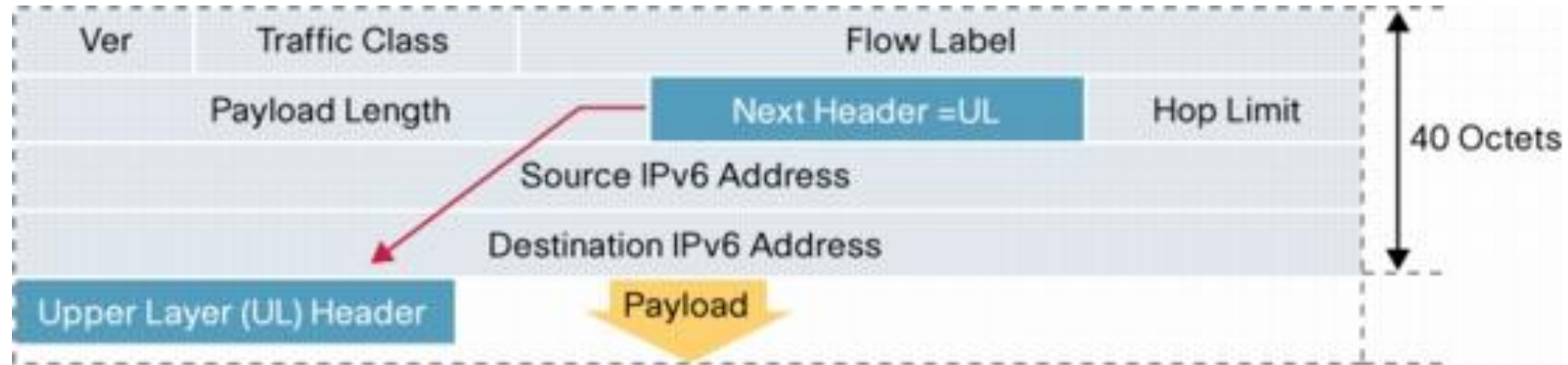


## Legend

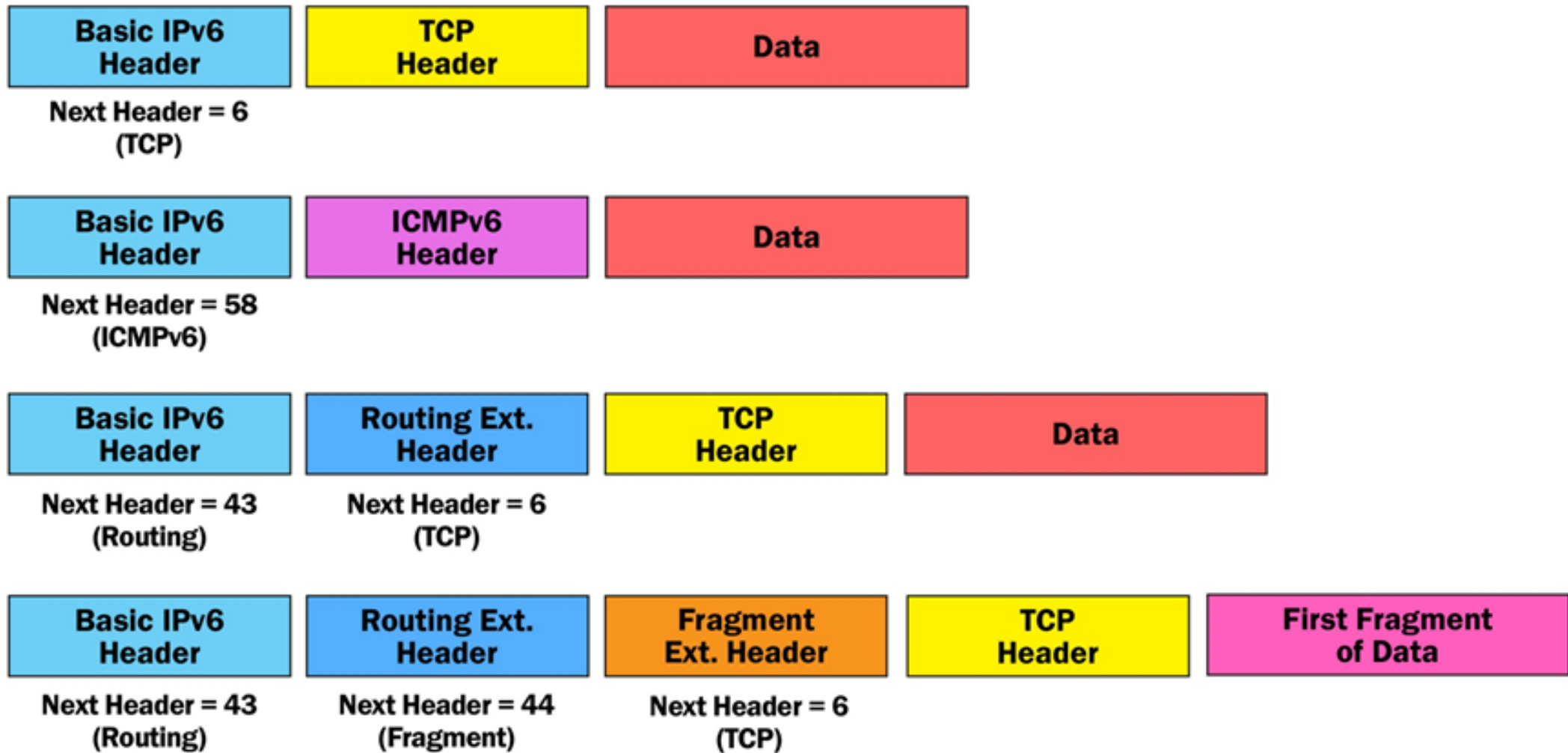
- Field names kept from IPv4 to IPv6
- Name and position changed in IPv6
- New field in IPv6

- **Version** = 0110 (IPv6)
- **Traffic Class** = Priorita paketu
  - keď nastane zahltenie, menej prioritné pakety môže smerovač začať zahadzovať
- **Flow Label** = označenie toku – všetky pakety z jedného toku budú smerovačmi spracované rovnako
- **Payload Length** = Total length v IPv4
- **Hop Limit** = ako TTL v IPv4
- **Source Address** = 128 bitová IPv6 adresa odosielateľa paketu
- **Destination Address** = 128 bitová IPv6 adresa príjemcu paketu
- **Next Header** = ako pole Protocol v IPv4, typ L4 protokolu, alebo odkaz na rozšírenú hlavičku:
  - Medzi IPv6 hlavičku a telo sa môžu vkladať ešte prídavné-rozširujúce hlavičky, tzv. **extensions headers**
    - Kvôli fragmentácií paketu
    - Zabezpečeniu

# Pole Next header v IPv6 hlavičke



# Pole Next header v IPv6 hlavičke



# IPv6 hlavička - Wireshark

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
56	11.4	fe80::6ce4:4b68:db81:65ec	2001:4860:4860::888	ICMPv6	94	Echo (ping) request
57	11.4	fe80::1	fe80::6ce4:4b68:db81:65ec	ICMPv6	142	Destination Unreachable

Frame 56: 94 bytes on wire (752 bits), 94 bytes captured (752 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: IntelCor\_e7:0e:37 (d0:7e:35:e7:0e:37), Dst: HuaweiTe\_be:0b:27 (fc:e3:3c:be:0b:27)

**Internet Protocol Version 6, Src: fe80::6ce4:4b68:db81:65ec (fe80::6ce4:4b68:db81:65ec)**

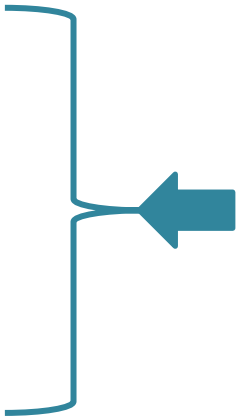
- 0110 .... = Version: 6
- ..... 0000 0000 ..... = Traffic class: 0x00000000
- ..... 0000 00.. ..... = Differentiated Services Field: Default (0x00)
- ..... ..0. .... = ECN-Capable Transport (ECT): Not set
- ..... ..0. .... = ECN-CE: Not set
- ..... ..0000 0000 0000 0000 0000 0000 = Flowlabel: 0x00000000

Payload length: 40  
Next header: ICMPv6 (58)  
Hop limit: 128  
Source: fe80::6ce4:4b68:db81:65ec (fe80::6ce4:4b68:db81:65ec)  
Destination: 2001:4860:4860::888 (2001:4860:4860::888)  
[Source GeoIP: Unknown]  
[Destination GeoIP: Unknown]

**Internet Control Message Protocol v6**

0000 fc e3 3c be 0b 27 d0 7e 35 e7 0e 37 86 dd 60 00 ..<..'~ 5..7..  
0010 00 00 00 28 3a 80 fe 80 00 00 00 00 00 00 6c e4 ...(:... ..1.  
0020 4b 68 db 81 65 ec 20 01 48 60 48 60 00 00 00 00 kh e H H`

Internet Protocol Version 6 (ipv6), 40 bytes | Packets: 136 · Displayed: 136 (100.0%) · Dropped: 0 (0.0%) | Profile: Default



# Formát hlavičky IPv6 paketu

## Výhody IPv6 zahrňajú tieto:

- Lepšia efektívita smerovania z hľadiska výkonnosti aj rýchlosti
- Nie je potrebné spracovávať kontrolný súčet hlavičky (header checksum)
- Zjednodušený a efektívnejší mechanizmus rozšírených hlavičiek - pole Next header (v IPv4 na to slúžilo pole Options)
- Pole „Flow label“ pre rovnaké spracovávanie paketov z jedného toku, bez potreby nahliadať do L4 hlavičky, aby sa zistilo, k akému toku daný paket patrí

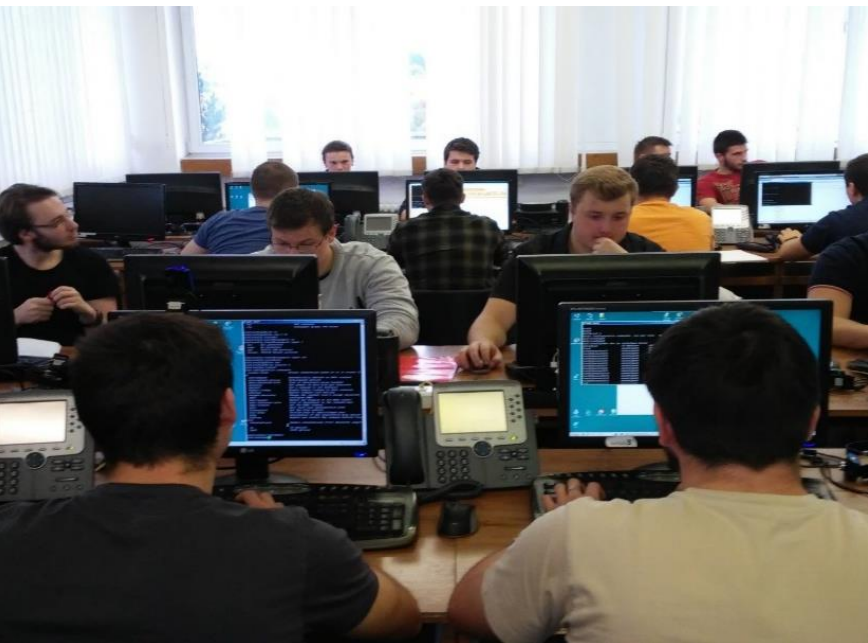


# Smerovanie

**Po tejto časti budeme poznať odpovede na tieto otázky:**

- Ako používa smerovaciu tabuľku koncové zariadenie (napr. počítač), aby vedelo smerovať pakety seba samému, inému koncovému zariadeniu v lokálnej sieti, alebo zariadeniu vo vzdialenej sieti (mimo jeho LAN)?
- Ako smerovač používa smerovaciu tabuľku na smerovanie paketov?
- Čím sa odlišuje smerovacia tabuľka koncového zariadenia (napr. počítača) od smerovacej tabuľky smerovača?



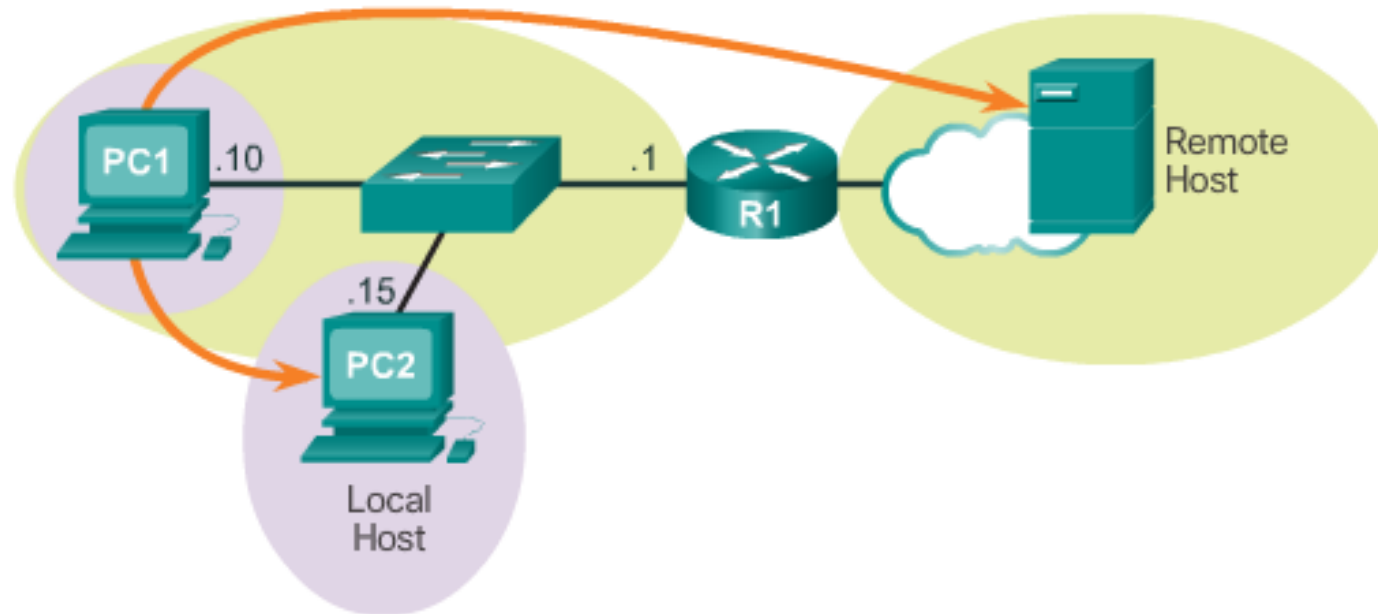


## Smerovacia tabuľka koncového zariadenia

# Rozhodnutia koncového zariadenia

Počítač môže poslať pakety:

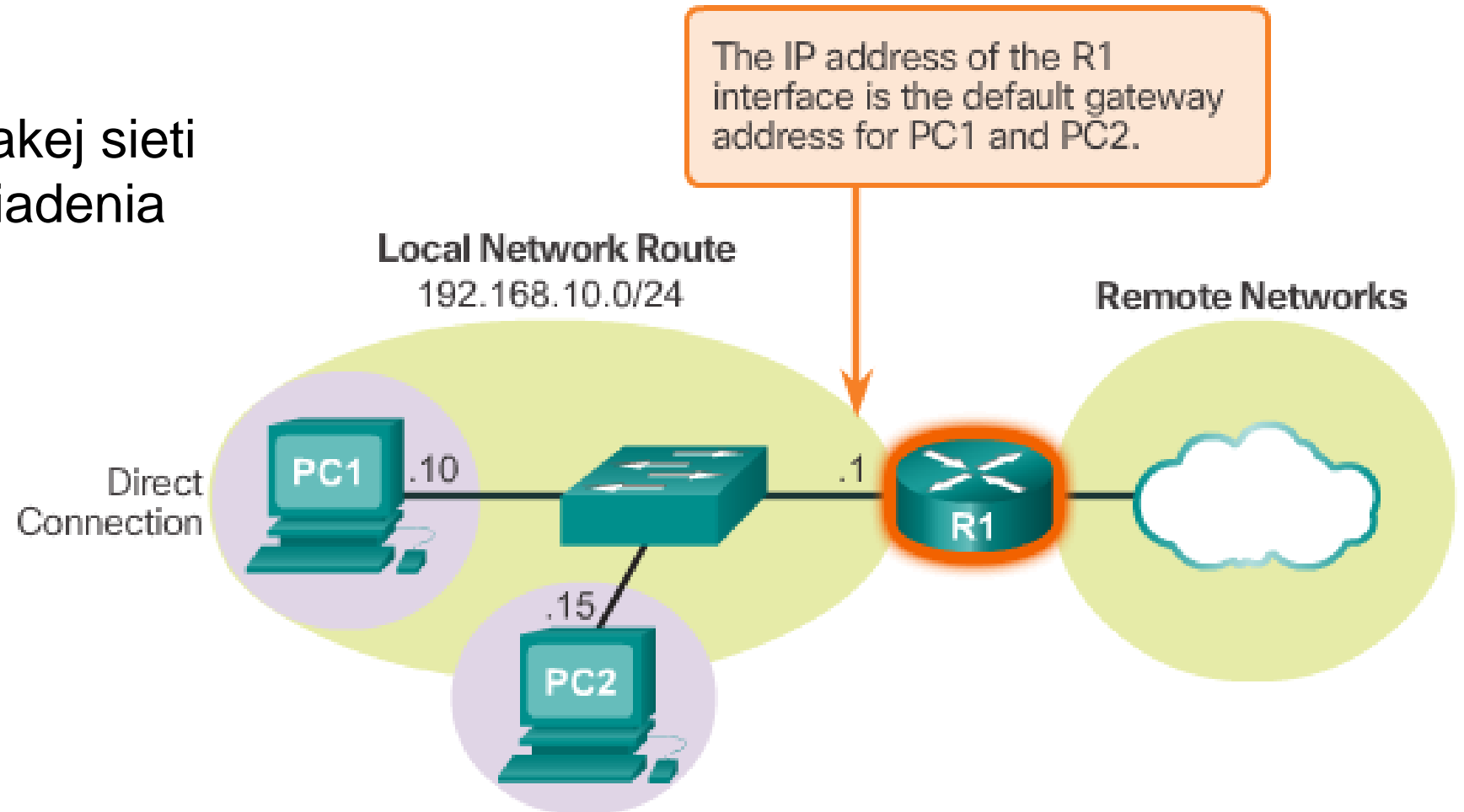
- Sebe samému
- Lokálnemu hostovi
- Vzdialenému hostovi



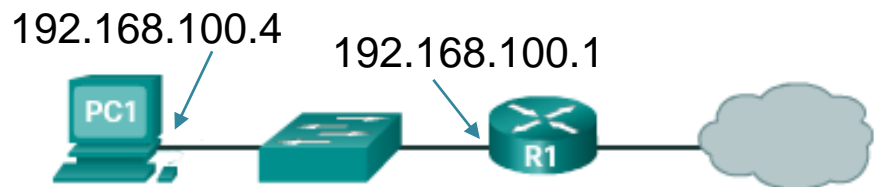
# Default gateway

- Smeruje pakety do vzdialených sietí
- Má aspoň jedno rozhranie v rovnakej sieti ako koncové zariadenia v danej LAN

## Host Default Gateway

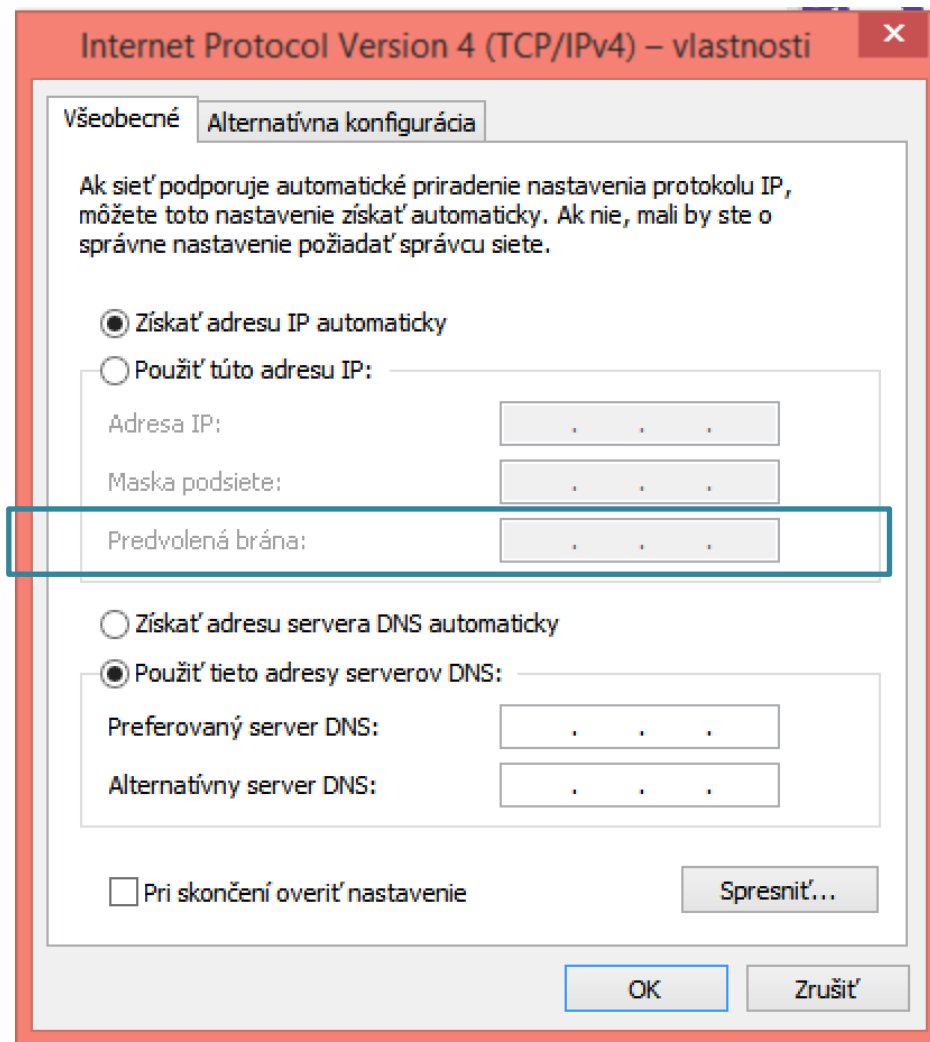


# Default gateway



## Wireless LAN adapter Wi-Fi:

```
Connection-specific DNS Suffix . :  
Description . . . . . : Intel(R) Dual Band Wireless-AC 3160  
Physical Address. . . . . : D0-7E-35-E7-0E-37  
DHCP Enabled. . . . . : Yes  
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes  
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::6ce4:4b68:db81:65ec%10(Preferred)  
IPv4 Address. . . . . : 192.168.100.6(Preferred)  
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0  
Lease Obtained. . . . . : Wednesday, March 29, 2017 6:25:10 PM  
Lease Expires . . . . . : Saturday, April 1, 2017 8:55:45 PM  
Default Gateway . . . . . : fe80::fee3:3cff:febe:b27%10  
                          192.168.100.1  
DHCP Server . . . . . : 192.168.100.1  
DHCPv6 IAID . . . . . : 147881525  
DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-1C-8D-36-AF-F0-76-1C-6C-8A-66  
DNS Servers . . . . . : fe80::1%10  
                          192.168.100.1  
NetBIOS over Tcpiip. . . . . : Enabled
```



# Smerovacia tabuľka koncového zariadenia

netstat -r alebo route print

Obsahuje:

- **Interface List** - čísla rozhraní a MAC adresy (pre Ethernet, Wi-Fi, aj Bluetooth, ..)

## IPv4 Route Table

- Default route (gateway of last resort = cesta poslednej možnosti)

- Loopback adresy (test funkčnosti TCP/IP)

- LAN sieť v ktorej je zapojený daný PC

- Multicast

- Broadcast

## IPv6 Route Table

- Default route

- Global unicast (nie je vo výpise)

- Link-local

- Multicast

```
C:\Users\janau>route print
```

### Interface List

```
24...d0 7e 35 e7 0e 38 .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter
22...d2 7e 35 e7 0e 37 .....Microsoft Hosted Network Virtual Adapter
10...d0 7e 35 e7 0e 37 .....Intel(R) Dual Band Wireless-AC 3160
1.....Software Loopback Interface 1
2...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft Teredo Tunneling Adapter
23...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter #6
```

### IPv4 Route Table

#### Active Routes:

Network Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.100.1	192.168.100.6	55
127.0.0.0	255.0.0.0	On-link	127.0.0.1	331
127.0.0.1	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	331
127.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	331
192.168.100.0	255.255.255.0	On-link	192.168.100.6	311
192.168.100.6	255.255.255.255	On-link	192.168.100.6	311
192.168.100.255	255.255.255.255	On-link	192.168.100.6	311
224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	127.0.0.1	331
224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	192.168.100.6	311
255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	331
255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.100.6	311

#### Persistent Routes:

None

### IPv6 Route Table

#### Active Routes:

If	Metric	Network Destination	Gateway
10	311	::/0	fe80::fee3:3cff:febe:b27
1	331	::1/128	On-link
10	311	fe80::/64	On-link
10	311	fe80::6ce4:4b68:db81:65ec/128	On-link
1	331	ff00::/8	On-link
10	311	ff00::/8	On-link

#### Persistent Routes:

None

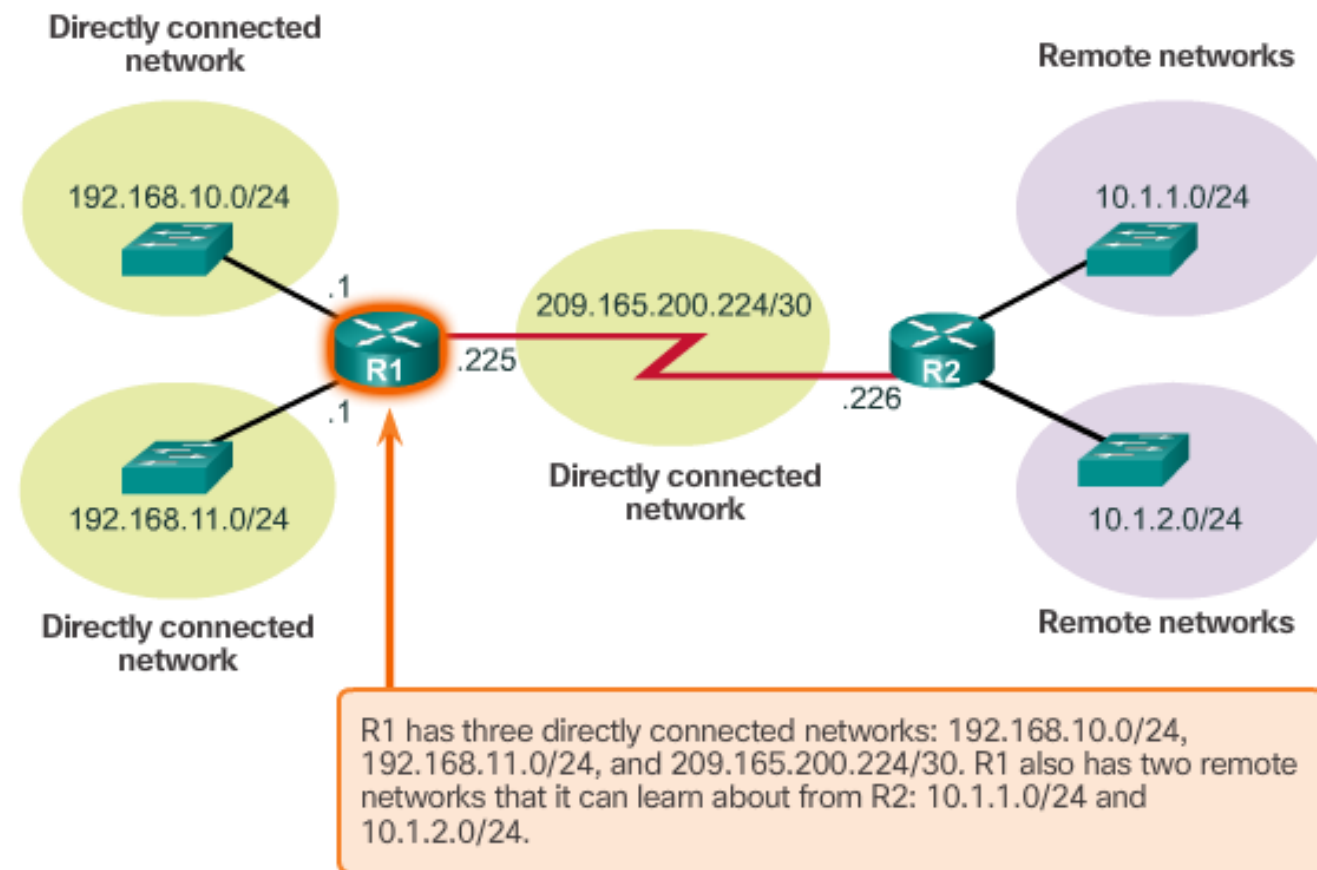


## Smerovacia tabuľka smerovača

# Smerovače a ich činnosť

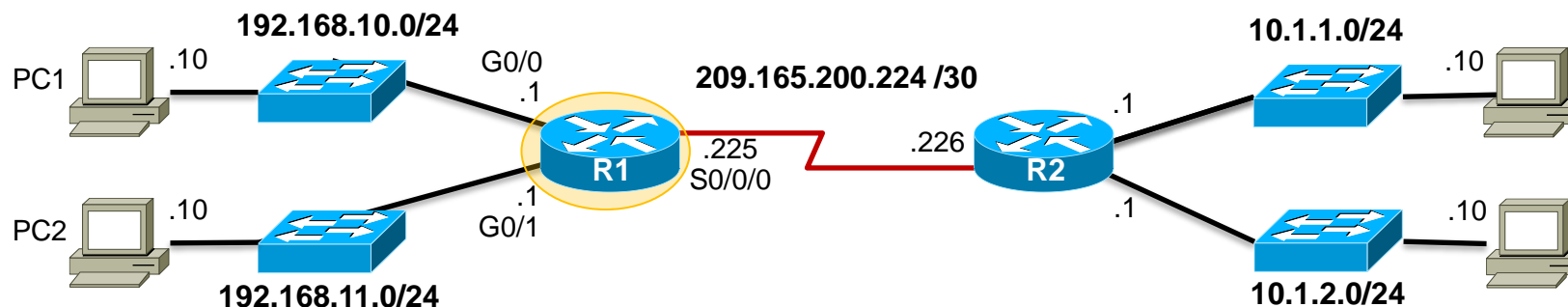
- Kľúčovým zariadením pre činnosť sieťovej vrstvy sú smerovače (routery)
  - Smerovač prepája viaceré siete
  - Má viacero sieťových rozhraní, môžu byť rôzneho typu
- Smerovač si uchováva tzv. smerovaciu tabuľku – zoznam sietí a cesty k nim
  - Adresa siete sa podobá predčíslu, napr. predčíslie telefónneho operátora, predčíslie primárnej oblasti, predčíslie PSC, ...
  - Smerovačom stačí poznať adresy sietí, nie jednotlivé uzly v nich
  - Ak smerovač nepozná cieľovú sieť, pakety idúce do nej zahadzuje
- V sieťach používajúcich protokol IPv4 alebo IPv6 sa každý smerovač rozhoduje o každom pakete individuálne a sám za seba

Directly Connected and Remote Network Routes





# Smerovacia tabuľka smerovača (IPv4)



```
R1#show ip route
```

```
[ ... Časť výpisu odstránená ... ]
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
D    10.1.1.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Se0/0/0
```

```
D    10.1.2.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Se0/0/0
```

```
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
```

```
C    192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
```

```
L    192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
```

```
192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
```

```
C    192.168.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
```

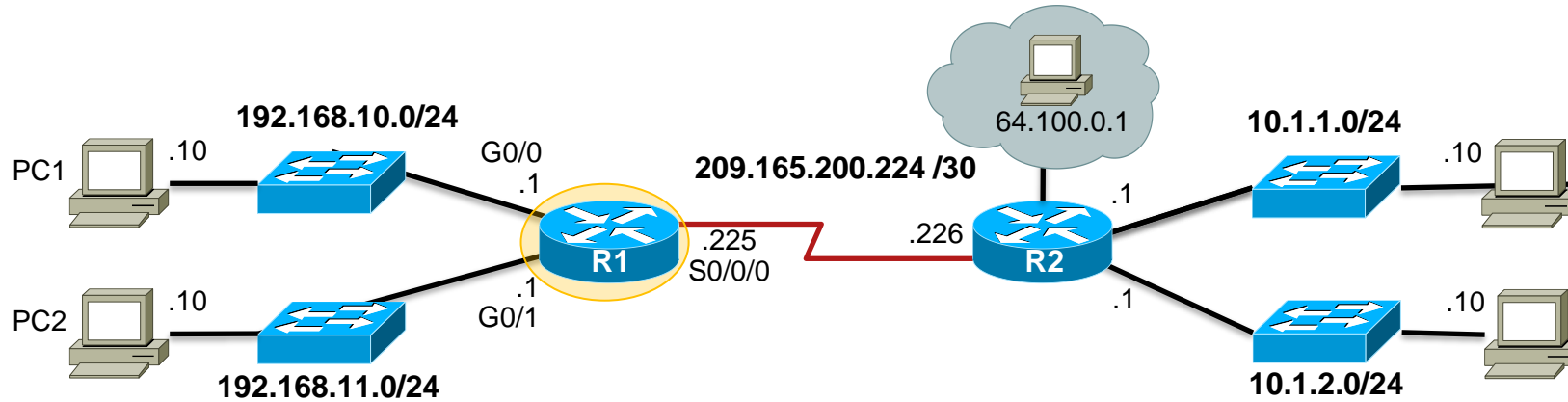
```
L    192.168.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
```

```
209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
```

```
C    209.165.200.224/30 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
L    209.165.200.225/32 is directly connected, Serial0/0/0
```

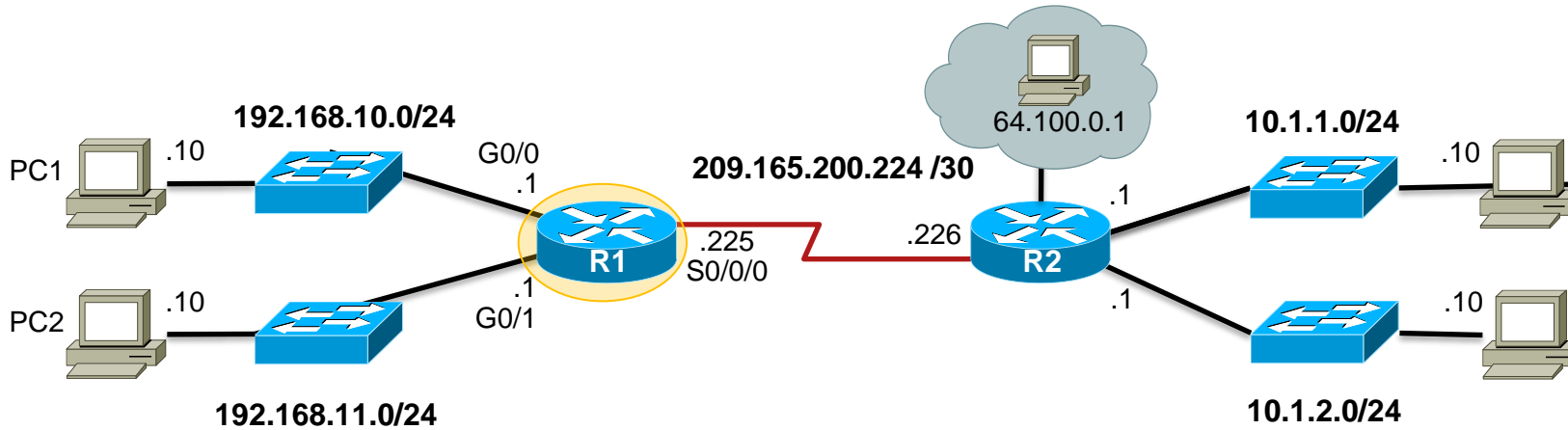
# Záznamy o priamo pripojených siet'ach



C	192.168.10.0/24 is directly connected,	GigabitEthernet0/0
L	192.168.10.1/32 is directly connected,	GigabitEthernet0/0

	Typ záznamu – aký mechanizmus ho vložil do smerovacej tabuľky
	Adresa cieľa, o ktorom tento záznam hovorí
	Rozhranie, cez ktoré sa k cieľu ide

# Záznamy o vzdialených sieťach



D	10.1.1.0/24	[90/2170112]	via	209.165.200.226,	00:00:05,	Serial0/0/0
---	-------------	--------------	-----	------------------	-----------	-------------

	Typ záznamu – aký mechanizmus ho vložil do smerovacej tabuľky
	Adresa cieľa, o ktorom tento záznam hovorí (adresa siete, nie konkrétnych hostov)
	Dôveryhodnosť záznamu (administratívna vzdialenosť)
	Vzdialenosť od cieľa (metrika)
	IP adresa ďalšieho smerovača na ceste k cieľu (next hop address)
	Vek záznamu v smerovacej tabuľke
	Rozhranie, cez ktoré sa k cieľu ide

# Administratívna vzdialenosť

D 10.1.1.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05,

- Iba pre prehľad, nemusíme si inak pamätať.
- Čím nižšie AD, tým dôveryhodnejší záznam v smerovacej tabuľke (tým dôveryhodnejší zdroj informácií).

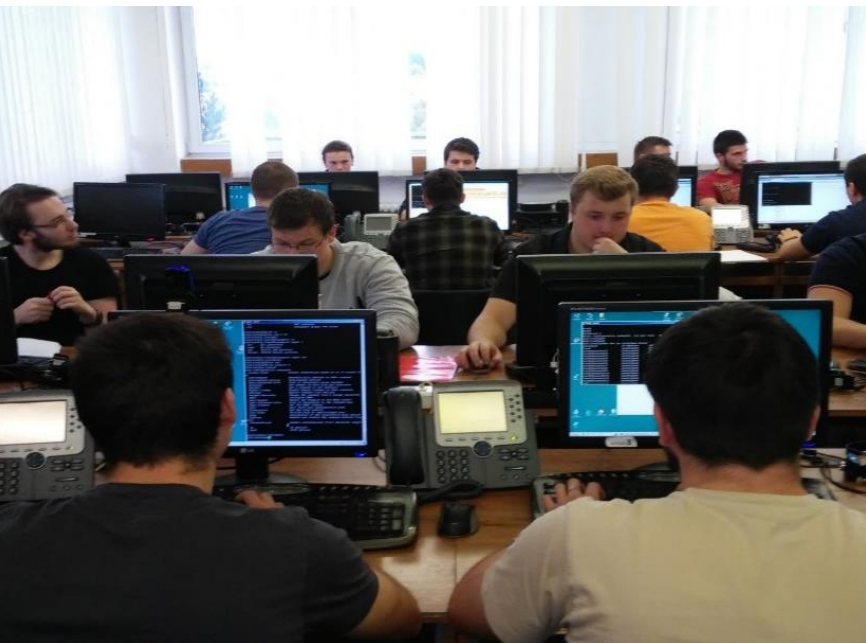
Route Type	Administrative Distance
Connected	0
Static	1
EIGRP summary route	5
EBGP	20
EIGRP (internal)	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EIGRP (external)	170
iBGP (external)	200
Unreachable	255



# Smerovače

## Na konci budeme vedieť:

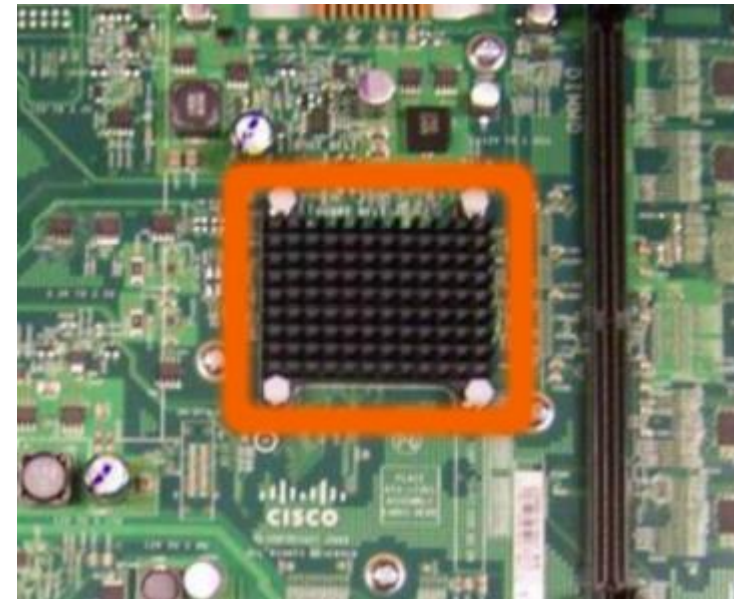
- Popísať hlavné komponenty a rozhrania smerovača.
- Popísať proces bootovania smerovača s operačným systémom Cisco IOS



# Komponenty smerovača

# Hlavné súčasti smerovača

- Smerovač vyžaduje:
  - Central processing units (CPUs)
  - Operating systems (OSs)
- Pamäť pozostáva z:
  - Random-access memory (RAM)
    - 512 MB pre Cisco 1941, možnosť rozšírenia až na 2GB
  - Read-only memory (ROM)
  - Nonvolatile random-access memory (NVRAM)
  - Flash
    - 256 MB pre Cisco 1941, s možnosťou rozšírenia 2 externými Compact Flash
- Cisco smerovače používajú Cisco IOS - Internetwork Operating System

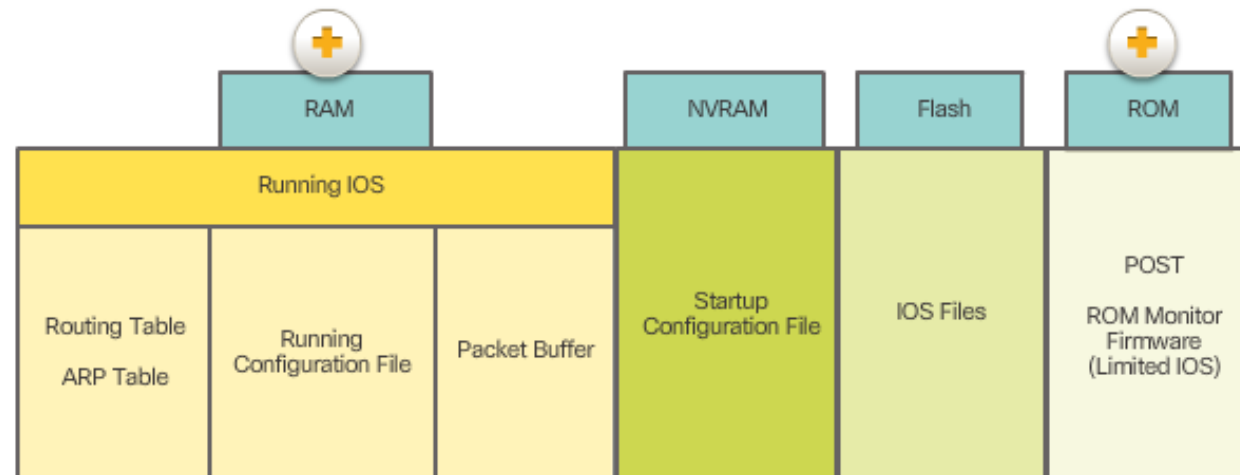




# Pamäte smerovača

RAM uchováva nasledovné aplikácie a procesy (typ SDRAM, 512 MB):

- IOS
- running-config
- Routing table
- ARP cache
- Packet buffering

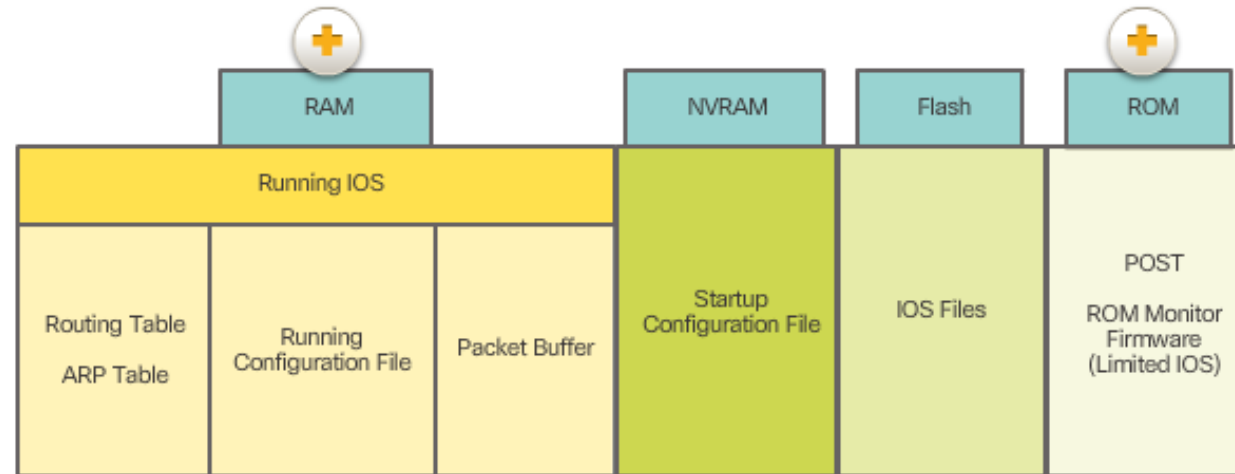


ROM uchováva:

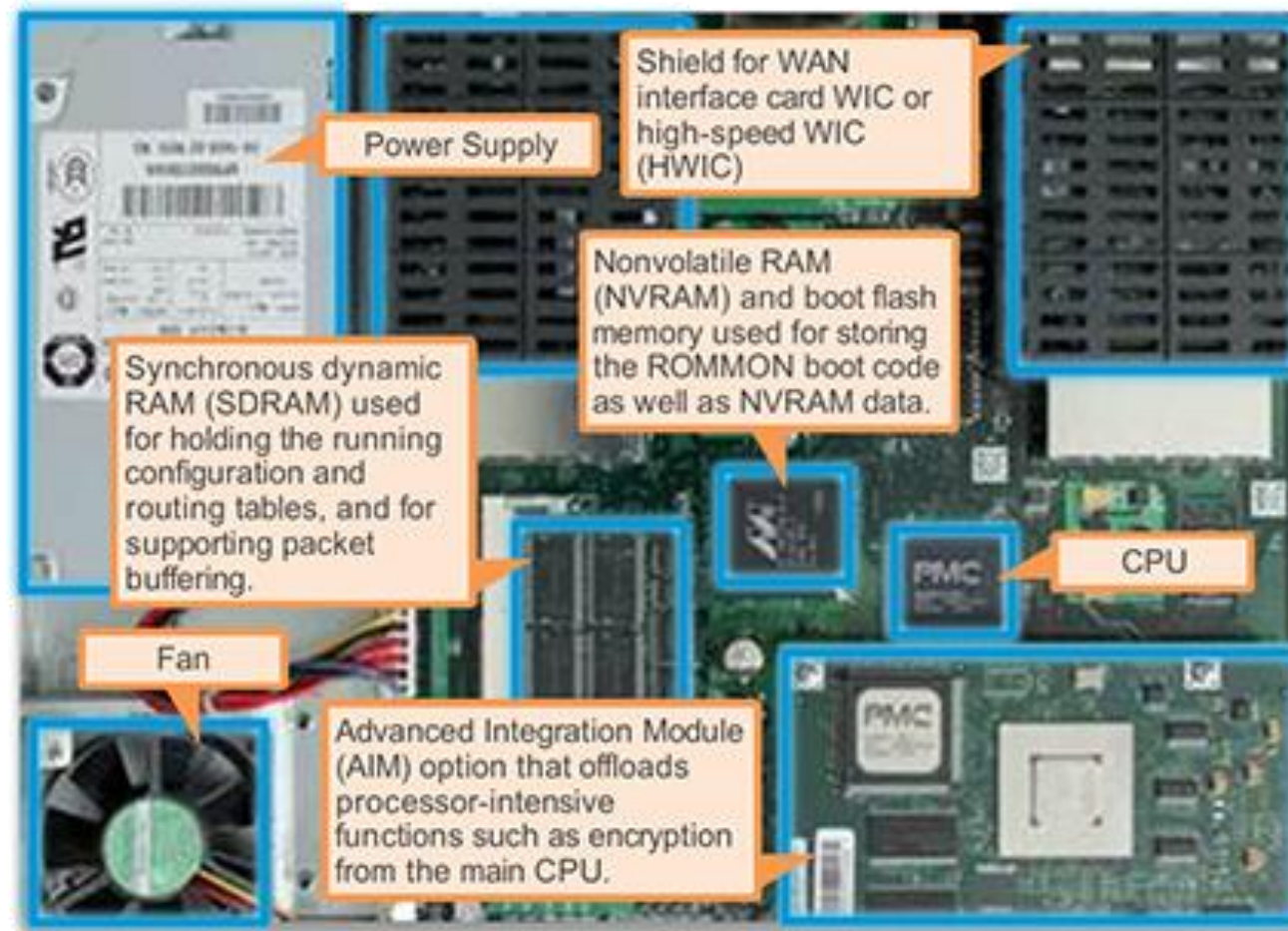
- Bootup – počiatočné inštrukcie pre štart zariadenia
- Power-on self-test (POST) – program, ktorý testuje hardvérové súčasti
- ROMMON minimalizovanú (zjednodušenú) verziu IOSu – ako zálohu, keď sa niečo v plnej verzii IOSu pokazí

# Pamäte smerovača

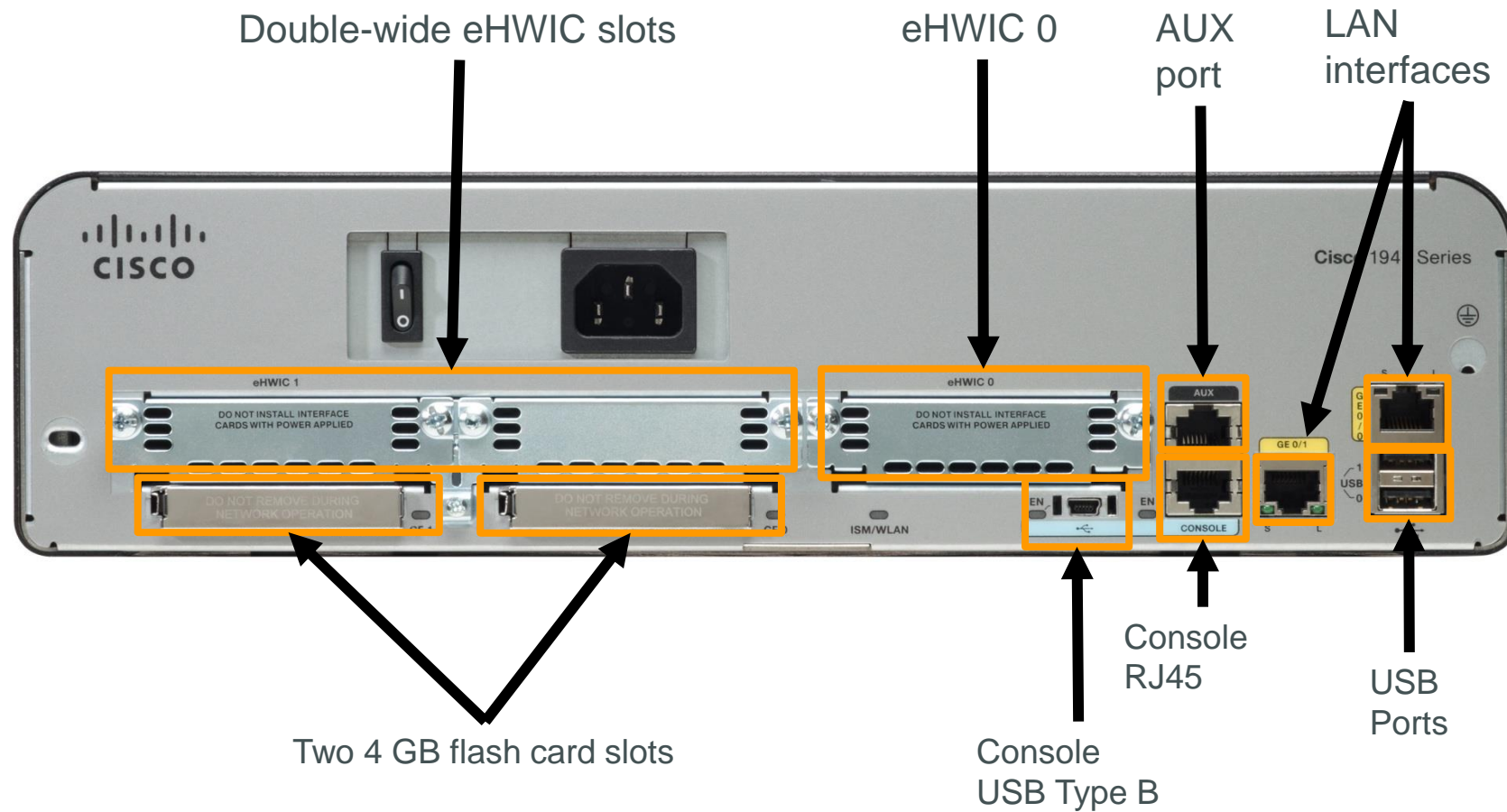
- NVRAM:
  - startup-config
- Flash:
  - IOS
  - Záložné IOSy
  - Logy
  - Pri zapnutí smerovača sa IOS skopíruje do RAM



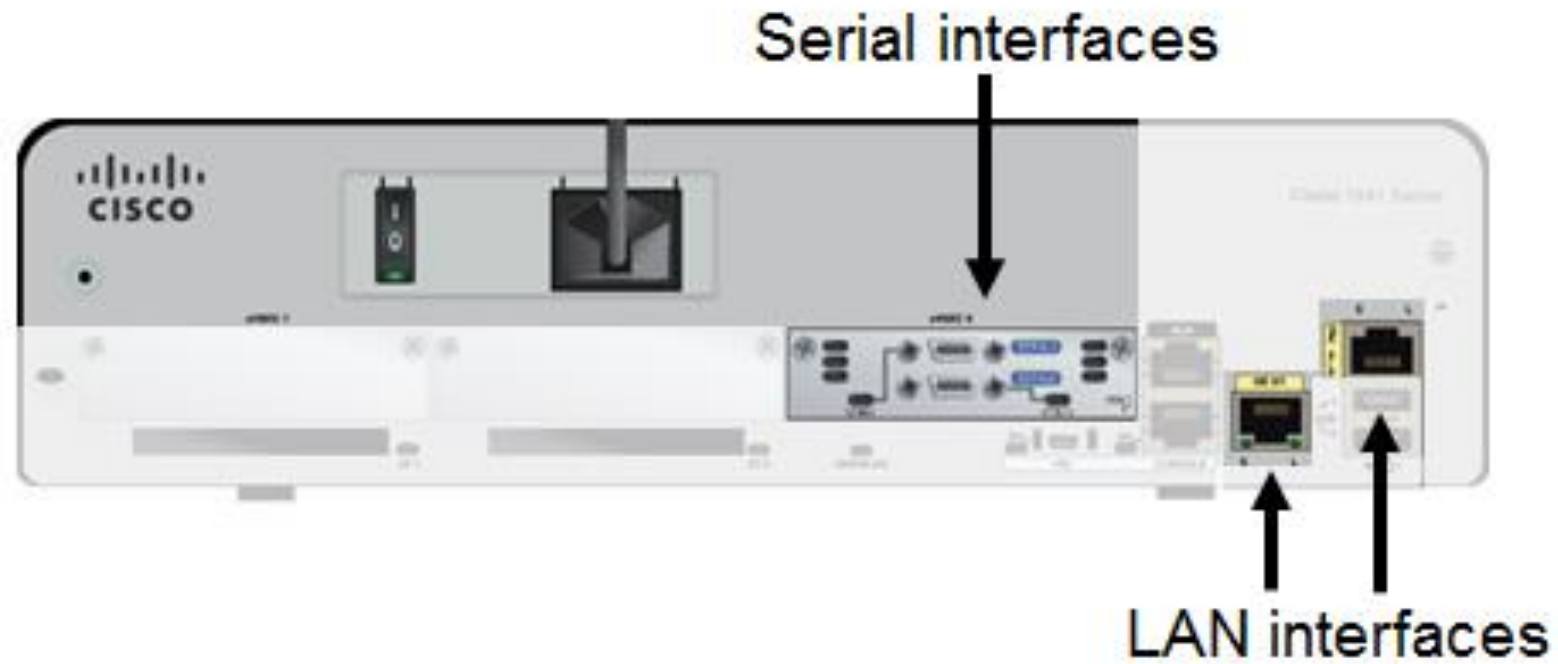
# Hardvérové súčasti smerovača



# Rohrania smerovača



# LAN a WAN rozhrania

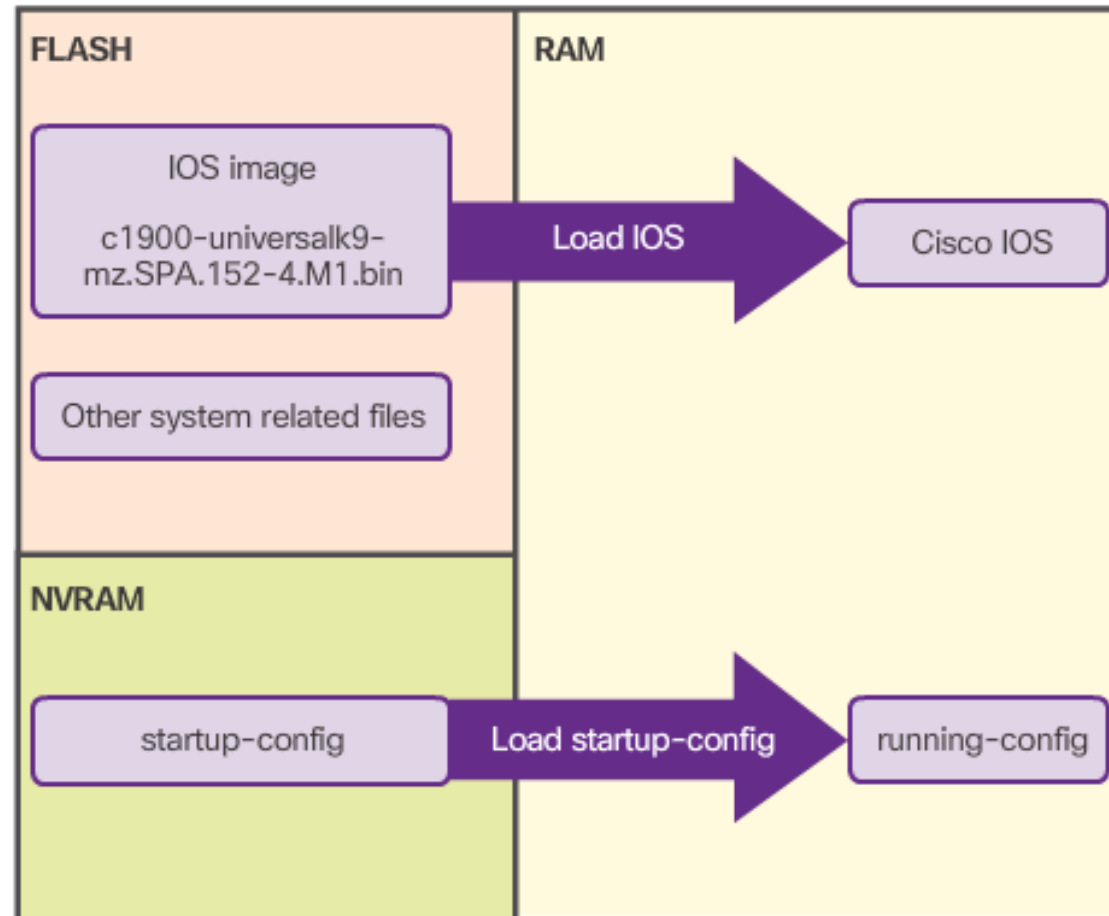




## Štart smerovača (Boot-up proces)

# Načítavanie potrebných súborov pri štarte

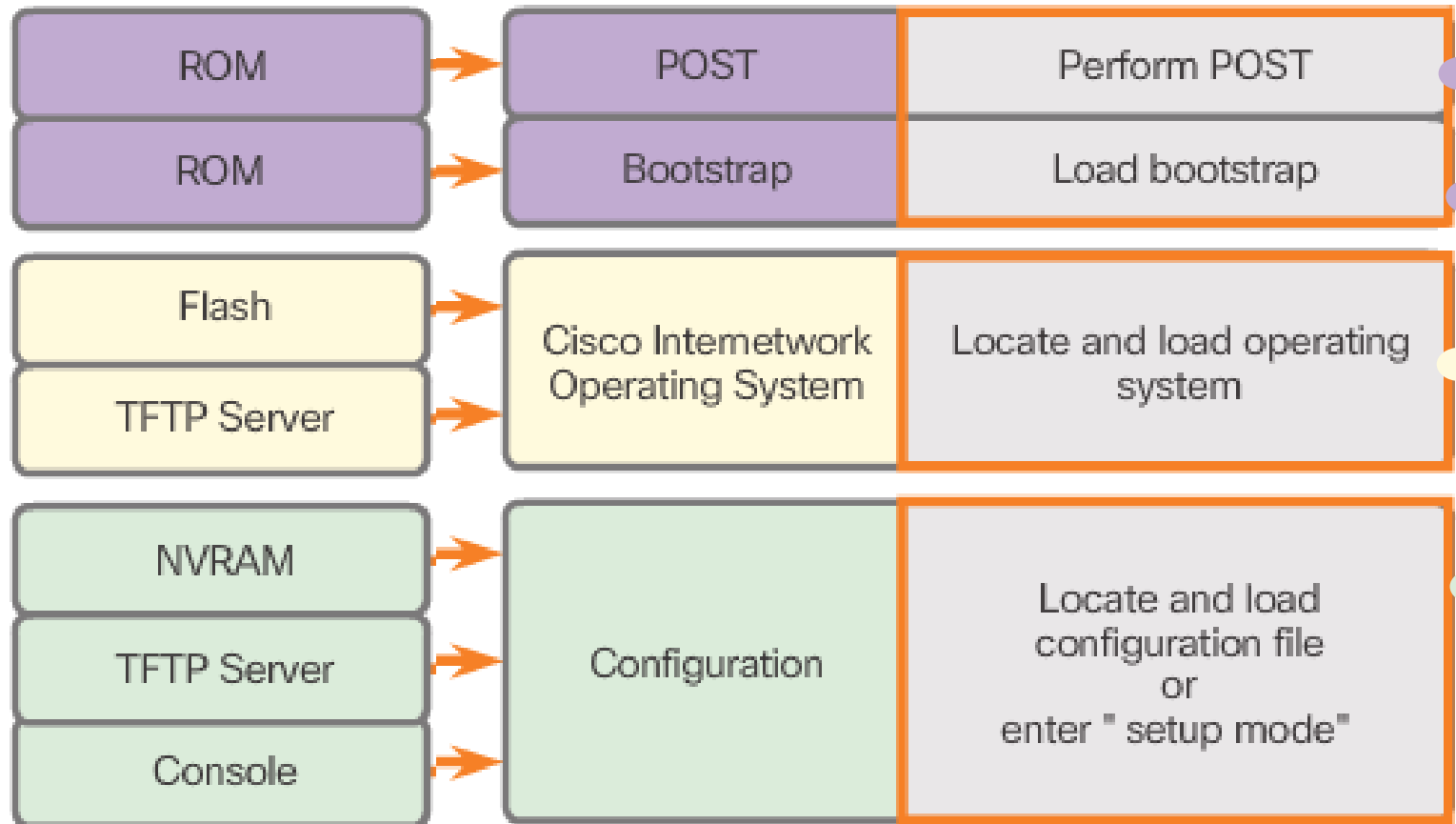
Files Copied to RAM During Bootup





# Proces bootovania smerovača

- **0x2102**=load IOS from flash and then the configuration from NVRAM. The router looks in NVRAM for the boot sequence
- **0x2100**=Load ROM Monitor Mode
- **0x2101**=load Mini-IOS from ROM
- **0x2142**=Load IOS from Flash and do not load startup-config



- Diagnostika HW súčastí (CPU, RAM, NVRAM)
- Skopíruje sa z ROM do RAM. Jeho hlavnými úlohami je nájsť IOS a startup-config a načítať ich do RAM.
- Ak nenájde plnú verziu IOSu nikde, spustí limitovanú verziu z ROM (následne diagnostika, aký je problém, resp. ak treba, preniesť do Flash nový IOS)
- Bootstrap ho skopíruje z NVRAM do RAM ako running-config. Ak neexistuje, skúša ho nájsť na TFTP serveri, ak ani tam nie, tak ponúkne Setup mode.

# Výstup z příkazu show version

```
Router#show version
Cisco IOS Software, C1900 Software (C1900-UNIVERSALK9-M),
Version 15.2(4)M1, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2012 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Thu 26-Jul-12 19:34 by prod_rel_team

ROM: System Bootstrap, Version 15.0(1r)M15,
RELEASE SOFTWARE (fc1)

Router uptime is 10 hours, 9 minutes
System returned to ROM by power-on
System image file is
"flash0:c1900-universalk9-mz.SPA.152-4.M1.bin"
Last reload type: Normal Reload
Last reload reason: power-on

<output omitted>

Cisco CISCO1941/K9 (revision 1.0)
with 446464K/77824K bytes of memory.
Processor board ID FTY1636848Z
```

```
2 Gigabit Ethernet interfaces
2 Serial(sync/async) interfaces
1 terminal line
DRAM configuration is 64 bits wide with parity disabled.
255K bytes of non-volatile configuration memory.
250880K bytes of ATA System CompactFlash 0 (Read/Write)

<output omitted>

Technology Package License Information for Module:'c1900'

-----
Technology      Technology-package      Technology-package
                  Current          Type                Next reboot
-----
ipbase          ipbasek9             Permanent          ipbasek9
security        None                 None               None
data            None                 None               None

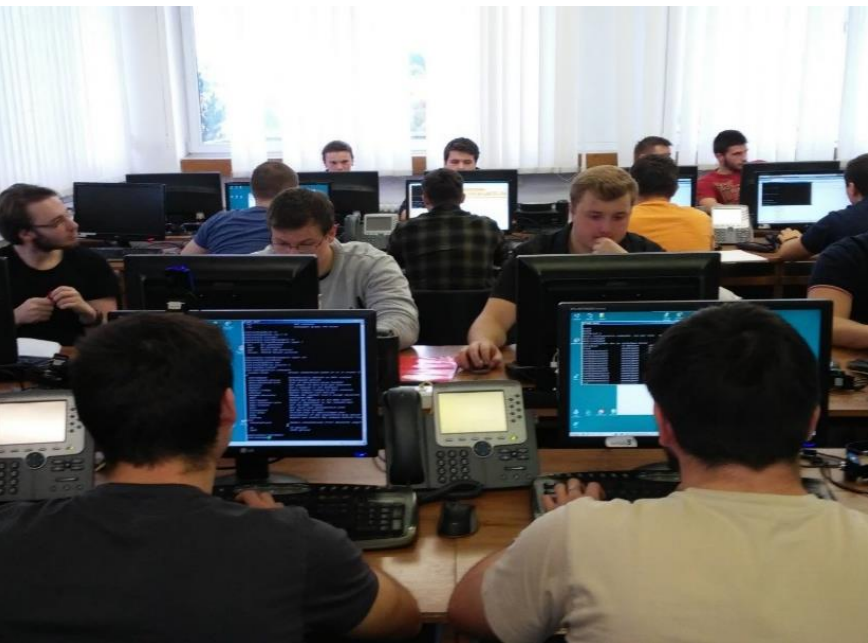
Configuration register is 0x2142
(will be 0x2102 at next reload)
```



# Základná konfigurácia Cisco smerovača

## Na konci budeme vedieť:

- Nakonfigurovať základné nastavenia na Cisco smerovači.
- Nakonfigurovať dve aktívne rozhrania na Cisco smerovači.
- Nakonfigurovať koncové zariadenia – default gateway v nastaveniach NIC.

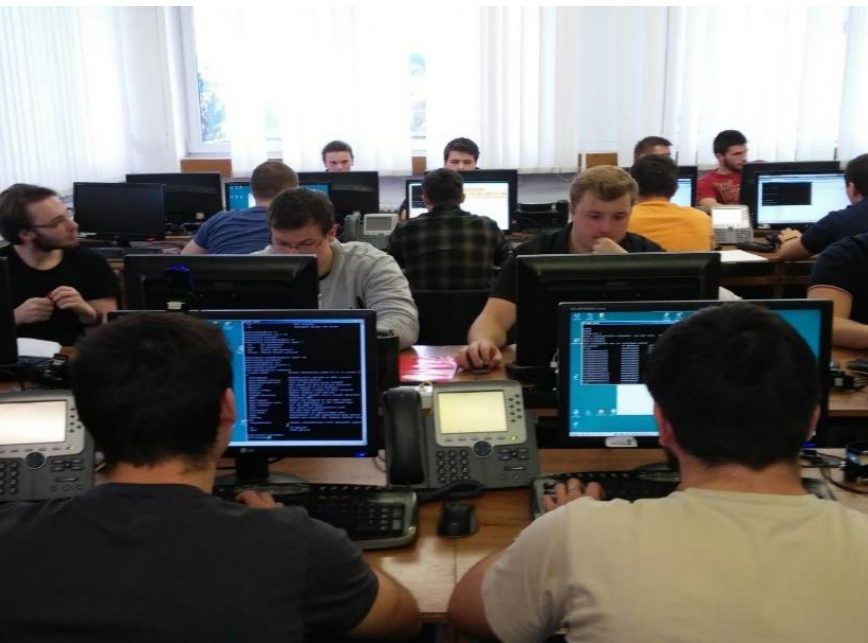


## Konfigurácia základných nastavení

# Základná konfigurácia Cisco zariadení

- Configure the device name
  - hostname *name*
- Secure user EXEC mode
  - line console 0
  - password *password*
  - login
- Secure remote Telnet / SSH access
  - line vty 0 15
  - password *password*
  - login
- Secure privilege EXEC mode
  - enable secret *password*
- Secure all passwords in the config file
  - service password-encryption
- Provide legal notification
  - banner motd *delimiter message delimiter*
- Configure the management SVI
  - interface vlan 1
  - ip address *ip-address subnet-mask*
  - no shutdown
- Save the configuration
  - copy running-config startup-config

- Configure the device name
  - hostname *name*
- Secure user EXEC mode
  - line console 0
  - password *password*
  - login
- Secure remote Telnet / SSH access
  - line vty 0 15
  - password *password*
  - login
- Secure privilege EXEC mode
  - enable secret *password*
- Secure all passwords in the config file
  - service password-encryption
- Provide legal notification
  - banner motd *delimiter message delimiter*
- Save the configuration
  - copy running-config startup-config



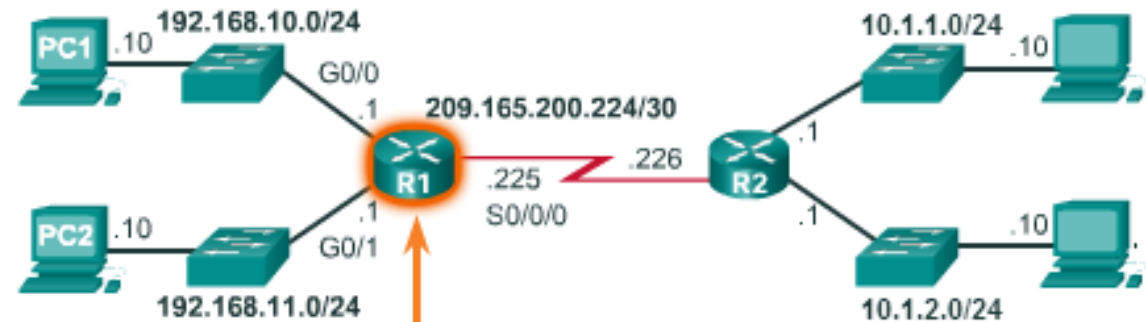
## Konfigurácia rozhraní



# Konfigurácia rozhraní smerovača

- **Configure the interface**
  - **interface** *type-and-number*
  - **description** *description-text*
  - **ip address** *ipv4-address subnet-mask*
  - **no shutdown**

Description max. 240 znakov



```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line.
End with CNTL/Z.
R1(config)#
R1(config)#interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
R1(config-if)#description Link to LAN-10
R1(config-if)#no shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0,
changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
GigabitEthernet0/0,changed state to up
```

# Overenie konfigurácie rozhraní

## show ip route

Zobrazí obsah IPv4 smerovacej tabuľky

## show interfaces

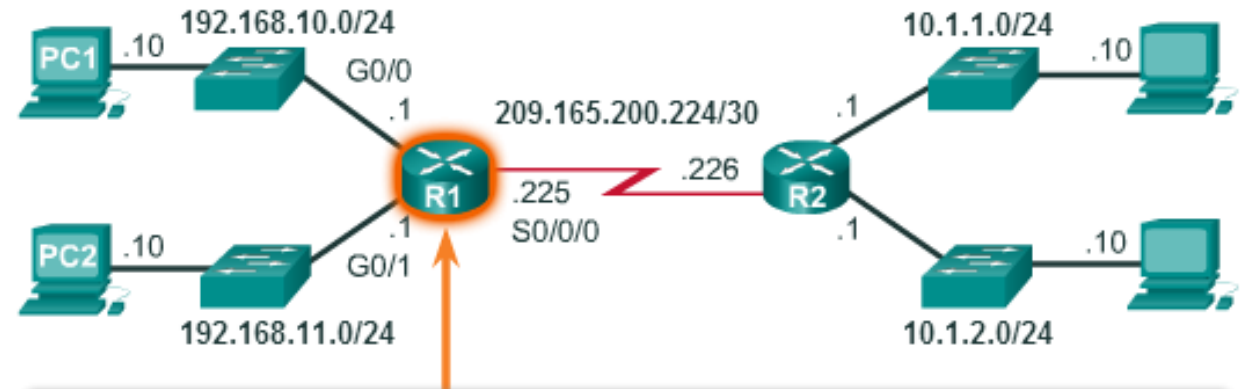
Zobrazí štatistiky o všetkých rozhraniach

## show ip interface

Zobrazí IPv4 štatistiky pre všetky rozhrania

## show ip interface brief

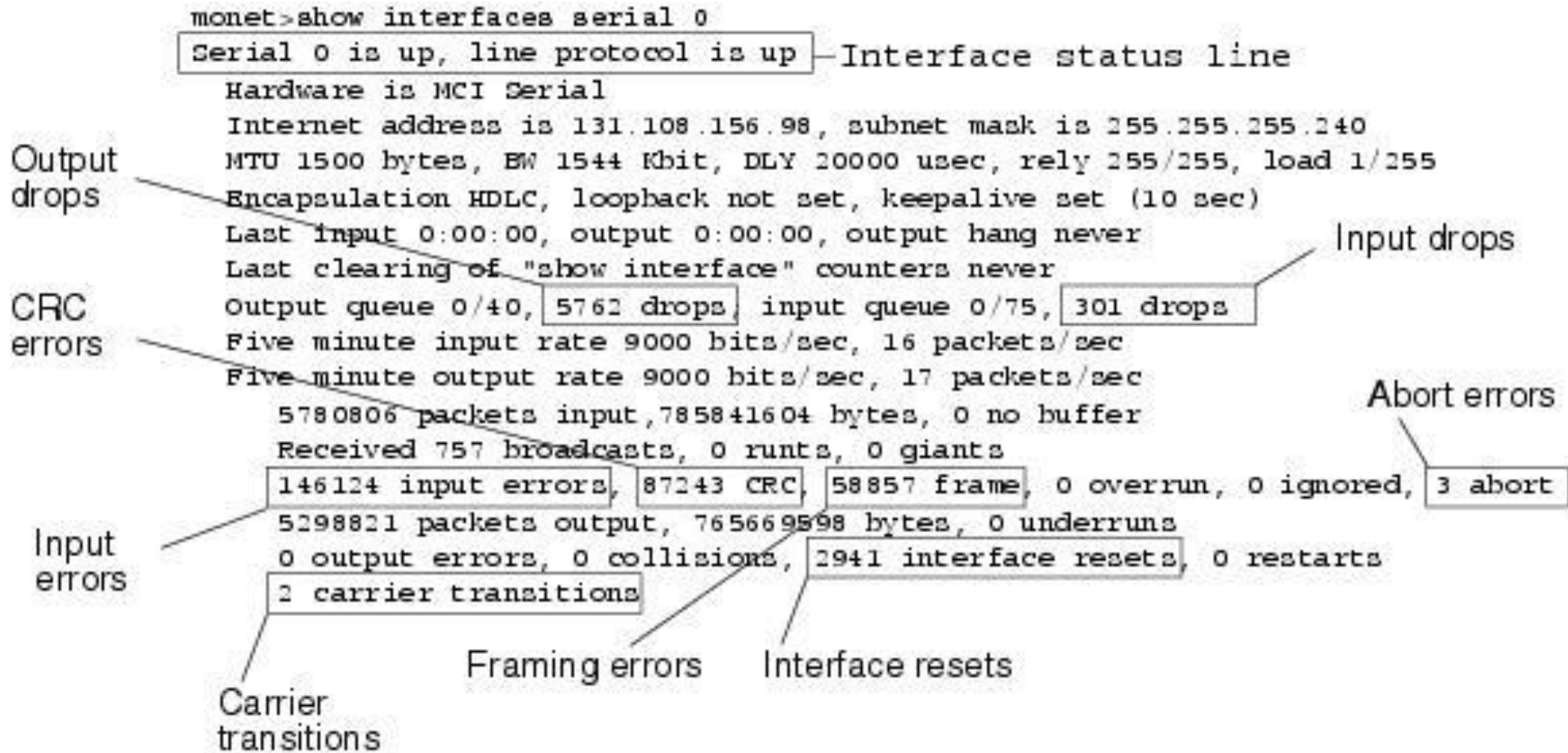
Stručný výpis

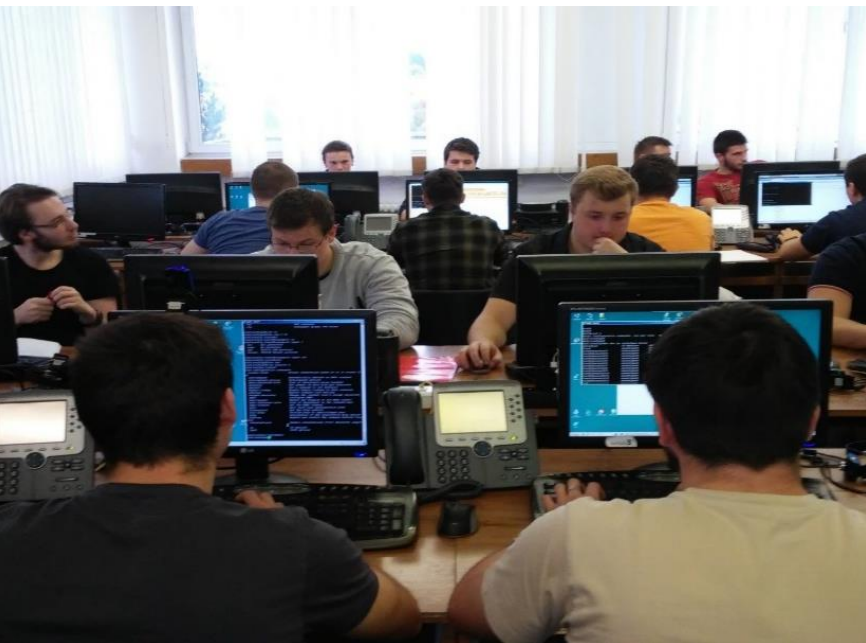


```
R1#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK?  Method Status
GigabitEthernet0/0      192.168.10.1    YES  manual up
GigabitEthernet0/1      192.168.11.1    YES  manual up
Serial10/0/0             209.165.200.225 YES  manual up
Serial10/0/1             unassigned      YES  NVRAM  administratively do
Vlan1                    unassigned      YES  NVRAM  administratively do
R1#
R1#ping 209.165.200.226

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 209.165.200.226:
```

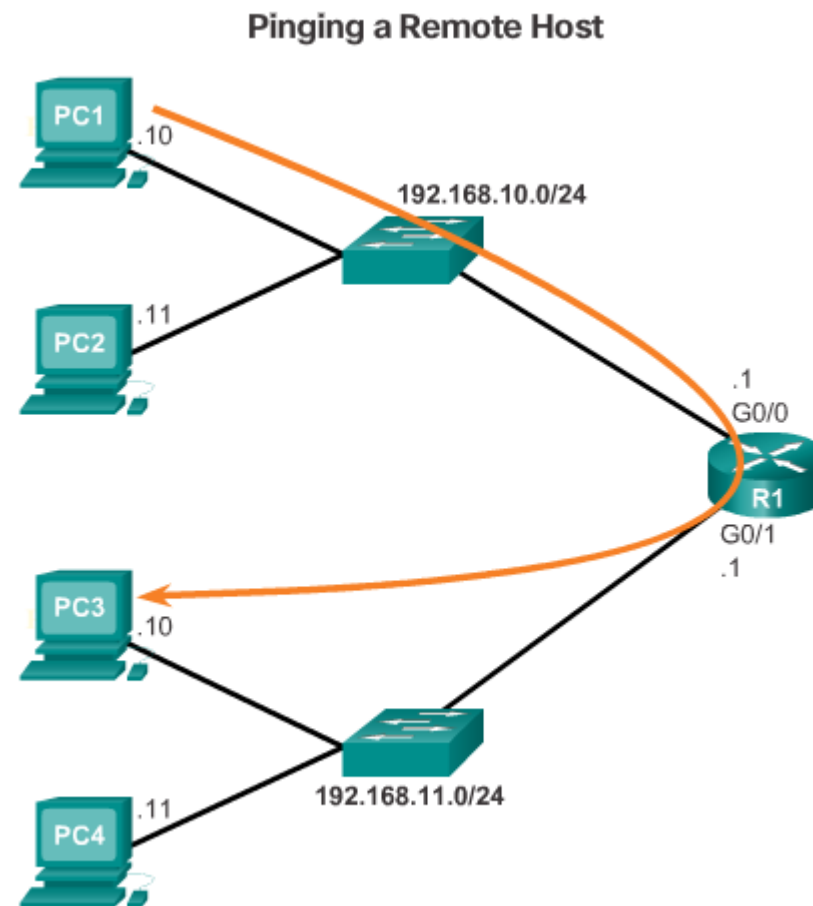
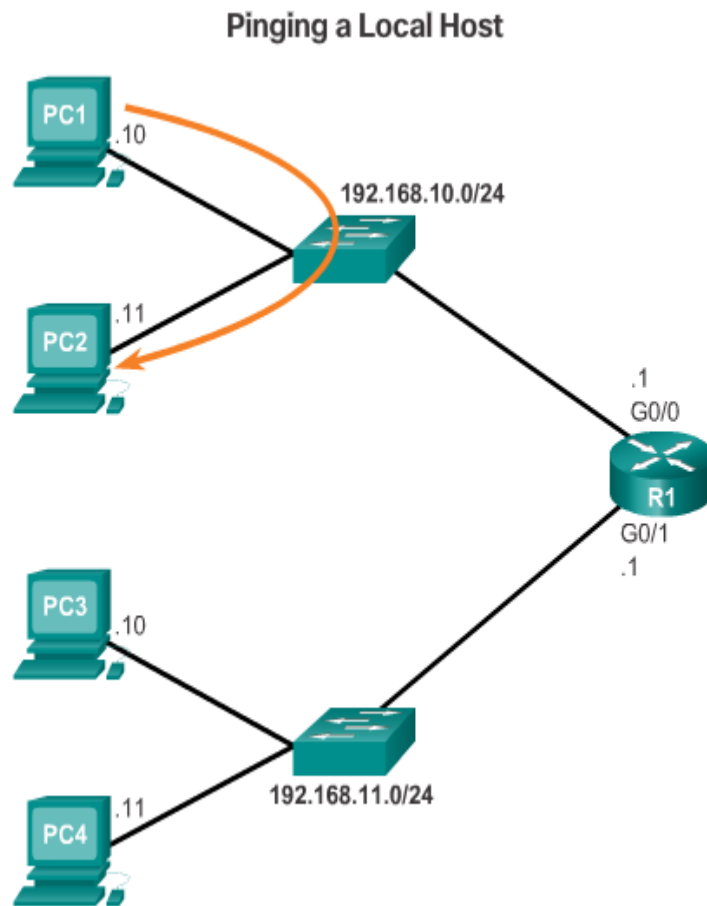
# Overenie konfigurácie rozhraní



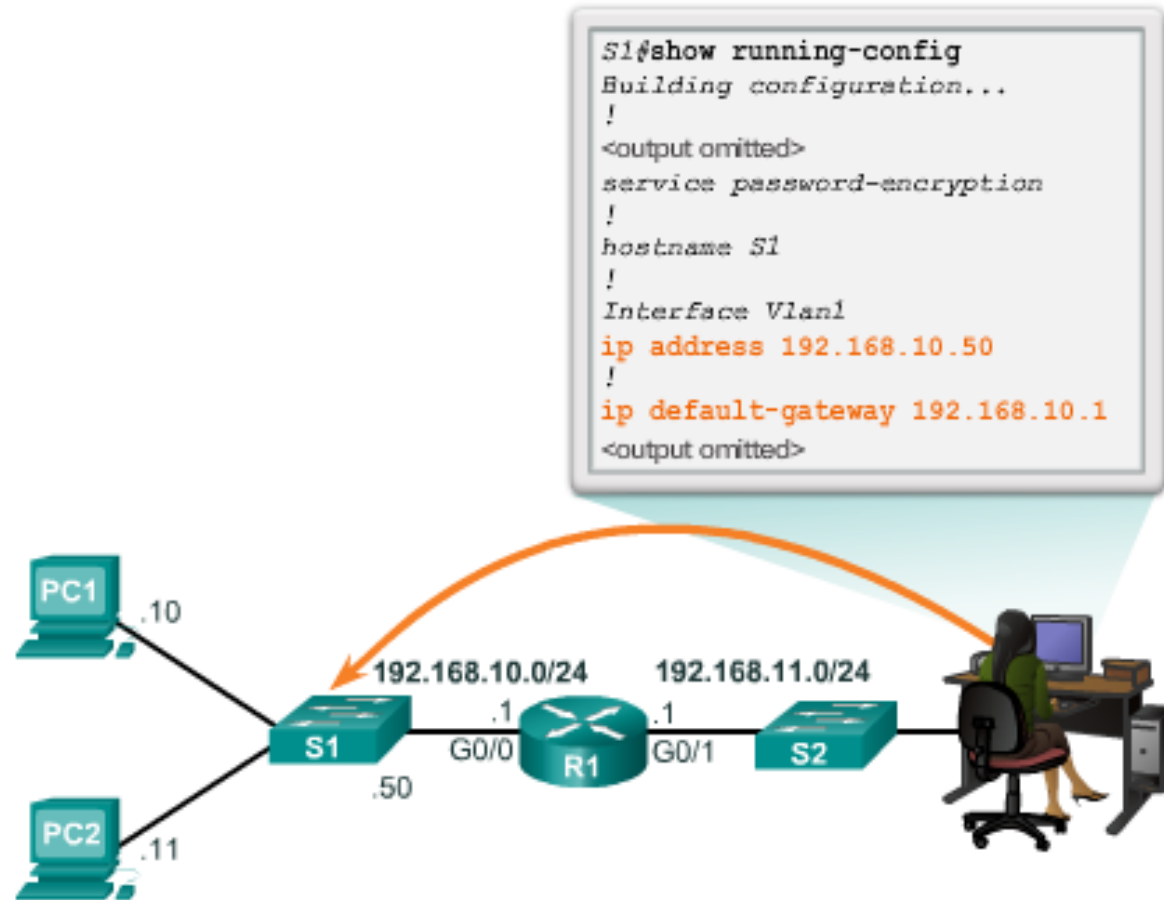


## Konfigurácia brány (default gateway) na prepínači

# Brána (default gateway) pre počítač



# Brána (default gateway) pre prepínač

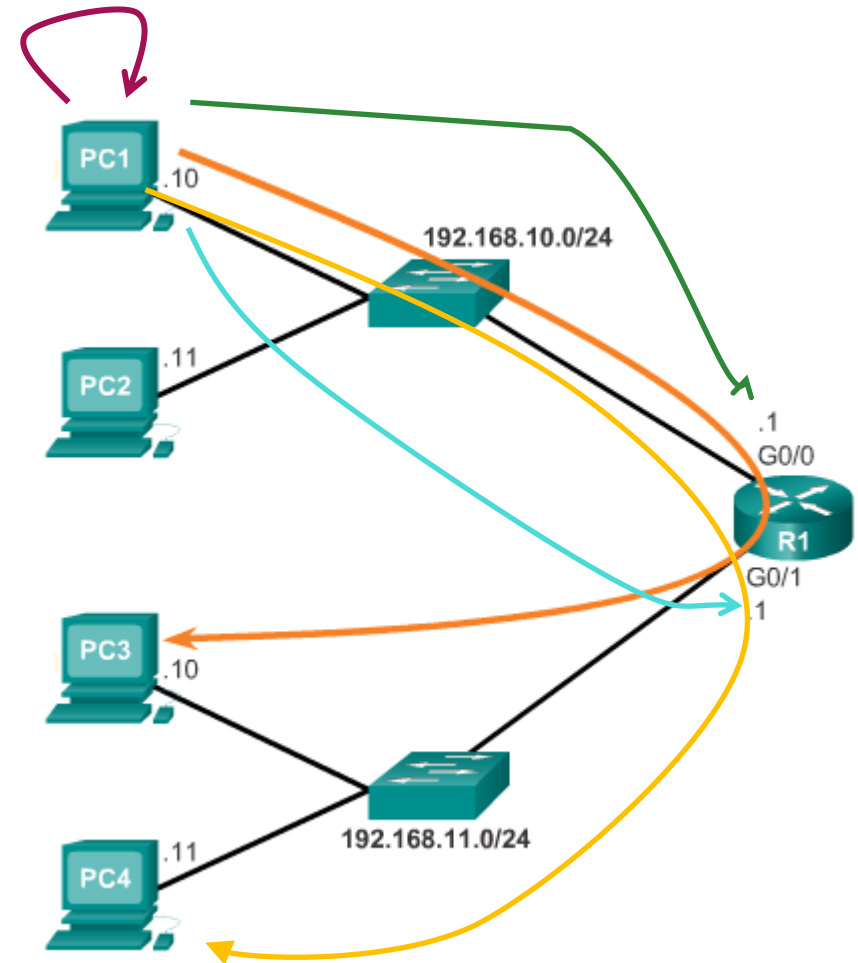


If the default gateway was not configured on S1, response packets from S1 would not be able to reach the administrator at 192.168.11.10. The administrator would not be able to manage the device remotely.

# Troubleshooting

Kroky ako identifikovať kde je problém, keď počítač stratí konektivitu ku nejakému vzdialenému hostovi:

1. **ping 127.0.0.1** – testujem konfiguráciu a funkčnosť TCP/IP
2. **ping MOJA\_IP** – IP môjho počítača zistím príkazom ipconfig
3. **ping BRÁNA** – ping na default gateway (môj najbližší smerovač a jeho rozhranie vedúce do mojej LAN) – IP zistím cez ipconfig
4. **ping WAN\_rozhranie\_smerovača** – ping default gateway, ale jeho vonkajšia IP, vedúca do WAN
5. **ping IP\_v\_internete** – nejaká IP v internete iná
6. **tracert problemova\_IP** – odsleduj na ktorom hope (smerovači) sa komunikácia zastaví





# Zhrnutie

Mali by sme vedieť:

- Vysvetliť ako sieťové protokoly a služby podporujú komunikáciu dát v sieti.
- Vysvetliť, ako smerovače umožňujú komunikáciu medzi koncovými zariadeniami v sieťach menších a stredných firiem.
- Vysvetliť ako smerovače smerujú sieťovú prevádzku v sieťach menších a stredných firiem.
- Nakonfigurovať základné nastavenia smerovača.



UNIVERSITY OF ŽILINA  
Faculty of Management Science  
and Informatics



MINISTERSTVO  
ŠKOLSTVA, VEDY,  
VÝSKUMU A ŠPORTU  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

# Ďakujem za pozornosť

## Priestor pre Vaše otázky

Obsahom boli **kapitoly 8 a 10** z portálu Netacad.

Vedomosti si možno overiť v **kvíze 8.6 a 10.4**.

Vyjadrite anonymnú spätnú väzbu na [prednášku](#)  
(ak ste sa zúčastnili), a [cvičenie](#) tohto týždňa.



Networking  
Academy