



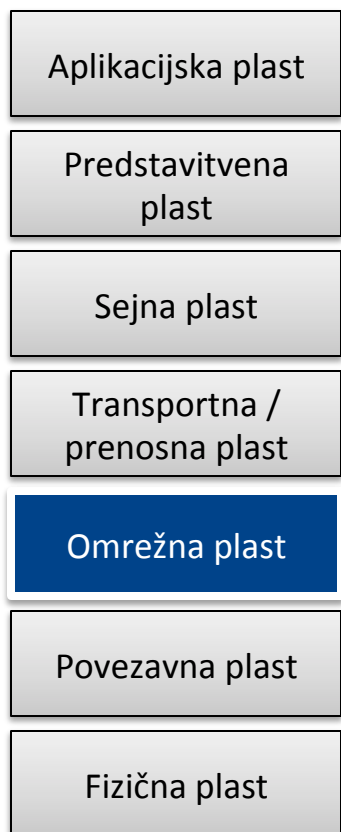
Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

IPv4

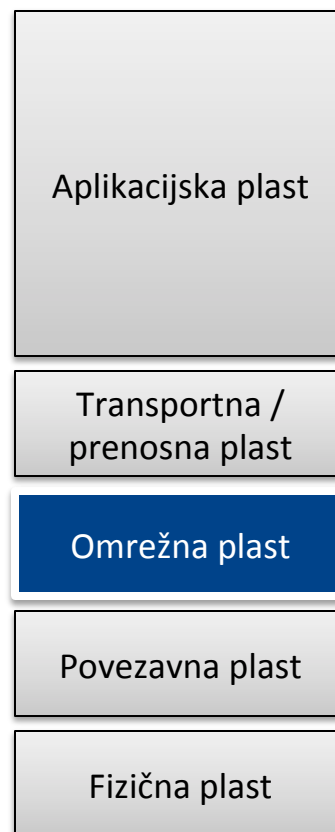
Omrežna plast

̄ri Kje smo?

Model ISO/OSI



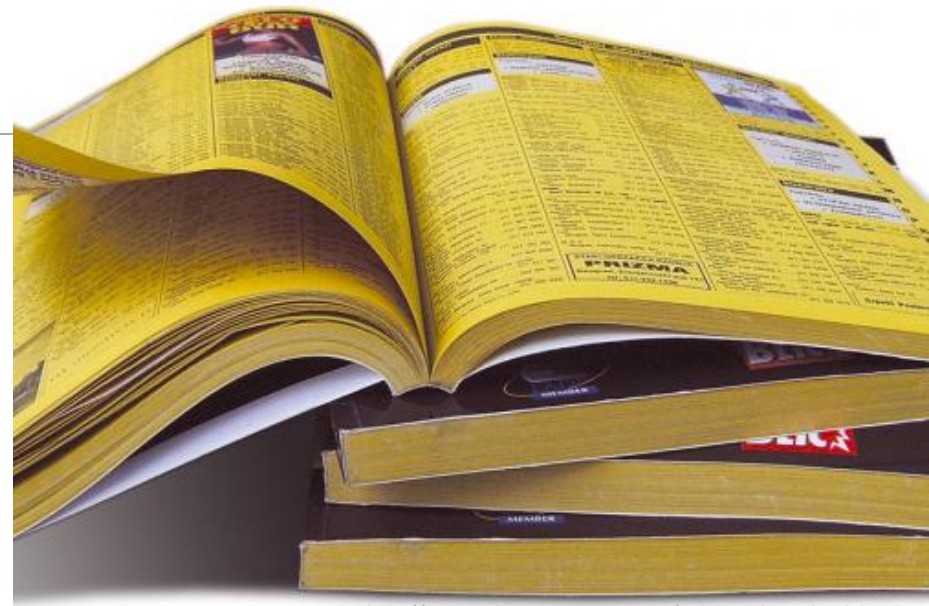
Model TCP/IP





Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

Naslov IPv4



<http://www.calgary-city-maps.com/Calgary-phone-book.html>

Naslov IPv4

- IP naslov:
 - 32-bitno število
 - $2^{32} = 4.294.967.296$ naslovov
- **IP NASLOV** = naslov **omrežja** + naslov **naprave**
- Primeri:
 - 193.2.1.66
 - 216.229.127.51
 - 1.2.3.4
 - 192.168.1.1

Notacija naslova IPv4

- 4x 8 bitov
 - skupine ločimo s piko (lažje branje)
- Vsako skupino pretvorimo v desetiško število
- Posamezna skupina: **0-255**

193.	2.	245.	123
11000001	00000010	11110101	01111011

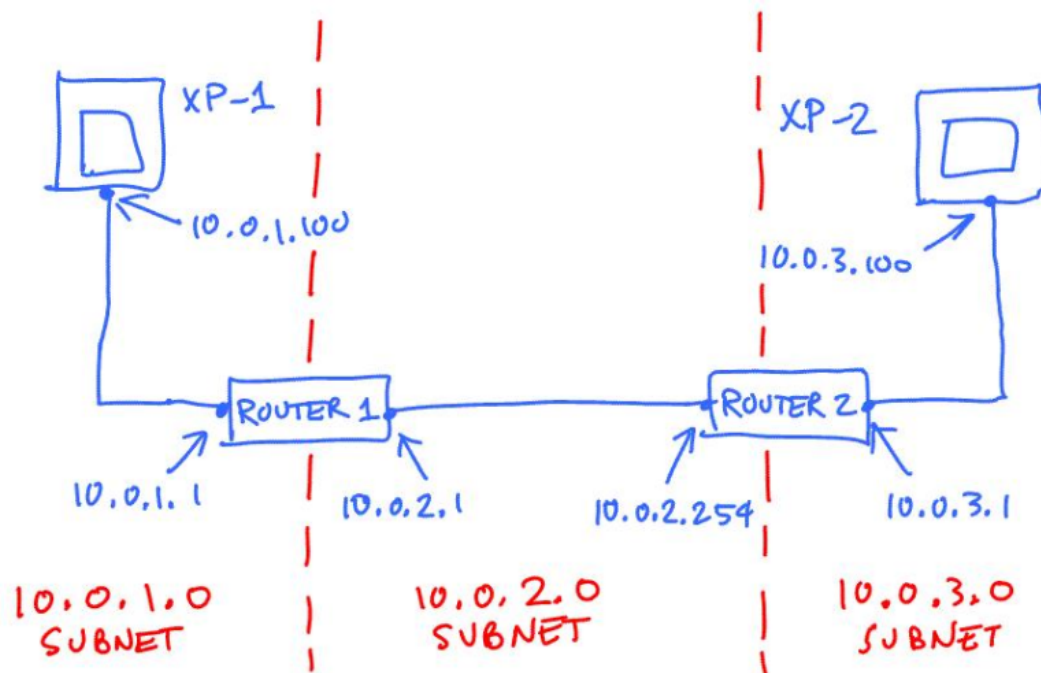


Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

Podomrežja in razredi naslovov

Podomrežje

- Skupina naprav z enakim naslovom omrežja
- Lokalno omrežje, ki je del nekega večjega omrežja



FR Razredi naslovov

■ Razred A:

- 0.....|.....
- 1-126. X. Y. Z

■ Razred B:

- 10.....|.....
- 128-191. X. Y. Z

■ Razred C:

- 110.....|.....
- 192-223. X. Y. Z

omrežje | naprava



FR Razredi naslovov (2)

- Razred **D** – naslovi Multicast:

- 1110.... |
- 224-239. X. Y. Z

- Razred **E** – rezervirani za prihodnjo uporabo

- 11110... |
- 240-255. X. Y. Z

omrežje | naprava

FR CIDR – Classless Inter-Domain Routing

- Razrede delimo na podomrežja – **subnetting**
- Del bitov za naslov naprave prepustimo naslovu omrežja
 - več možnih omrežij
 - manj naprav v vsakem podomrežju
- **Maska podomrežja**
 - 32 bitno število
 - enice (**1**) na mestih, ki so del naslova omrežja
 - ničle (**0**) na mestih, ki so del naslova naprave

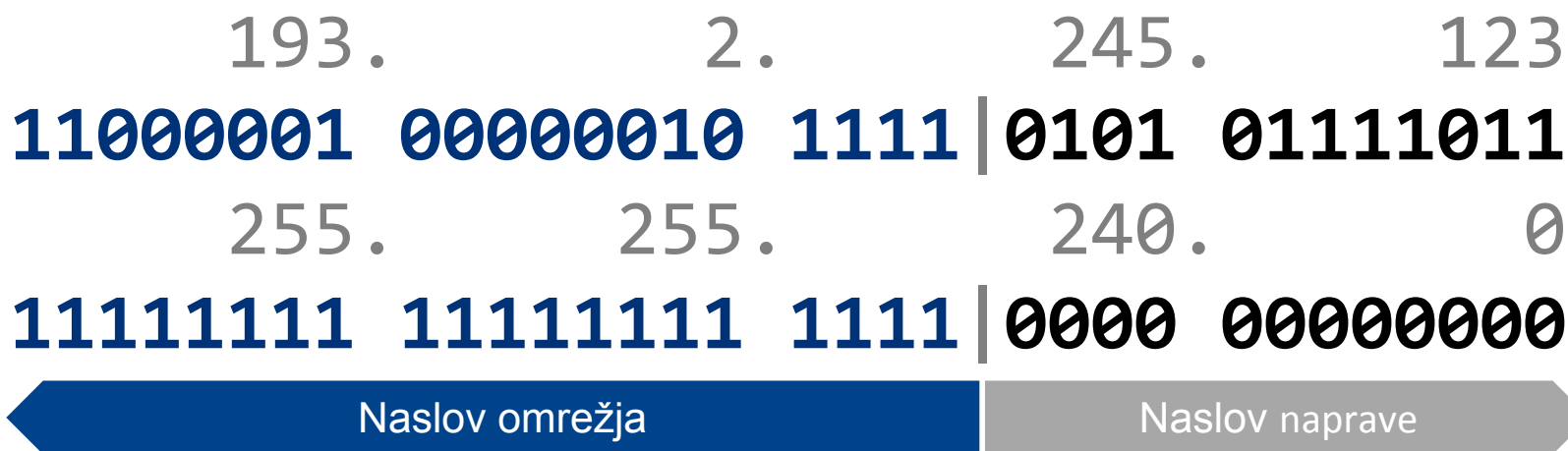
Maska podomrežja - notacija

- Število bitov, ki določajo naslov omrežja:
 - Meje razredov (A, B, C) vedno “na bajt”
 - CIDR: poljubne meje
- CIDR notacija / prefiksna notacija = število enic

255.	255.	240.	0
11111111	11111111	11110000	00000000
			/20

Maska podomrežja in naslov IPv4

- IP naslov:
 - naslov omrežja
 - naslov naprave
- Maska določa bite za naslov omrežja



Posebni naslovi IPv4

- **Naslov broadcast:**
 - naslavljanje vseh naprav v omrežju
 - vsi biti naslova naprave so 1
- **Naslov omrežja / Network:**
 - naslov (pod)omrežja
 - vsi biti naslova naprave so enaki 0
- Naslovov Broadcast in Network **ne** smemo uporabiti za naslavljanje naprav



Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

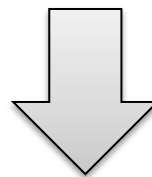
Računanje z naslovi IPv4

Kakšna sta naslov omrežja in naslov broadcast, če ima naš računalnik naslov **193.2.245.123** in masko podomrežja **255.255.240.0**?

Naslov omrežja

- Biti naslova naprave **enaki 0**

193.	2.	245.	123
11000001	00000010	1111	0101 01111011
255.	255.	240.	0
11111111	11111111	1111	0000 00000000

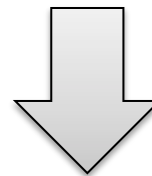


193.	2.	240.	0
11000001	00000010	1111	0000 00000000

Naslov broadcast

- Biti naslova naprave **enaki 1**

193.	2.	245.	123
11000001	00000010	1111	0101 01111011
255.	255.	240.	0
11111111	11111111	1111	0000 00000000



193.	2.	255.	255
11000001	00000010	1111	1111 11111111

Število naprav v omrežju

- 2 posebna naslova:
 - naslov omrežja
 - naslov broadcast
- n = število ničel v maski

$$2^n - 2$$



Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

L4.1

Računanje z naslovi IP

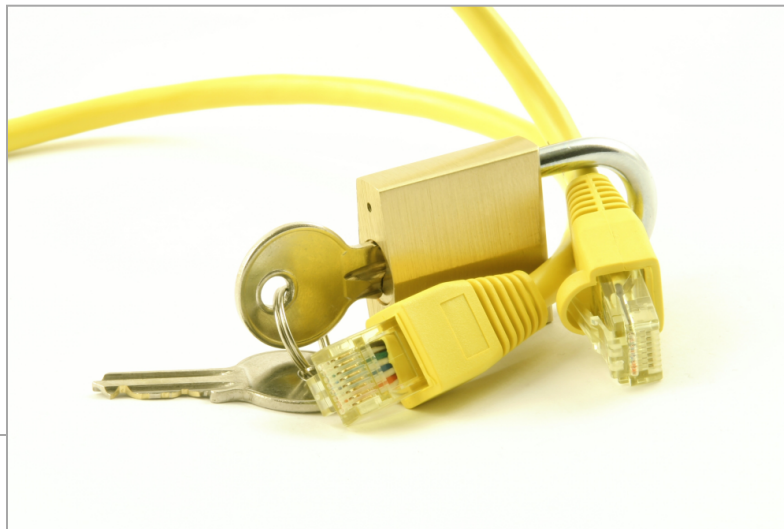


Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

Posebni naslovi IPv4

Privatni naslovni prostor

- Naslovi namenjeni zaprtim omrežjem
- Ti naslovi se ne usmerjajo **izven** meja omrežja
 - 10.0.0.0 – 10.255.255.255 (10.0.0.0/8)
 - 172.16.0.0 – 172.31.255.255 (172.16.0.0/12)
 - 192.168.0.0 – 192.168.255.255 (192.168.0.0/16)



Fr Povratna zanka - Loopback

- Komunikacija med lokalnimi procesi
- Ni pravi omrežni naslov
- 127.0.0.0 – 127.255.255.255 (127.0.0.0/8)



Naslovi link-local IPv4

- Omrežja brez “infrastrukture”
- Samodejna uporaba, če ni strežnika DHCP
- Samo v dosegu lokalnega omrežja
- V Internetu se **ne smejo** usmerjati
- 169.254.0.0 – 169.254.255.255 (169.254.0.0/16)





Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

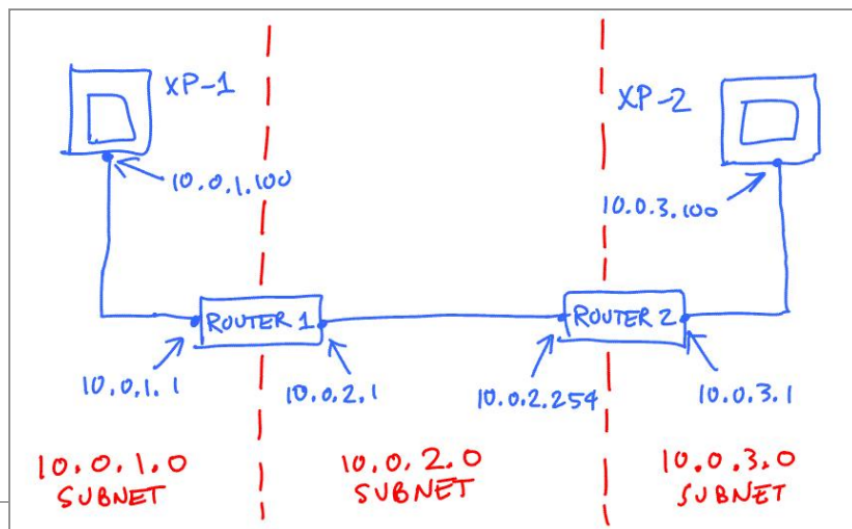
Usmerjanje



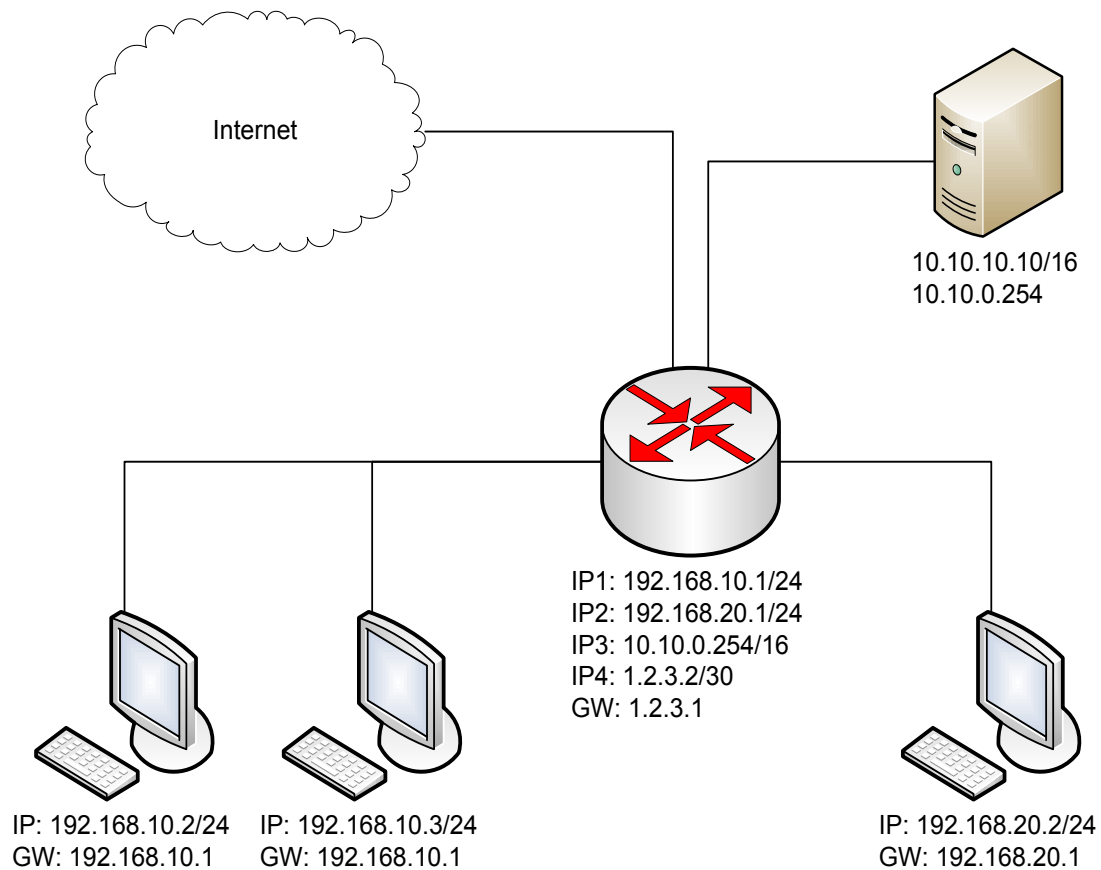
Vir: <http://www.signaco.si/znaki/obvezno/obvezno13.gif>

Usmerjevalnik ali prehod

- Naprava povezana na dve ali več omrežij
- Za vsak omrežje potrebuje **svoj vmesnik** in svojo **naslov IP**
- Privzeti prehod:
 - nanj gredo paketi z naslovi, ki niso v lokalnem podomrežju
 - maska podomrežja določa “uporabo” prehodov



Fri Usmerjanje - primer



Usmerjanje – primer 2

- Na usmerjevalniku je usmerjevalna tabela na desni
- Kam bo usmerjevalnik usmeril pakete:
 - 192.168.1.1
 - 192.168.1.130
 - 10.0.0.5
 - 193.2.1.66
- **Najdaljša predpona!**

Cilj	Prehod	Vmesnik
192.168.0.0/16	10.0.0.1	A
192.168.1.0/24	172.16.1.10	C
192.168.1.128/27	10.0.0.3	A
10.0.0.0/24		A
172.16.1.0		C
212.235.189.128/27		B
0.0.0.0/0	212.235.189.129	B

Izpis usmerjevalne tabele

Windows

route print

netstat -rn

Linux

route

netstat -rn

ip route list

FreeBSD

netstat -rn



Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

L4.2

Usmerjanje



Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

Paket IPv4

Paket IPv4

4	4	8	16	
Različica	Dolžina glave	Tip storitve	Skupna dolžina	
Identifikacija			Zastavice	Zamik fragmenta
TTL		Protokol	Kontrolna vsota - glava	
Izvorni IP naslov				
Ponorni IP naslov				
Možnosti				Zapolnjevanje
Podatki				



Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

L4.3

Paket IPv4



TTL

- Time To Live
- Življenska doba IP paketa = število skokov (hopov)
- Vsaka naprava IP naprava skozi katero potuje paket zmanjša TTL za 1
- Priporočena vrednost je 64
- **Traceroute**



Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

L4.4

Traceroute



Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

ICMP

Omrežna plast

ICMP

- Internet Control Message Protocol
- Pošiljanje sporočil o napakah:
 - odgovor na prejeti datagram
 - diagnostika in usmerjanje
- ICMP glava (4 bajte) + podatki

8	8	16
Tip	Oznaka	Kontrolna vsota



Tipi ICMP

- **Echo Reply**
- Destination Unreachable
- Source Quench
- Redirect Message
- **Echo Request**
- Router Advertisement
- Router Solicitation
- Time Exceeded
- Parameter problem
- Timestamp
- ...



Univerza v Ljubljani
Fakulteta
za računalništvo
in informatiko

L4.5

Ping