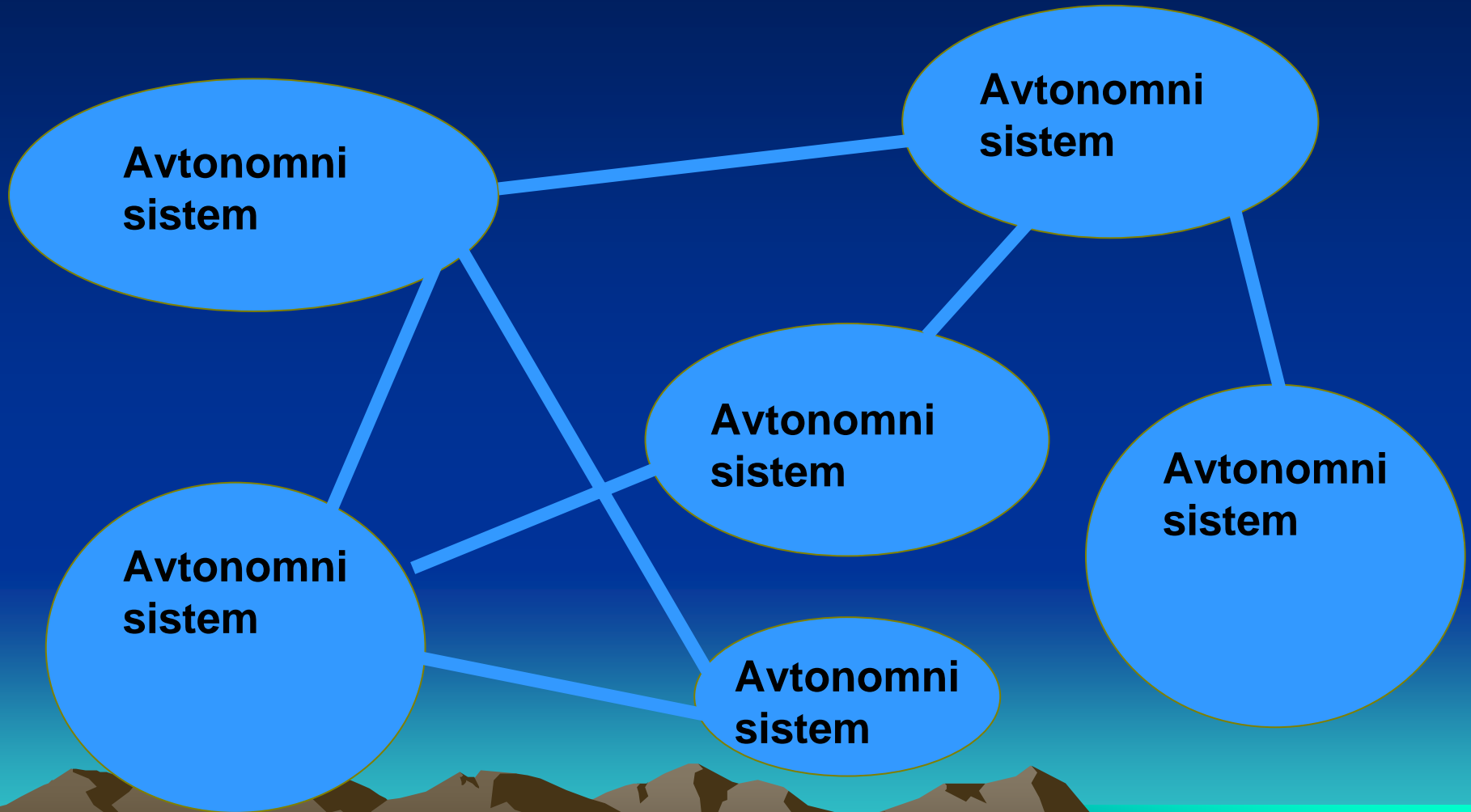


# Naslavljanje v IP

Miran Meža



# Omrežje vseh omrežij



# Omrežje vseh omrežij

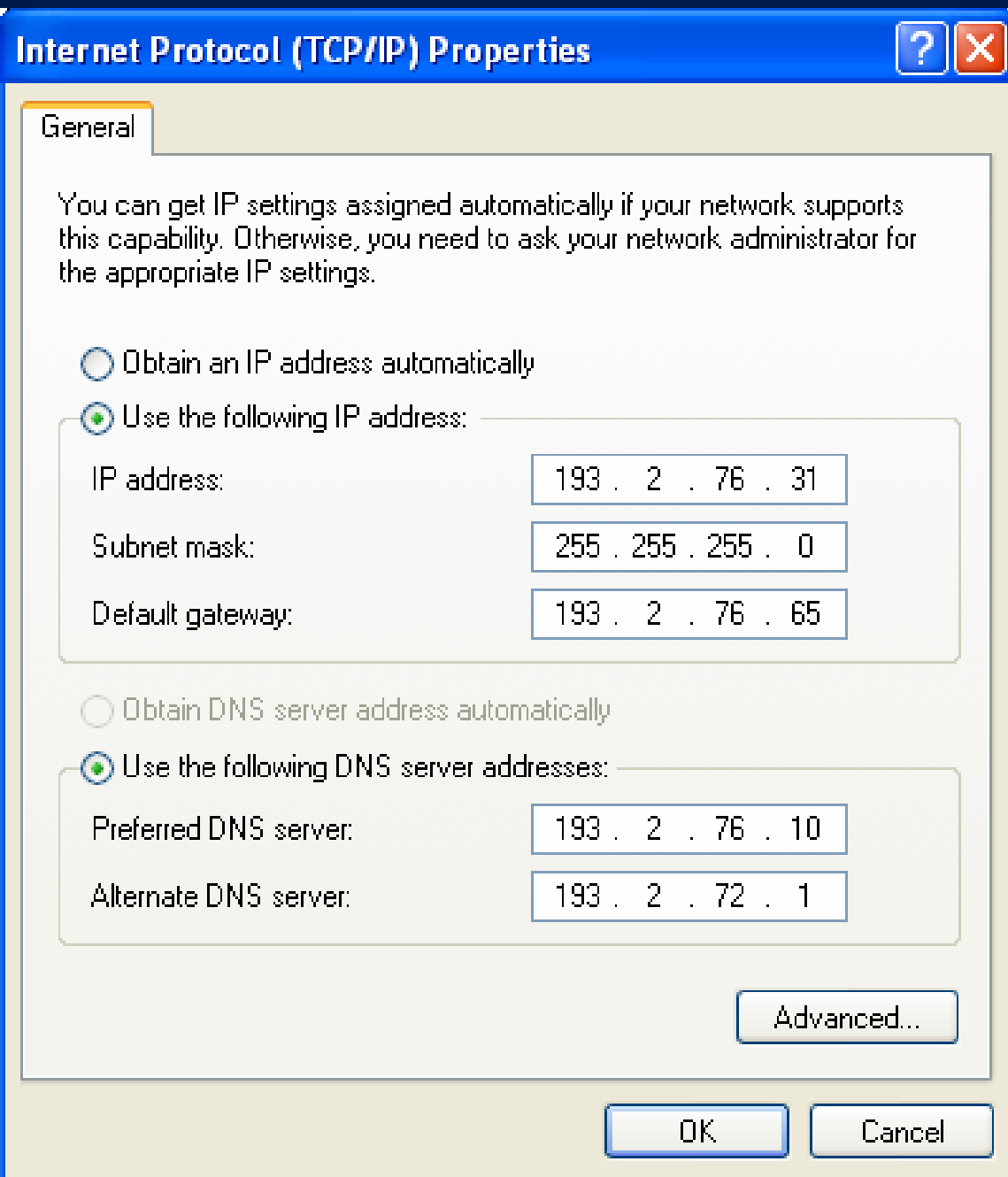
- Usmerjanje prometa: poznati je potrebno **TOPOLOGIJO**.
- Usmerjanje med omrežji - “internetworking”:
  - Naslavljanje posameznih omrežij
  - Naslavljanje posameznih naprav (usmerjevalnikov, stikal, računalnikov...)



# Internetni naslovi (IPv4)

- IP naslov: 32-mestno binarno število, ki označuje pripadnost naprave omrežju ter identificira napravo znotraj omrežja.
- NASLOV = naslov **omrežja** + naslov **naprave**
- Primer:  
11011000 11100101 01111111 00111001  
(216.229.127.57)

# Omrežne nastavitve



# Razredi naslovov

Razred A: **0**..... | .....  
omrežje | naprava

Razred B: **10**..... | .....  
omrežje | naprava

Razred C: **110**..... | .....  
omrežje | naprava

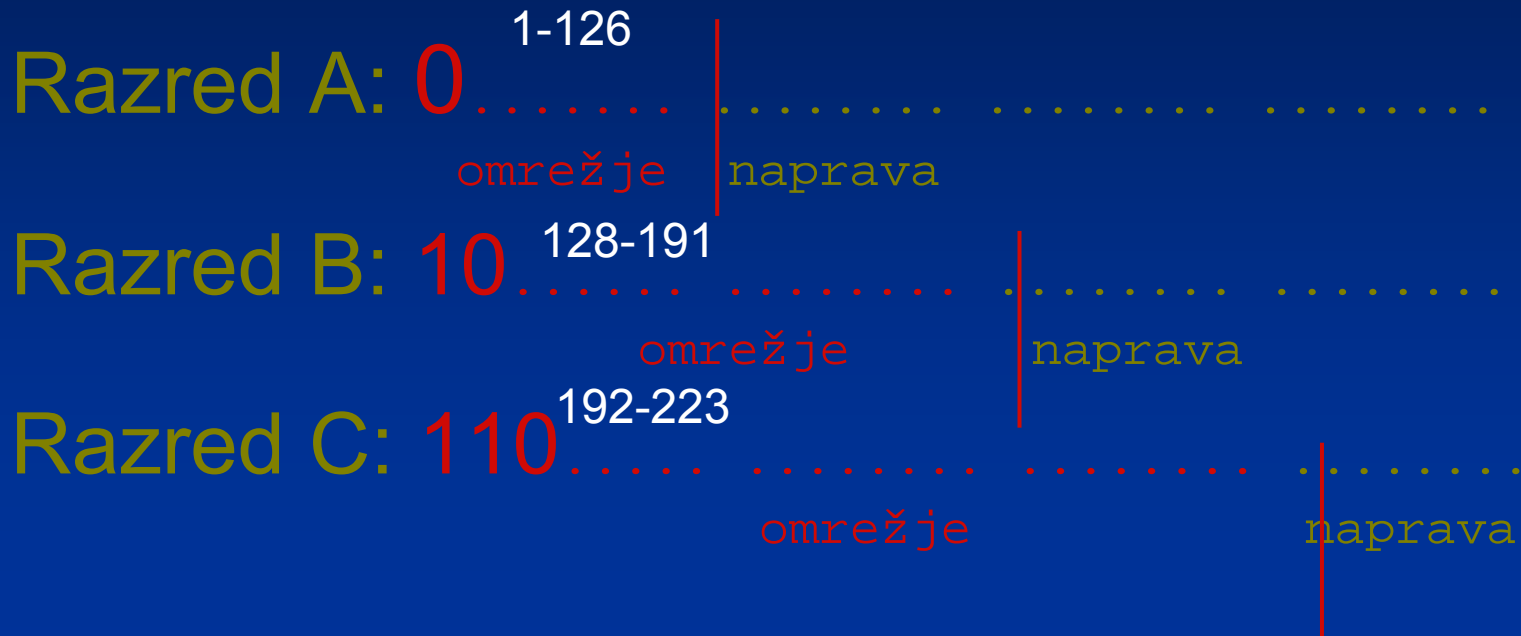
Razred D - Multicast naslov:

1110.....

Razred E - Rezervirani naslovi za bodočo uporabo:

11110.....

# Razredi naslovov



Razred D - Multicast naslov:

1110<sup>224-239</sup>.....

Razred E - Rezervirani naslovi za bodočo uporabo:

11110<sup>240-</sup>.....

# Posebni naslovi:

- **Broadcast** – razpošiljanje na vse naprave v omrežju: vsi biti naslova naprave so 1.
- Primer: 10..... 11111111 11111111
- Naslov, ki ima številko naprave 0 (same ničle): “ta računalnik”
- Naslov, ki ima številko omrežja 0 (same ničle): “to omrežje”
- Neroutabilni naslovi (10.0.0.0 in 192.168.0.0)





# Naslavljanje prehodov (gateway)

- Prehod je naprava, ki je povezana na dve ali več omrežij.
- Za vsako omrežje potrebuje svojo IP številko! **ZAKAJ?**



# Decimalna notacija naslovov

- Za vsako 8-bitno skupino pišemo decimalno število in jih med seboj ločimo s piko.
- **NALOGA:** kako napišemo naslov  
10001101 11010001 10000011 00001010



# Decimalna notacija naslovov

- Za vsako 8-bitno skupino pišemo decimalno število in jih med seboj ločimo s piko.
- **NALOGA:** kako napišemo naslov  
10001101 11010001 10000011 00001010
- **REŠITEV:** 141.209.131.10



# Naslavljanje povratne zanke (loopback)

- Razred A: omrežje 127.0.0.0
- Namen: za testiranje komunikacije med lokalnimi procesi
- To pravzaprav ni pravi omrežni naslov!



# Ustvarjanje podomrežij

- Če je razred omrežja prevelik, se lahko deli.
- “Subnetting”: del bitov za naslov naprave prepustimo naslovu omrežja
  - s tem ga povečamo (možnih je več omrežij),
  - zmanjšamo pa število naprav v podomrežju.
- Primer za razred B:

10001101 11010001 1000|0011 00001010

# Maska podomrežja

- Maska opisuje, kolikšen del naslova opisuje omrežje / napravo.
- Dolžina: 32 bitov (4x8) – kot naslov
  - 1 (enice): so na mestih, ki so del naslova omrežja
  - 0 (ničle): del naslova naprave



# Maska podomrežja

- Primer: kakšna je maska, če so rdeči biti naslov omrežja?

10001101 11010001 10000011 00001010



# Maska podomrežja

- Primer: kakšna je maska, če so rdeči biti naslov omrežja?

10001101 11010001 10000011 00001010  
11111111 11111111 11110000 00000000

Decimalna notacija (s pikami)?





# Maska podomrežja

- Primer: kakšna je maska, če so rdeči biti naslov omrežja?

10001101 11010001 10000011 00001010  
11111111 11111111 11110000 00000000

Decimalna notacija (s pikami)?

255.255.240.0

Krajši zapis naslova: 193.2.245.123/20

(prefixna notacija – pove število bitov maske)

# NALOGA

- Koliko naprav lahko priključimo v omrežje razreda B?
- Koliko podomrežij lahko naredimo, če uporabimo masko 255.255.255.0?



# NALOGA

- Koliko naprav lahko priključimo v omrežje razreda B?
- Koliko podomrežij lahko naredimo, če uporabimo masko 255.255.255.0?
- Rešitev:  $2^{16} - 2 = 65534$ ;
- Rešitev: 256



# NALOGA

- Naslov (razred A): 15.16.193.6
- Maska: 255.255.248.0
- Kakšen je broadcast naslov? (vsi biti, ki niso v maski, so 1)



# NALOGA

- Naslov (razred A): 15.16.193.6
- Maska: 255.255.248.0
- Kakšen je broadcast naslov? (vsi biti, ki niso v maski, so 1)
- M: 11111111 11111111 11111000 00000000
- N: 00001111 00010000 11000001 00000110
- B: 00001111 00010000 11000111 11111111
- B = 15.16.199.255

# Privatni naslovni prostor

Teh naslovov ne usmerjamo iz omrežja!

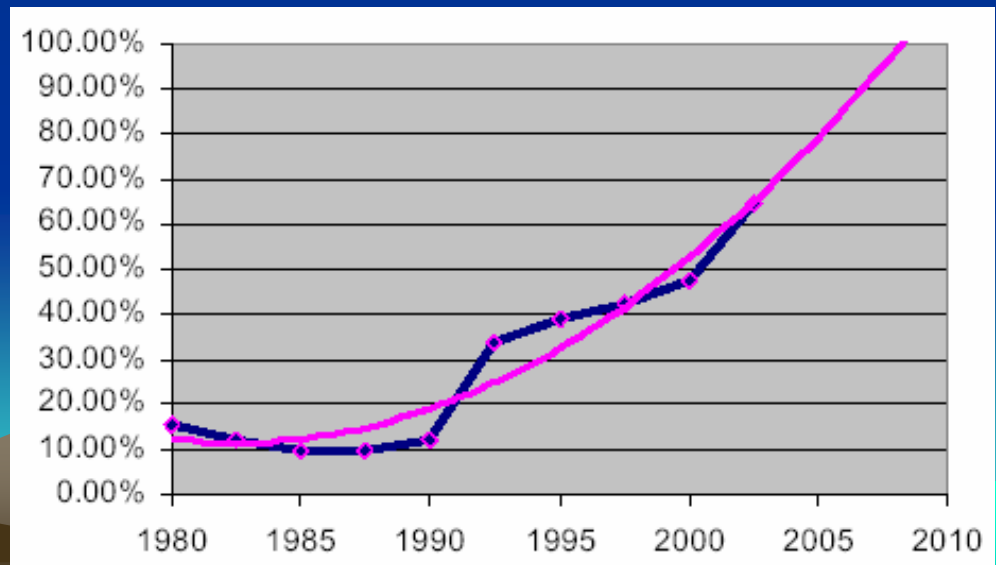
- 10.0.0.0 – 10.255.255.255 prefix 10/8
- 172.16.0.0 – 172.31.255.255 prefix 172.16/12
- 192.168.0.0 – 192.168.255.255 prefix 192.168/16

Prefix pove številko (pod)omrežja ter število bitov maske!



# IPv6

- [www.ipv6.org](http://www.ipv6.org)
- [www.ip426.com](http://www.ip426.com)
- IPv4: zaseden naslovni prostor  
(teoretično 4 mrd, praktično 250 mio naprav)
  - 1995: 1/3
  - 2000: 1/2
  - 2003: 2/3



# Pomanjkanje naslovov IPv4

- Napor za ohranitev:
  - PPP/DHCP skupna raba naslovov,
  - NAT,
  - CIDR (classless interdomain routing – manjše tabele, ne glede na razrede A,B,C),
  - sub/supernetting...
- NAT: tudi če bi vsako podjetje imelo le 1 IP številko... **PREMALO** naslovov!





# Pomanjkljivosti IPv4

- **NAT**: problemi
  - P2P
  - Varnost??
  - Upravljanje
- **Varnost** je zgolj opcija
- **QoS** (Quality of Service)
- Usmerjanje: velike tabele...
- Mobilnost
- Samokonfiguracije naprav praktično ni
- **ZDA** (90% naslovov)
  - nekatere univerze imajo več naslovov kot cela Azija
  - ZDA imajo monopol (upravljanje...)

# Prednost IPv6

- Dovolj **velik** naslovni prostor
- Mednarodno uravnoteženje (Japonska – Kyoto, Kitajska danes, JANET-GB, ZDA DoD 2005-08)
- End-to-end komunikacija (P2P)
- Strukturirano izbiranje naslovov
- Hitro usmerjanje in posredovanje
- Vgrajena **varnost in mobilnost**

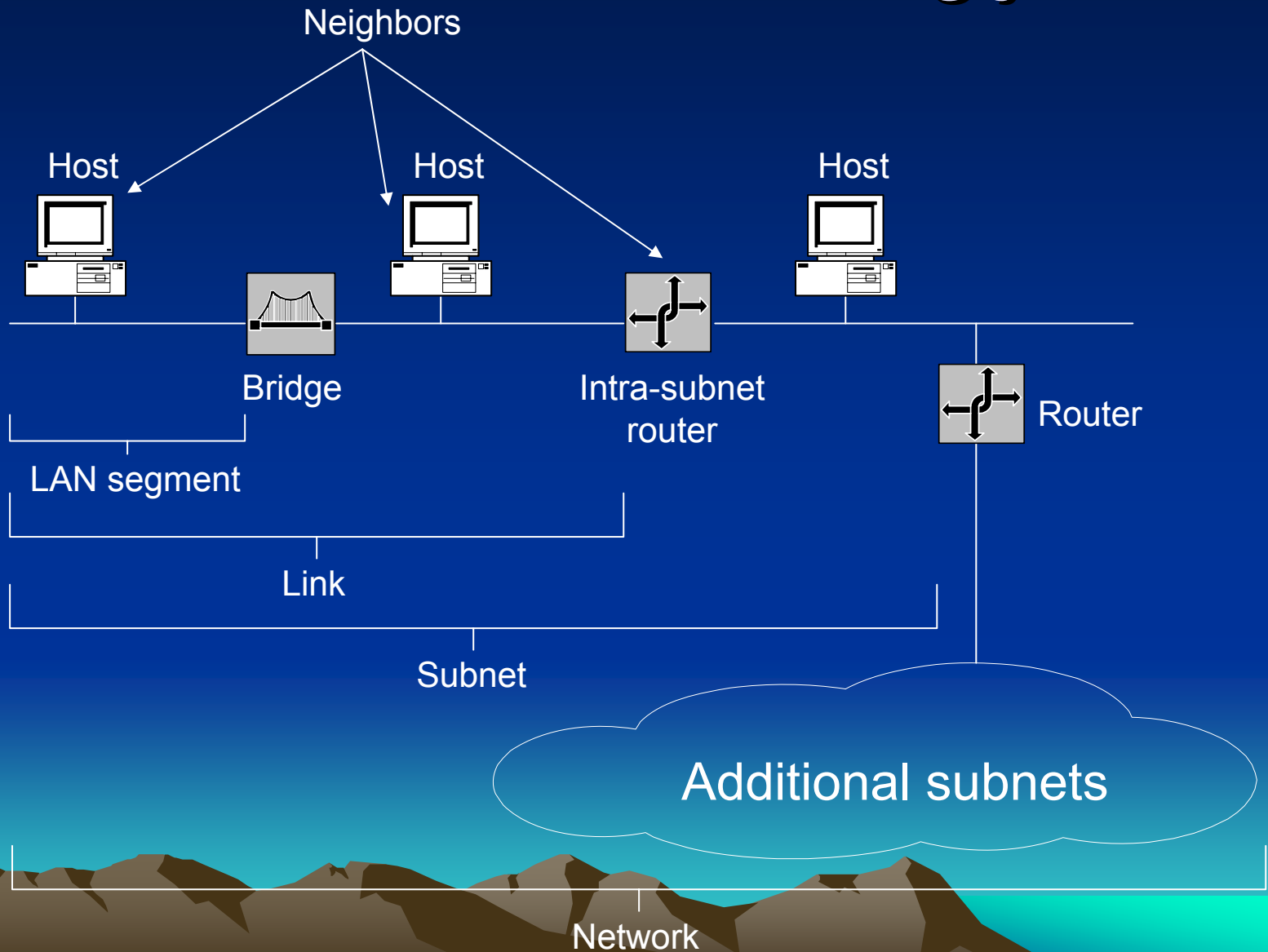


# Značilnosti IPv6

- Nov **format glave**
- **VEEEEEELIK naslovni prostor** (128 bitov): koliko naprav je to?
- Učinkovito, hierarhično naslavljanje in usmerjanje
- Konfiguracija naslovov: z ali brez stanj
- **Varnost**
- **QoS**
- Nov protokol za komunikacijo v soseščini
- Razširljivost



# IP v6 terminologija



## Feature

Address length

IPSec support

QoS support

Fragmentation

Packet size

Checksum in header

Options in header

Link-layer address resol.

Multicast membership

Router Discovery

Uses broadcasts

Configuration

DNS name queries

DNS reverse queries

## IPv4

32 bits

Optional

Some

Hosts and routers

576 bytes

Yes

Yes

ARP (broadcast)  
Discovery Messages

IGMP  
Discovery (MLD)

Optional

Yes

Manual, DHCP

Uses A records

Uses IN-ADDR.ARPA

## IPv6

128 bits

Required

Better

Hosts only

1280 bytes

No

No

Multicast Neighbor

Multicast Listener

Required

No

Automatic, DHCP

Uses AAAA records

Uses IP6.INT

# Naslovni prostor IPv6

- **128-bitni naslovni prostor**
  - 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456 naslovov ( $3.4 \times 10^{38}$ )
  - $6.65 \times 10^{23}$  naslovov na m<sup>2</sup> zemljine površine !!!
- Zato imamo lahko fleksibilno večnivojsko hierarhijo (naslavljanje, usmerjanje)
- Tipičen unicast naslov:
  - 64 bitov: ID podomrežja
  - 64 bitov: ID vmesnika

# Sintaksa IPv6 naslova

- IPv6 naslov v binarni obliki :

```
00100001110110100000000011010011000000000000000010111100111011  
0000001010101010000000001111111111111110001010001001110001011010
```

- Razdeljen na osem 16-bitnih skupin:

```
0010000111011010    0000000011010011    0000000000000000    0010111100111011  
0000001010101010    0000000011111111    1111111000101000    1001110001011010
```

- Zapisan šestnajstiško, ločeno z dvopičji

```
21DA:00D3:0000:2F3B:02AA:00FF:FE28:9C5A
```

- Vodilne ničle v vsaki skupini lahko izpustimo:

```
21DA:D3:0:2F3B:2AA:FF:FE28:9C5A
```



# Kompresija ničel v zapisu naslova

- Dolga zaporedja samih ničel
- Zaporedje 16-bitnih blokov iz samih ničel lahko zapišemo kot dve dvopičji ::
- Primer
  - FE80:0:0:0:2AA:FF:FE9A:4CA2 ali krajše FE80::2AA:FF:FE9A:4CA2
  - FF02:0:0:0:0:0:0:2 ali krajše FF02::2
- To ne velja za dele blokov – cel blok mora biti 0
  - FF02:30:0:0:0:0:0:5 ni isto kot FF02:3::5,
  - lahko pa zapišemo FF02:30::5.
- Kompatibilnost z v4 naslovi: spredaj dodamo ničle
  - 193.2.72.1 → ::193.2.72.1
  - Lahko pustimo tudi pike iz v4 naslova!