



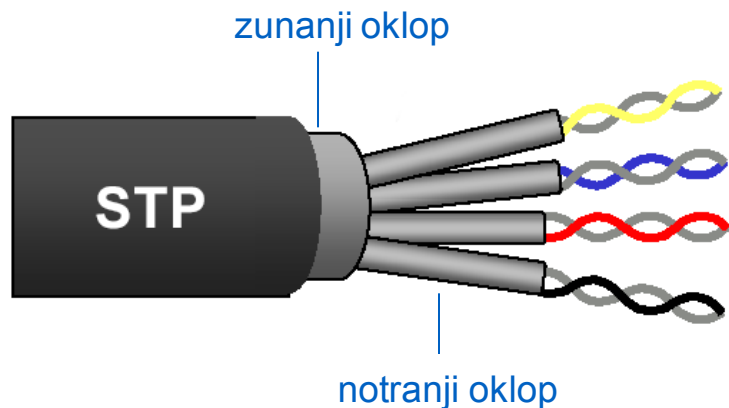
Kabliranje v omrežjih Ethernet



Tipi prepletenih bakrenih vodnikov

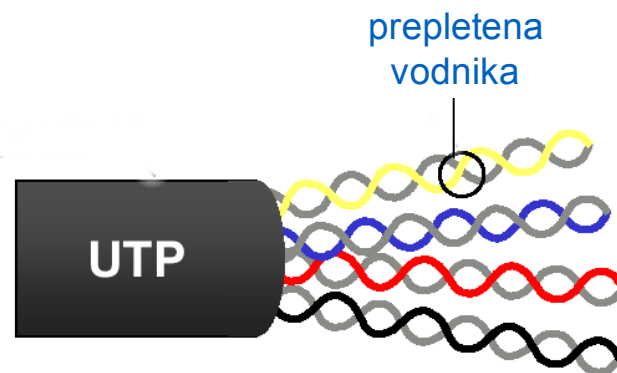
■ Oklopljeni

- višja cena
- težavna namestitvev (potrebna je pravilna ozemljitev oklopa)
- boljše električne lastnosti
- tipičen predstavnik STP (Shielded Twisted Pair)



■ Neoklopljeni

- nižja cena
- preprosta namestitvev
- slabše električne lastnosti
- tipičen predstavnik UTP (Unshielded Twisted Pair)





Lastnosti prenosnega medija

- **Prenosne zmogljivosti bakrenega vodnika omejuje**
 - **slabljenje**
 - posledica dielektričnih izgub izolatorja in izriva toka (večanje frekvence)
 - narašča linearno z dolžino vodnika ter s kvadratnim korenom frekvence
 - **disperzija**
 - posledica razlik v fazni hitrosti signala (intersimbolna interferenca)
 - **odboji**
 - posledica sprememb karakteristične impedance (nehomogenosti v mediju, slabo izvedene zaključitve vodnikov)
 - **presluh**
 - posledica elektromagnetnega sklopa med bližnjimi vodniki
 - bližnji presluh (NEXT – Near-end Crosstalk)
 - daljni presluh (FEXT – Far-end Crosstalk)
 - narašča s frekvenco
 - zmanjšamo ga s prepletanjem vodnikov
 - **šum – motnja iz okolice**
 - vklop/izklop AC in DC motorjev
 - fluorescenčna razsvetljava



Standardizacija – področje IT infrastrukture

- **Mednarodni – ISO/IEC**
 - ISO/IEC 11801
- **Evropski – EN**
 - EN 50173
 - Information technology – Generic cabling systems
- **Slovenski – SIST**
 - SIST EN 50173-1:2003
- **Ameriški – ANSI/TIA/EIA**
 - ANSI/TIA/EIA-B
 - 568-B.1 kabelski standard 1. del, splošne zahteve,
 - 568-B.2 kabelski standard 2. del, 100 ohm-ska bakrena parica,
 - 568-B.3 kabelski standard za optične povezave.



Predpisane meritve

- Kontrola povezav (wire map)
- Vstavitveno slabljenje (insertion loss)
- Odbojno slabljenje (Return loss)
- Zakasnitev zaradi razširjanja (propagation delay)
- Dolžina kabla (cable length)
- Bližnji presluh (NEXT – Near-end crosstalk)
- Power sum near-end crosstalk (PSNEXT)
- Equal-level far-end crosstalk (ELFEXT)
- Power sum equal-level far-end crosstalk (PSELFEXT)



Kategorije

Kategorija	EIA/TIA	Maksimalna frekvenca delovanja
1		100 kHz
2		1 MHz
3	razred C	16 MHz
4		20 MHz
5	razred D	100 MHz
5e	razred D 2000	100 MHz
6	razred E	250 MHz
7	razred F	600 MHz

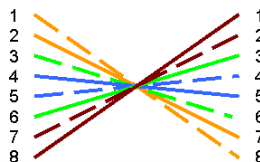
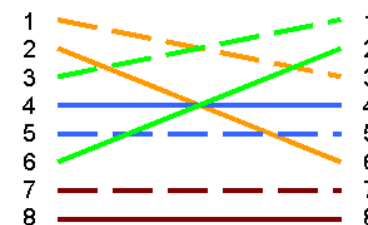
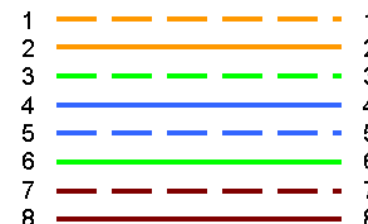
■ Kategorija 5/5e UTP

- maksimalna dolžina 100m (90m)
- maksimalna pasovna širina 100 MBit/s
- impedanca 100 Ohm
- tipično osem žilen kabel (štirje pari)
- topologija zvezda
- trenutno najbolj razširjen, uporablja se tudi v omrežjih Ethernet (10/100 Mbit/s)



Medsebojno povezovanje naprav

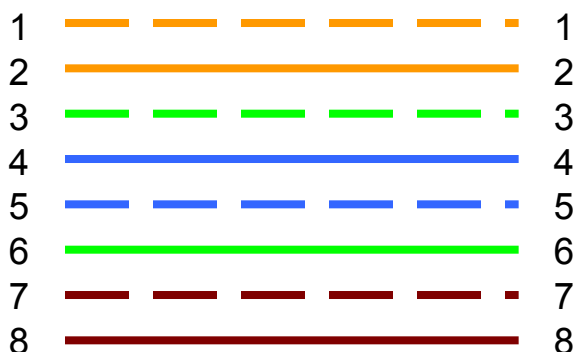
- Napravi tipa DTE – DCE povežemo med seboj s klasičnim kablom (UTP ali STP) "ang. straight through"
 - terminal – stikalo
 - terminal – premoščevalnik (hub)
 - usmerjevalnik – stikalo
- Napravi tipa DTE – DTE ali DCE – DCE povežemo med seboj s križnim kablom (UTP ali STP) "cross over"
 - stikalo – stikalo
 - stikalo – hub
 - hub – hub
 - usmerjevalnik – usmerjevalnik
 - terminal – terminal
 - usmerjevalnik – terminal
- Napravi tipa DCE – RS 232 povežemo med seboj z "roll over"



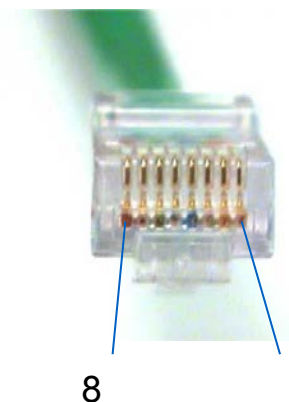


Implementacija ožičenja UTP 1/2

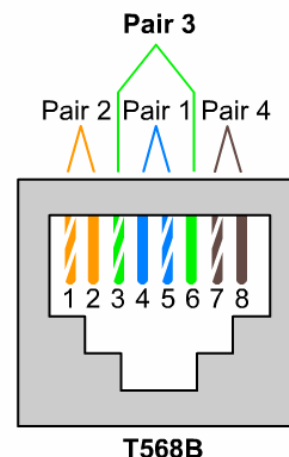
- Dva standarda, ki določata razporeditev parov (barve) med sponkami konektorjev in vtičnic
 - EIA/TIA-T568-A
 - EIA/TIA-T568-B (najbolj razširjen)
- Razporeditev žil med sponkami konektorjev oz. vtičnic po standardu T568-B
 - klasičen kabel UTP "straight through"



Kontrola povezav
(wire map)



Konektor RJ 45
(registered jack)



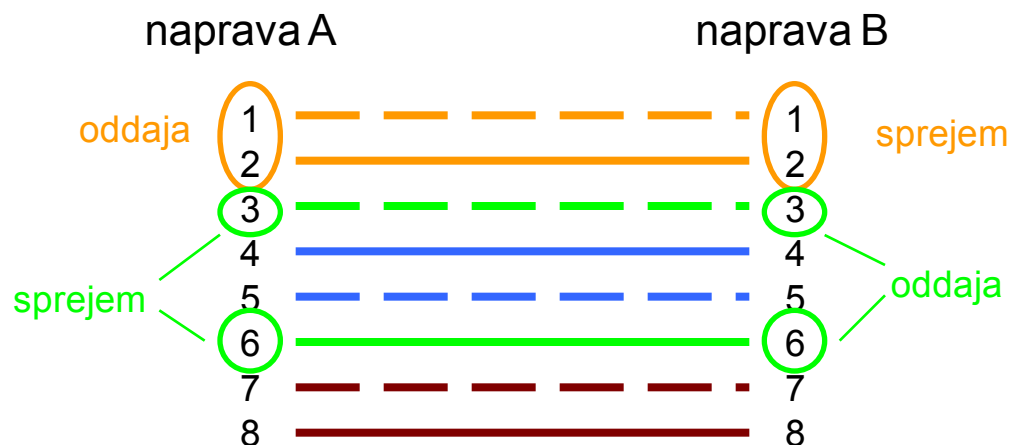
Vtičnica za
konektor RJ45



Implementacija ožičenja UTP 2/2

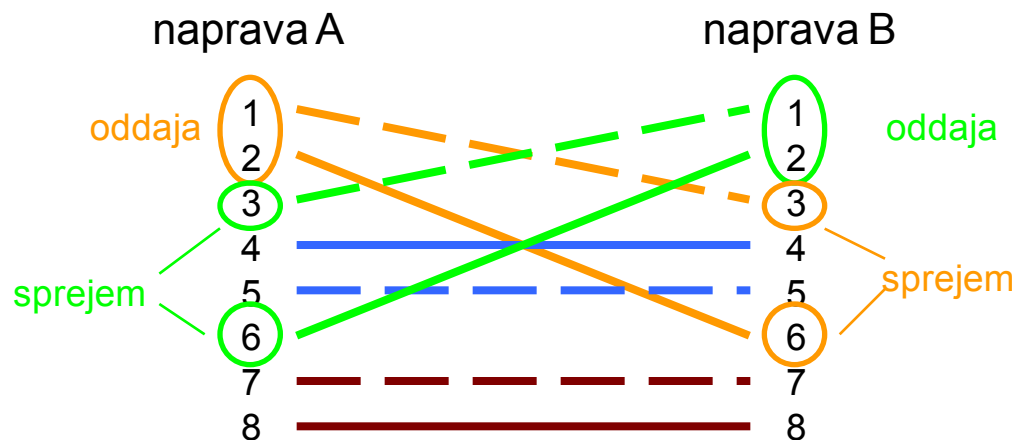
■ Uporaba klasičnega kabla UTP "straight through" v omrežjih Ethernet

- povezovanje naprave DTE in DCE



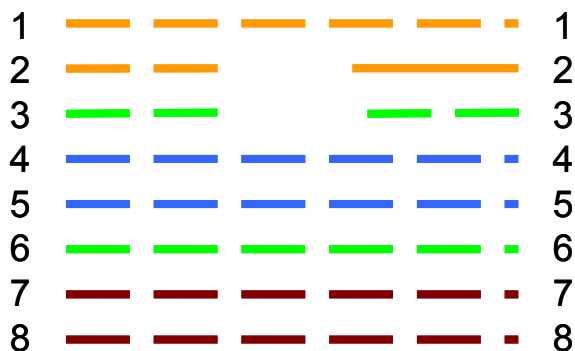
■ Uporaba križnega kabla UTP "cross over" v omrežjih Ethernet

- povezovanje naprave DTE in DTE
- povezovanje naprave DCE in DCE

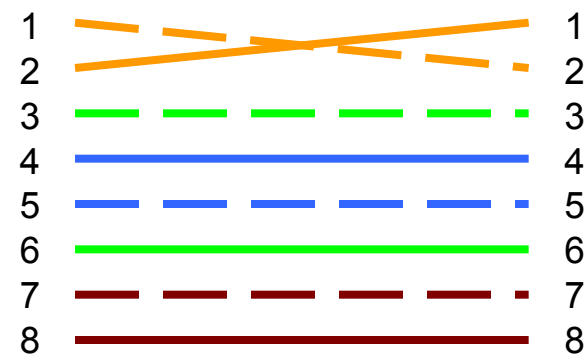




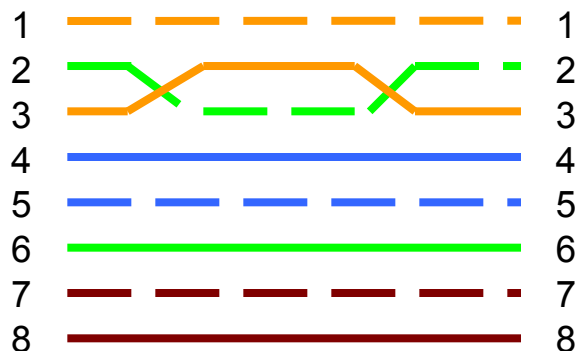
Tipične napake



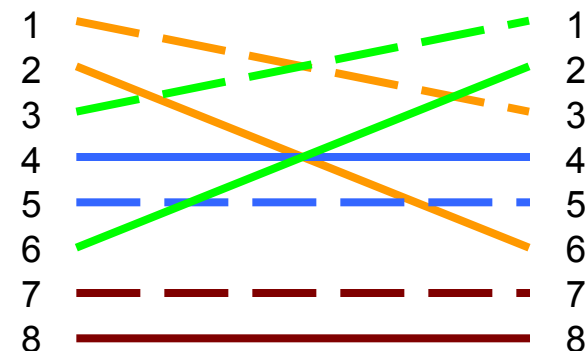
odprte sponke



zamenjana polariteta
na sponkah "reversed"



nepravilna uporaba parov
"split pair"



"miswire"



Komunikacijska vodila in vmesniki

Avditorne vaje
as. mag. Andrej Štern



Predstavitev vaj

■ Potek

- spoznavanje povezljivosti z vodili RS-232
 - povezovanje med računalniki in napravami
 - povezovanje med računalniki (null-modem povezava)
 - nastavitev terminalske programske opreme (komunikacijski protokol)
 - uporaba terminalske programske opreme
- spoznavanje navideznih serijskih vrat čez USB
 - nameščanje serijskih kablov na računalnike brez RS-232 (npr. prenosnik)
 - ugotavljanje dodeljenih logičnih COM(n) vrat (npr. COM2, COM14)
 - povezovanje s terminalsko programsko opremo





Vmesnik RS-232

■ Fizični vmesnik

■ 9-pinski D-SUB, poimenovan tudi DB9

- na strani računalnika moški konektor
- na strani naprave ženski konektor

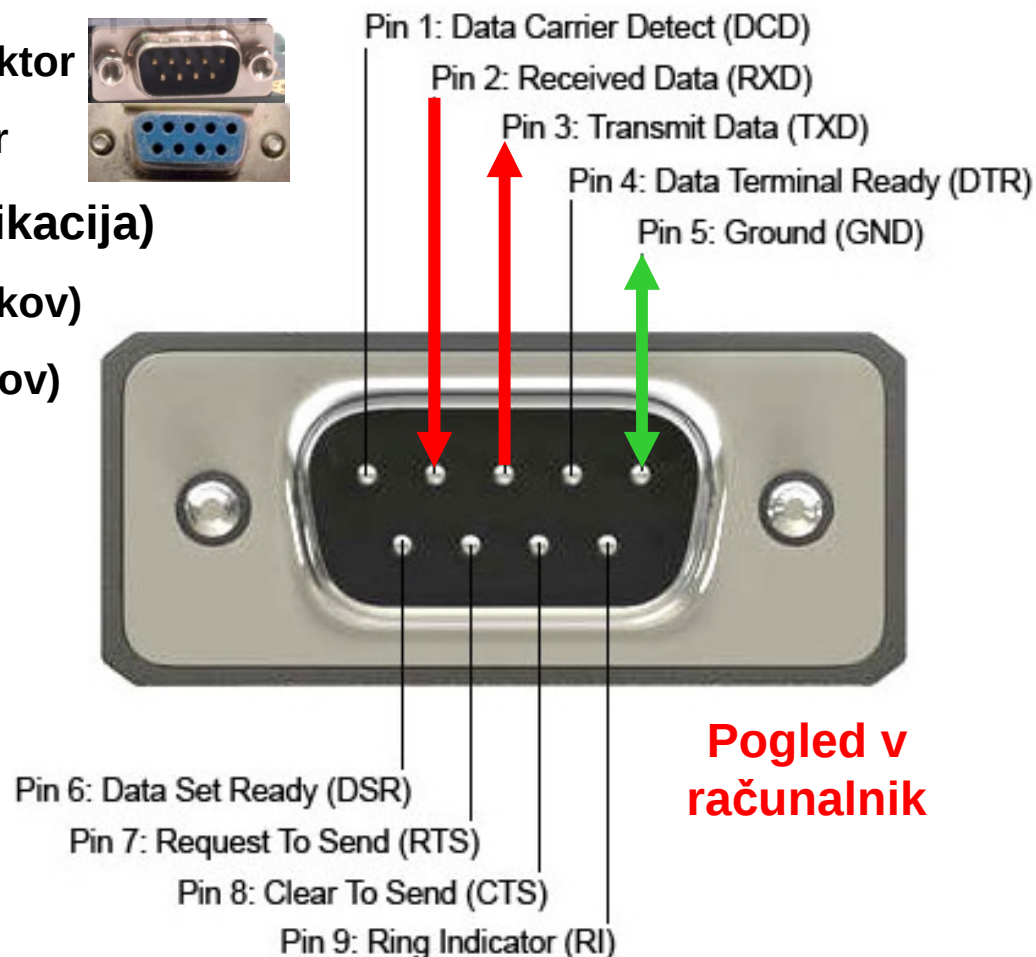


■ uporabljeni pini (osnovna komunikacija)

- pin 2: vhod (RXD - sprejem podatkov)
- pin 3: izhod (TXD - oddaja podatkov)
- pin 5: skupna masa

■ ostali pini

- krmiljenje pretoka (opcija)
- oznaka poziva (RING)

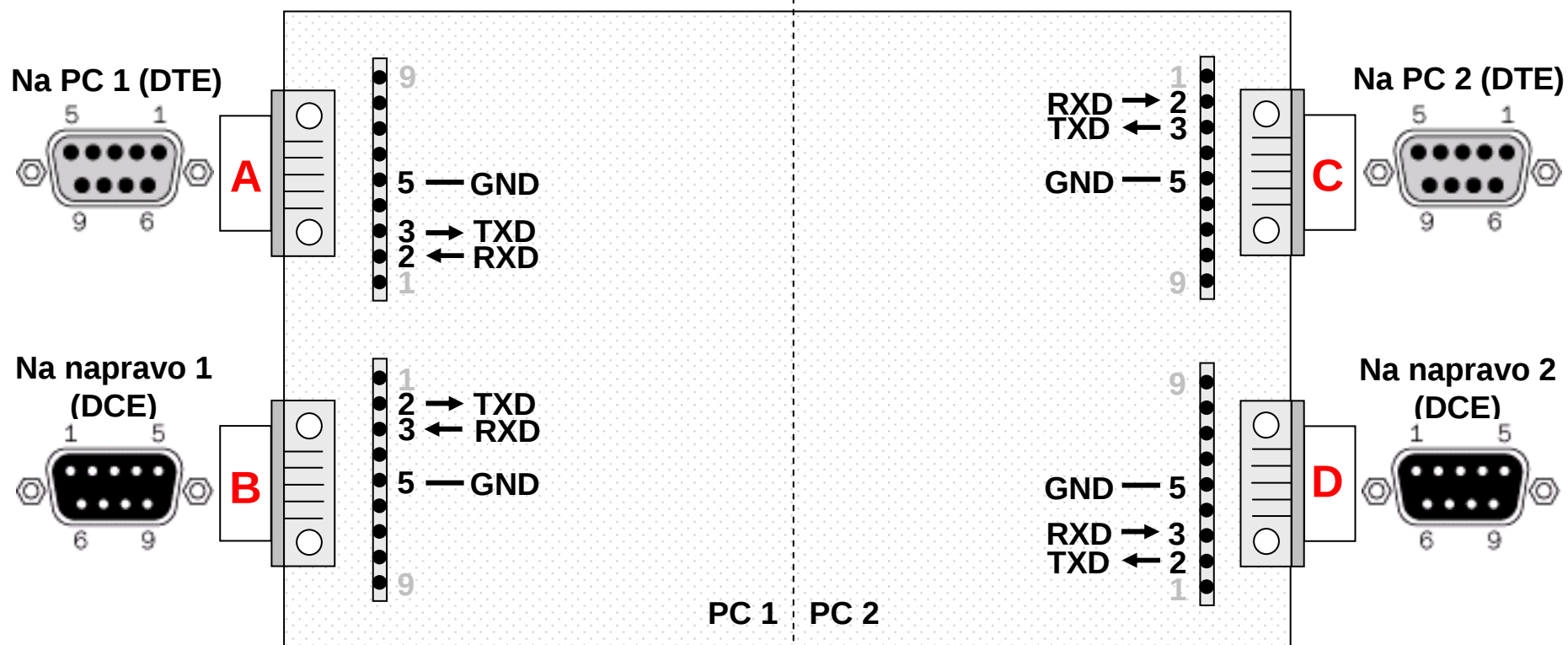




Testna povezovalna plošča

■ Možnosti povezav (iz PC 1)

- PC 1 - A - B - naprava (testiranje na enem računalniku)
- PC 2 - C - D - naprava (testiranje na enem računalniku)
- PC 1 - A - C - PC 2 (testiranje med dvema računalnikoma)





Povezovanje dveh računalnikov

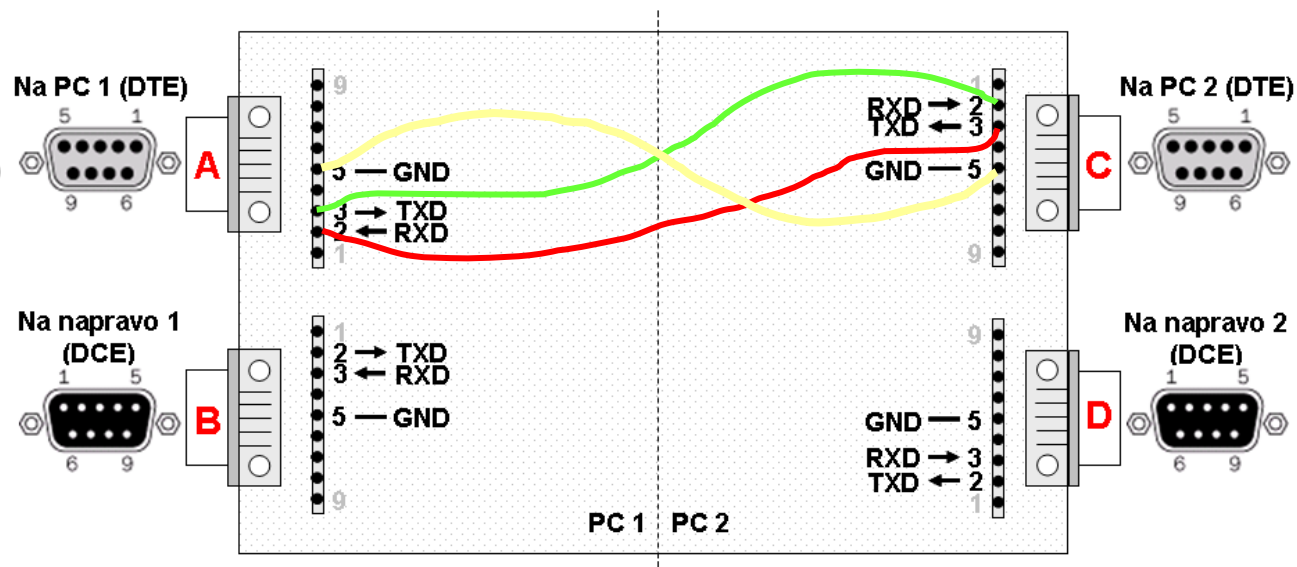
■ Osnove povezav

- na PC1 in PC2 se nahaja moški konektor
- s PC1 do A in s PC2 do C vodi direktni kabel (angl. straight)



■ Bistven razmislek

- da se oddaja s PC1 sprejme na PC2, morajo biti TXD in RXD prekrižani
 - na testni plošči je potrebno izvesti križno prevezavo (angl. null-modem)
 - TXD1 -> RXD2
 - TXD2 -> RXD1
 - skupna masa (GND)
- pozor
 - napačna vezava lahko povzroči okvaro serijskega priključnega mesta na računalnikih





Povezovanje računalnika in naprave

■ Osnove povezav

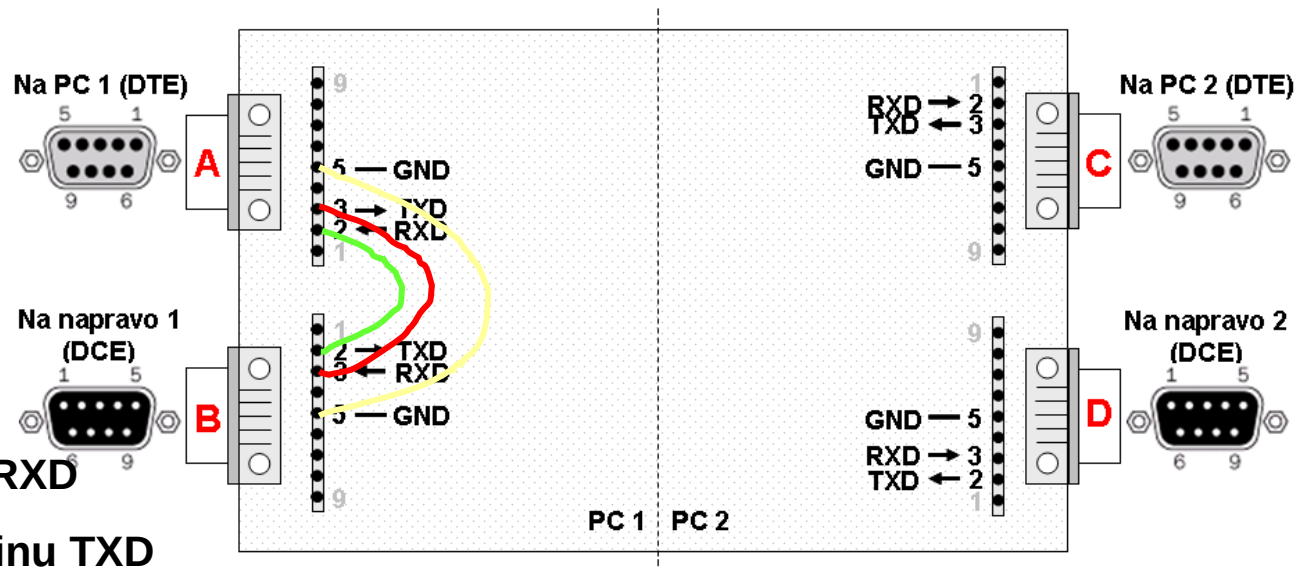
- na PC1 se nahaja moški konektor, s PC1 do B vodi direktni kabel
- naprava vsebuje ženski konektor, priključimo jo neposredno v B (D)

■ Bistven razmislek

- napravo je možno neposredno priključiti na PC1 (2), konec kabla ali v B (D)
 - zato mora imeti naprava TXD na mestu, kjer PC1 oz. PC2 sprejemata (RXD)

■ križna povezava zato ni več potrebna

- PIN2 -> PIN2
- PIN3 -> PIN3
- PIN5 -> PIN5
- pozor
 - PC1 ima na 2. pinu RXD
 - naprava ima na 2. pinu TXD

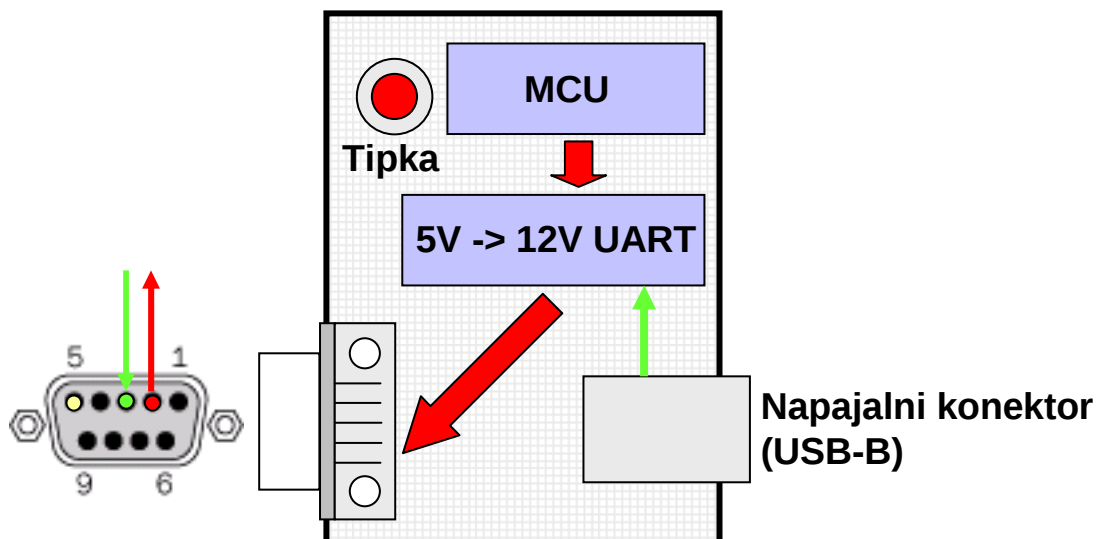




Primer naprave

■ Generator RS-232 prometa

- ob pritisku tipke naprava generira promet (npr. berljiv tekst)
- serijska vrata ne zagotavljajo napajanja naprave
 - potrebno napajanje od zunaj (npr. iz vrat USB)
 - izjemoma lahko nekaj toka (do 5 mA) pridobimo iz linij DTR/RTS
 - potrebujemo POLNO RS-232 povezanost (danes redko kje)
 - primer: napajanje računalniških mišk (pred PS/2 in USB)





Terminalski program TeraTerm

Tera Term: New connection

☐ TCP/IP Host: myhost.example.com
☒ History
Service: ☐ Telnet TCP port#: 22
☒ SSH SSH version: SSH2
☐ Other Protocol: UNSPEC

☒ Serial Port: COM3: PCIe to High Speed Serial Port

OK Cancel Help

Tera Term: Terminal setup

Terminal size: 80 x 24
☒ Term size = win size
☐ Auto window resize

New-line: Receive: CR Transmit: CR

Terminal ID: VT100 ☒ Local echo
Answerback: ☐ Auto switch [VT<->TEK]

Coding (receive): UTF-8 Coding (transmit): UTF-8
locale: american CodePage: 65001

OK Cancel Help

Nastavitev
lokalnega
odmeva

COM3:9600baud - Tera Term VT

File Edit Setup Control Window Help

Terminal...
Window...
Font...
Keyboard...
Serial port...
SSH...
SSH Authentication...
SSH Forwarding...
SSH KeyGenerator...
TCP/IP...
General...
Additional settings...
Save setup...
Restore setup...
Load key map...

Komunikacijsko
okno

Tera Term: Serial port setup

Port: COM3 OK
Baud rate: 9600 Cancel
Data: 8 bit
Parity: none
Stop: 1 bit Help
Flow control: none

Transmit delay: 0 msec/char 0 msec/line

Nastavitev
COM-vrata,
hitrosti,
podatkovnega
formata,
nadzora
pretoka



Pošiljanje datoteke čez serijsko povezavo

Razlika med bitno in efektivno hitrostjo

■ primer: bitna hitrost 9600 bit/s

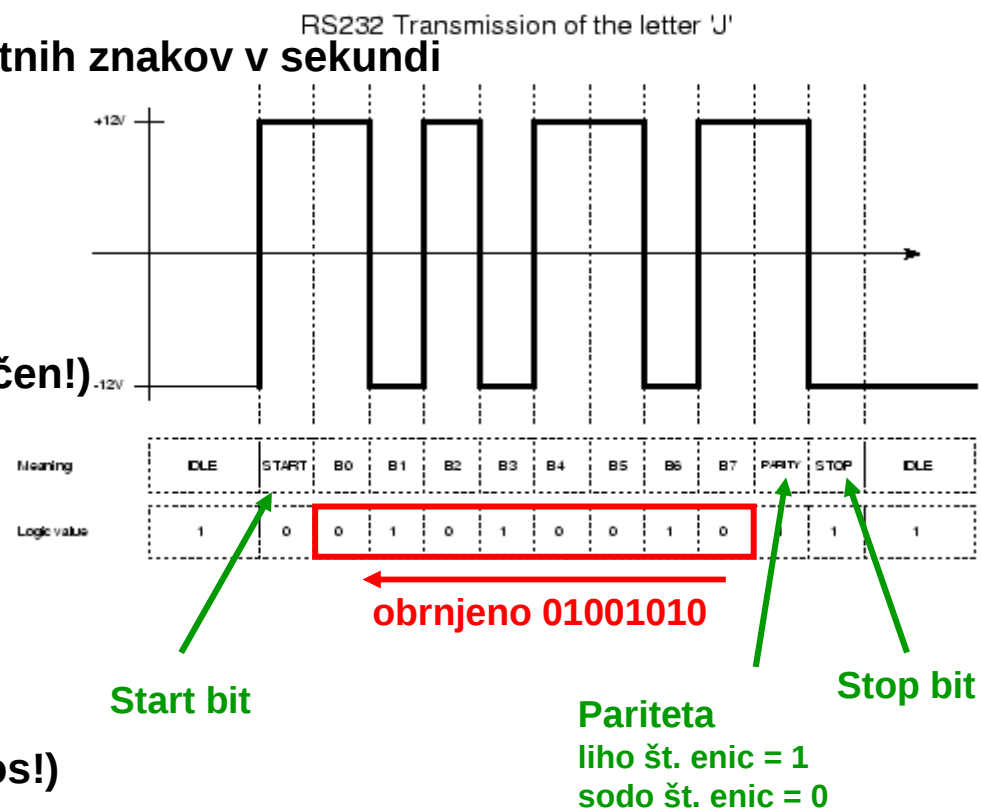
- bitki se zaporedno pošiljajo s hitrostjo 9600 Hz
- naslednji bit se prenese v 0,0001041666666.... s
- 9600 bit/s ustreza prenos 1200 8-bitnih znakov v sekundi

■ prenosni format 8,N,1

- 1 start bit na začetku
- znak se prenese v 8 bitih
- ni paritetnega bita (na sliki je vključen!)
- 1 stop bit na koncu
- skupaj: $1+8+1 = 10$ bit (11 bit)

■ manjša efektivna hitrost

- $9600 \text{ bit/s} * 8/10 = 7680 \text{ bit/s}$
- premori med znaki (asinhron prenos!)
 - medpolnilnik čakalne vrste



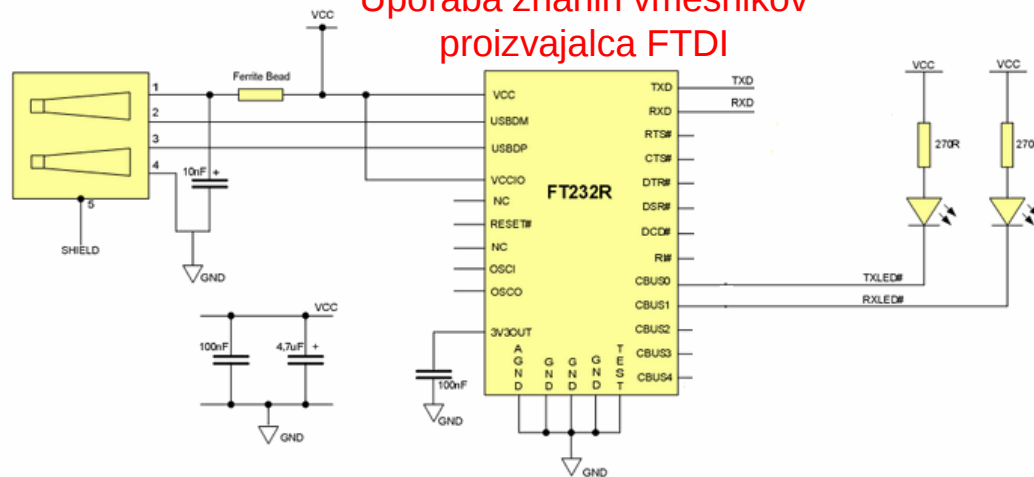


Pretvornik USB->serijski

■ Izvedba vmesnika

- mini namenski računalnik
 - napajanje iz +5V linije USB
- stran USB
 - hiter prenos (do 480 Mbit/s)
 - potreben gonilnik (WinUpdate)
 - namestitev navideznih COM-vrat
 - tipično višje številke (tudi 20, 30 ...)
 - enakovredno fizičnim vmesnikom
 - ponekod problemi v programski opremi (COM < 8)
- stran RS-232
 - veliko počasnejši prenos (do 0,1152 Mbit/s)
 - napetosti nižje od 12V
 - razpoložljivi samo nekateri signali
 - ne potrebuje gonilnika

Uporaba znanih vmesnikov
proizvajalca FTDI

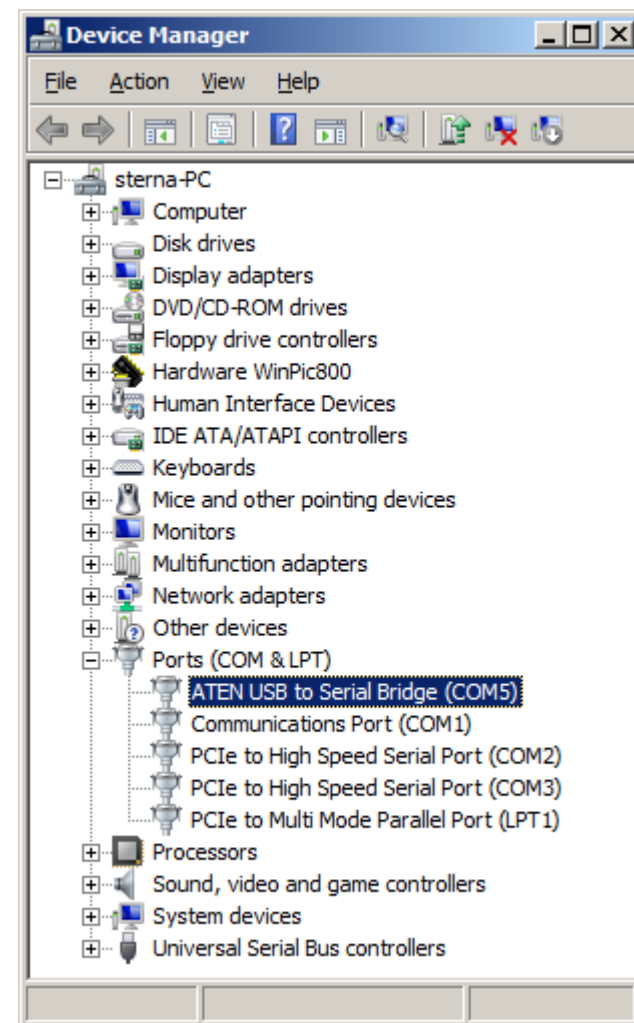
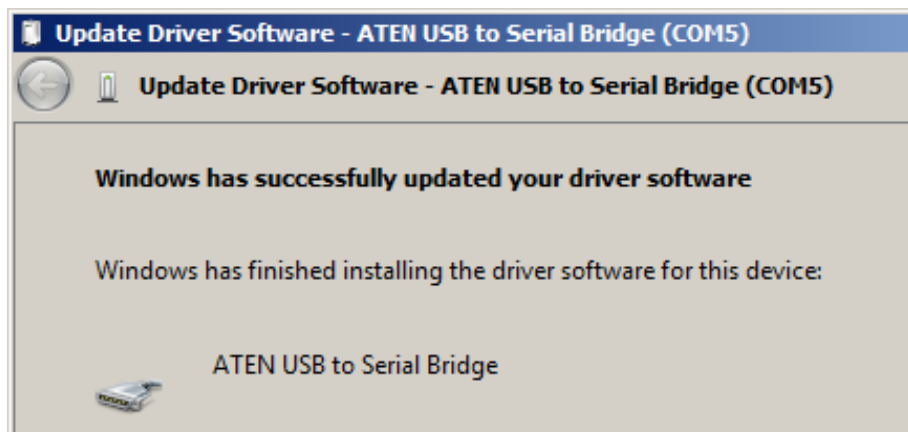




Odkrivanje navideznih vrat

■ Upravitelj naprav (angl. Device manager)

- vidno pod Ports (COM & LPT)
- namestitev pod navideznimi vrati COM
- tipično nekoliko višja številka vrat
- številka se lahko spreminja po izklopu
 - isti računalnik, druga reža USB
- možno jo je spremeniti (nastaviti) ročno
 - pozor: možni konflikti, raje avtomatizem



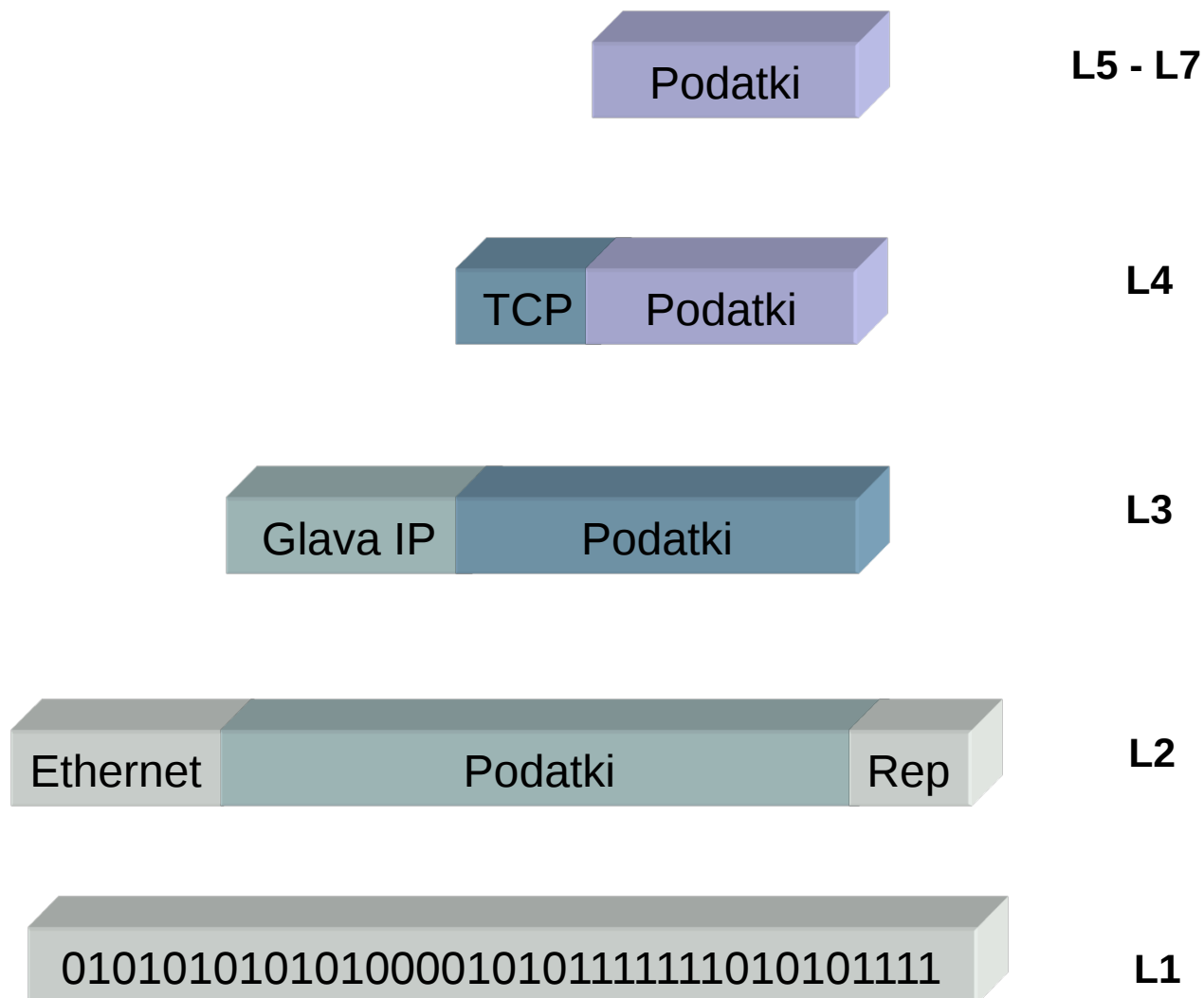


Nastavitve omrežnih povezav

Uvod v vajo



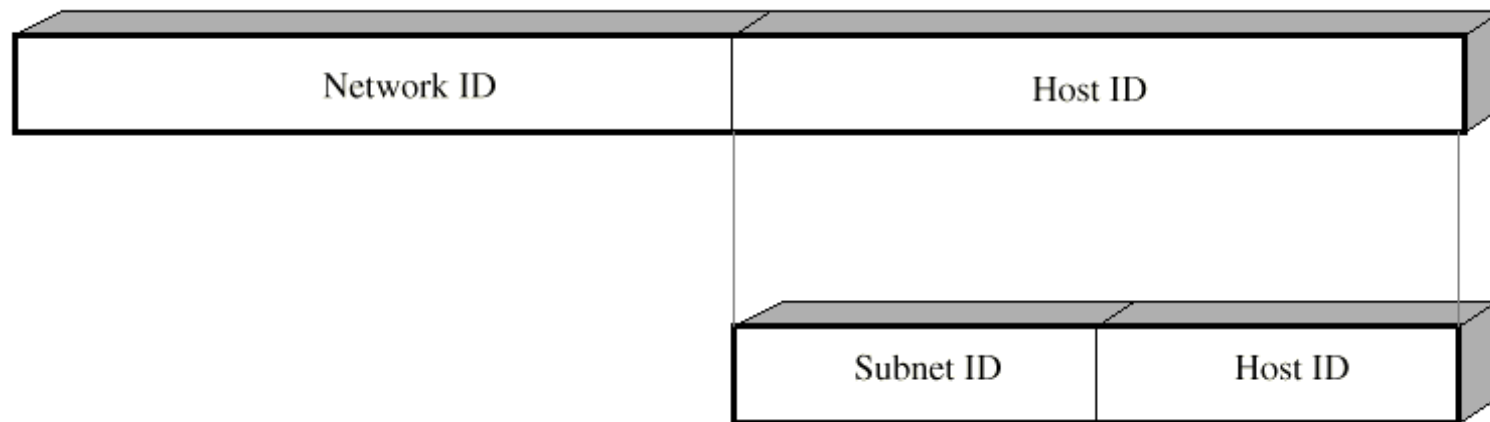
Model ISO-OSI





Naslavljanje IP

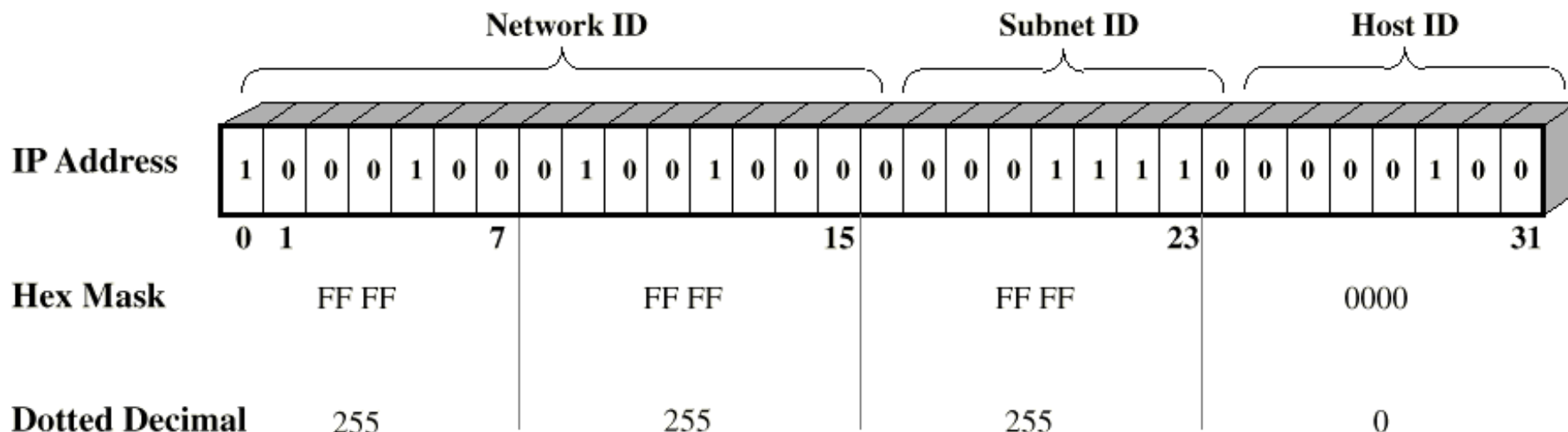
- **32-bitni naslov IP**
 - omrežni del + naslov naprave
- **Različni razredi naslovov**
 - A, B, C, D, E
 - tip razreda določa število računalnikov v posameznem omrežju
 - zgodovina
 - unicast, broadcast, multicast
- **Podomrežja (subnet)**
 - razredi so veliki, zato jih razdelimo na manjše dele





Maska podomrežja

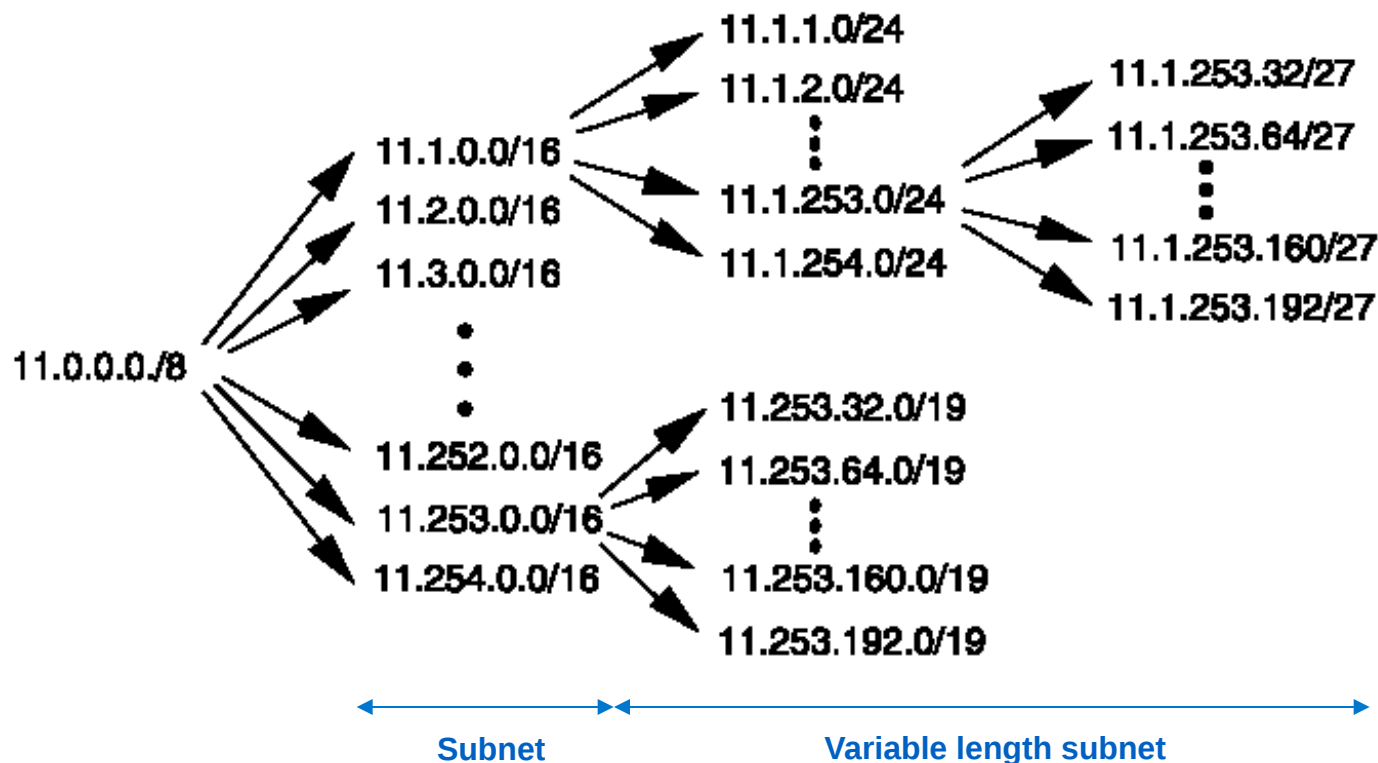
- Naslov IP: 132.72.15.4
- Maska: 255.255.255.0





VLSM – Variable Length Subnet Mask

- Variabilna dolžina mask
- Omogoča dodatno granulacijo posameznega omrežja
 - še boljša izraba naslovnega prostora





Posredovanje

- **Posredovanje je odločitev o tem, prek katerega omrežnega vmesnika bomo posredovali paket IP**
 - takšno odločanje poteka v vsaki napravi, ki je priključena v omrežje IP
 - kriterij za odločitev so logične povezave (določene z naslovi IP), ki pripadajo posameznim omrežnim vmesnikom
 - omrežni vmesniki
 - fizični omrežni vmesniki za povezavo v omrežja
 - interni (*loopback*)
 - z vidika posredovalne odločitve so enakovredni
 - logične povezave
 - po ena ali več za vsak omrežni vmesnik
 - usmerjevalna tabela
 - vsebuje podatke za posredovalno odločitev



Usmerjevalna tabela

■ Grajena

- statično (iz nastavitve logičnih povezav) ob inicializaciji sistema
- dinamično (z usmerjevalnimi protokoli)
- ročno (z ukazi za upravljanje usmerjevalne tabele; npr. *route*)

■ Vsebina

- naslov IP*
 - naprava ali celotno omrežje, ki je dosegljivo prek posameznega omrežnega vmesnika
 - 0.0.0.0 – default, če ni drugega ujemanja
- vmesnik*
- maska
- prehod (gateway)
- metrika
- dodatni parametri

* Obvezni parametri



Primer vsebine usmerjevalne tabele

IPv4 Route Table

Active Routes:

Network	Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
	0.0.0.0	0.0.0.0	10.0.0.1	10.0.3.189	266
	10.0.0.0	255.255.0.0	On-link	10.0.3.189	266
	10.0.3.189	255.255.255.255	On-link	10.0.3.189	266
	10.0.255.255	255.255.255.255	On-link	10.0.3.189	266
	127.0.0.0	255.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
	127.0.0.1	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
	127.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
	192.168.149.0	255.255.255.0	On-link	192.168.149.1	276
	192.168.149.1	255.255.255.255	On-link	192.168.149.1	276
	192.168.149.255	255.255.255.255	On-link	192.168.149.1	276
	192.168.206.0	255.255.255.0	On-link	192.168.206.1	276
	192.168.206.1	255.255.255.255	On-link	192.168.206.1	276
	192.168.206.255	255.255.255.255	On-link	192.168.206.1	276
	224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
	224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	10.0.3.189	266
	224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	192.168.206.1	276
	224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	192.168.149.1	276
	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	10.0.3.189	266
	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.206.1	276
	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.149.1	276

Persistent Routes:

Network	Address	Netmask	Gateway	Address	Metric
	0.0.0.0	0.0.0.0		10.0.0.1	Default



Ping

- **Preverjanje dosegljivosti naprave (hosta) v omrežju**
- **Če nastane pri komunikaciji problem (na primer ne dela FTP, ne dela Telnet), je Ping začetna točka identifikacije problema**
 - v zadnjem času zaradi napadov žal nekateri operaterji blokirajo (količino) ICMP
- **Program pošlje zahtevo ICMP in izpisuje informacije o prejetih odgovorih (echo)**
 - izmeri tudi čas potovanje paketa do hosta in nazaj (zakasnitev med zahtevo in odgovorom) – indikacija kako “daleč v omrežju” je določen host
 - število izgubljenih paketov
 - dolžina paketa



Traceroute

- Traceroute je aplikacija, ki prikaže pot (*route*), po kateri IP paketi potujejo od enega hosta do drugega
- Izpiše:
 - pot paketa in zakasnitev na vsakem vozlišču
 - napake v omrežju (če so)
 - točko prekinitve komunikacije
- Sicer ni garancije, da bosta dva zaporedna paketa res šla po isti poti
- Tudi ni garancije, da je pot do naslovnika enaka kot pot nazaj



Primer preverjanja nastavitev IP

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

Z:\>ipconfig -all

Windows IP Configuration

    Host Name . . . . . : ivankab
    Primary Dns Suffix . . . . . : laboratorij.ltfe.org
    Node Type . . . . . : Unknown
    IP Routing Enabled. . . . . : No
    WINS Proxy Enabled. . . . . : No
    DNS Suffix Search List. . . . . : laboratorij.ltfe.org
                                      ltfe.org

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix . : 
    Description . . . . . : Intel(R) PRO/1000 CT Network Connect
ion
    Physical Address. . . . . : 00-11-2F-C2-66-1C
    Dhcp Enabled. . . . . : No
    IP Address. . . . . : 10.0.3.68
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.0.0
    Default Gateway . . . . . : 10.0.0.2
    DNS Servers . . . . . : 10.0.4.67
                           212.235.181.2

Z:\>ping www.arnes.si

Pinging kanin.arnes.si [193.2.1.87] with 32 bytes of data:

Reply from 193.2.1.87: bytes=32 time<1ms TTL=247
Reply from 193.2.1.87: bytes=32 time=1ms TTL=247
Reply from 193.2.1.87: bytes=32 time=1ms TTL=247
Reply from 193.2.1.87: bytes=32 time=1ms TTL=247

Ping statistics for 193.2.1.87:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

Z:\>tracert www.arnes.si

Tracing route to kanin.arnes.si [193.2.1.87]
over a maximum of 30 hops:

  0  <1 ms    <1 ms    <1 ms    10.0.0.2
  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    195.47.197.253
  2  <1 ms    <1 ms    <1 ms    195.47.197.249
  3  <1 ms    <1 ms    <1 ms    212.235.181.17
  4  <1 ms    <1 ms    <1 ms    193.2.96.98
  5  <1 ms    <1 ms    <1 ms    193.2.96.1
  6  <1 ms    <1 ms    <1 ms    larnes7-v819.arnes.si [194.249.21.197]
  7  1 ms     1 ms     1 ms     rarnes13-g0-2x105.arnes.si [212.235.160.226]
  8  1 ms     1 ms     1 ms     kanin.arnes.si [193.2.1.87]

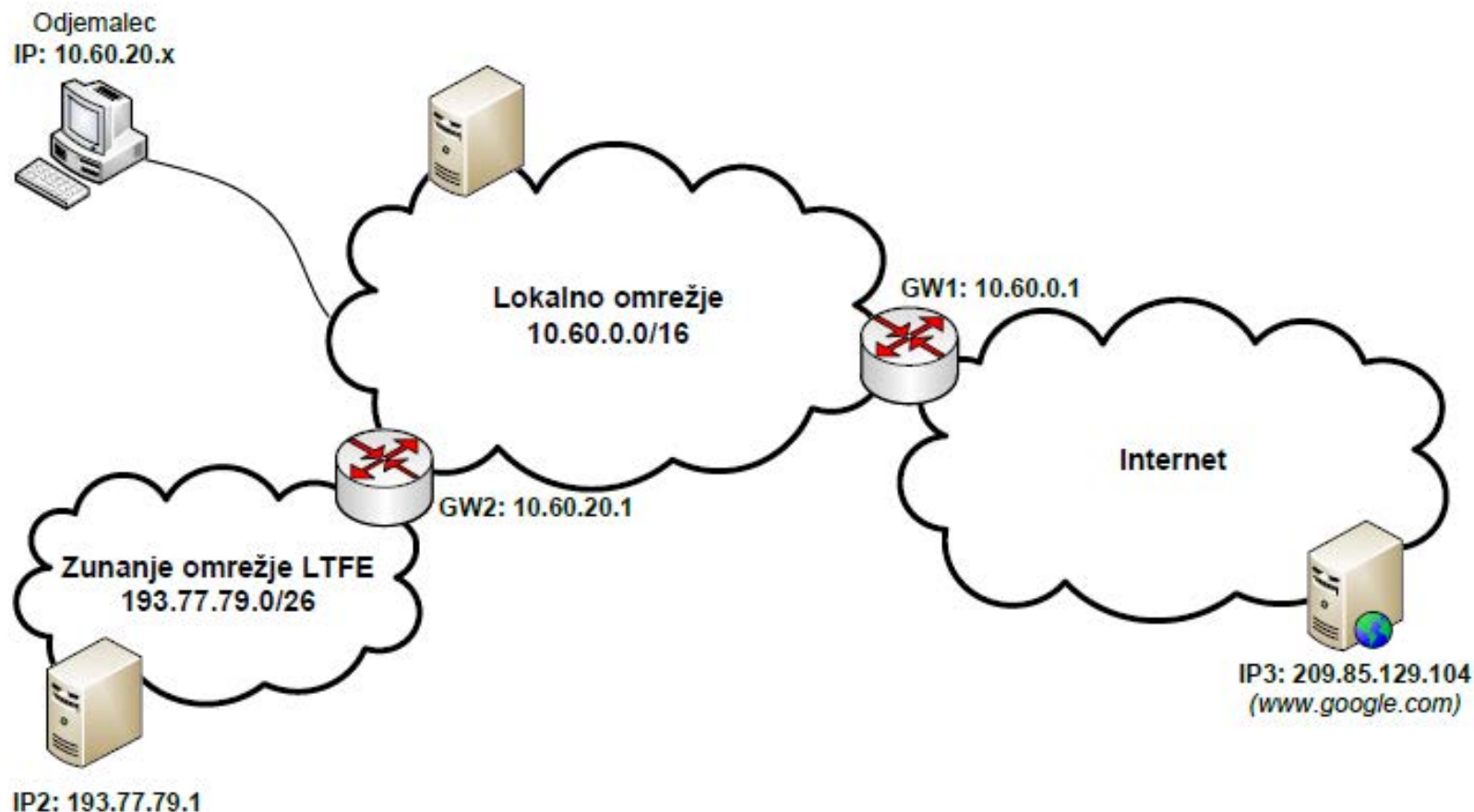
Trace complete.

Z:\>
```



Vaja

- Konfiguracija osnovnih nastavitev IP
- Ročno vnašanje poti v usmerjevalno tabelo





Mobilne podatkovne komunikacije

Avditorne vaje
as. mag. Andrej Štern



Predstavitev vaj

■ Potek

- spoznavanje lastnosti signalov mobilnih omrežij
 - ugotavljanje, kje so najboljša področja za sprejem
 - spoznavanje in pomen merjenih veličin
 - preračunavanje med vrednostmi brez kalkulatorja
- ugotavljanje značilnosti mobilnega podatkovnega prenosa
 - različne nastavitve mobilnih prenosov na terminalih
 - testiranje s pomočjo spletnih testnih orodij
 - primerjava tehnologij 2G, 3G, WLAN
- uporaba telefona v obliki modema za mobilno povezovanje
 - povezovanje računalnika in modemskega dela telefona
 - upravljanje modemov s pomočjo ukazov AT
 - nastavitev mobilnega telefona za hitri brezžični modem



Oprema

■ Telefon LG Optimus One

- OS Google Android 2.2 (FroYo), nadgrajen z 2.3.3 (GingerBread)
- procesor ARMv6 600 MHz
- komunikacijski vmesniki
 - Bluetooth
 - WLAN
 - GSM/CSD/GPRS/EDGE
 - UMTS/HSDPA/HSUPA
 - GPS

■ Računalnik

- nameščeni gonilniki za LG

■ Povezovalni kabel

- USB-A na mikro-USB





Meritev signalov

■ Merjene veličine

- dBm - logaritemsko razmerje sprejemne moči v primerjavi z 1 mW
- ASU - signalne enote v mejah od 0 (min) do 31 (max)
- črtice - izris signalnih črtic na zgornjem robu zaslona 

■ Relacije

- relacija med dBm in ASU: $P[\text{dBm}] = 2 \times \text{ASU} - 113$
 - pri ASU = 0 znaša signal -113 dBm (absolutno najnižja vrednost)
 - realne vrednosti P znašajo od -20 dBm zraven antene do -100 dBm, razlika 80 dB
 - pri ASU = 31 znaša signal -51 dBm, kar je dober signal (npr. ob oknu blizu BS)
 - vsa sprejeta moč, višja od -51 dBm oz. ASU = 31, se označi kot ASU = 31
 - telefoni dejansko merijo v celotnem obsegu, ASU je samo aproksimacija
- relacija med ASU in črticami (4 črtice na LG)
 - na vajah ugotovite, pri kateri moči se signal s 4 črtic spremeni na 3
 - nekje blizu spodnje meje proti -100 dBm



Enote dBm in moč v Wattih

■ Osnovna zapisa pretvorb

$$P_{(\text{dBm})} = 10 \log_{10} \frac{P_{(\text{W})}}{1 \text{ mW}}$$

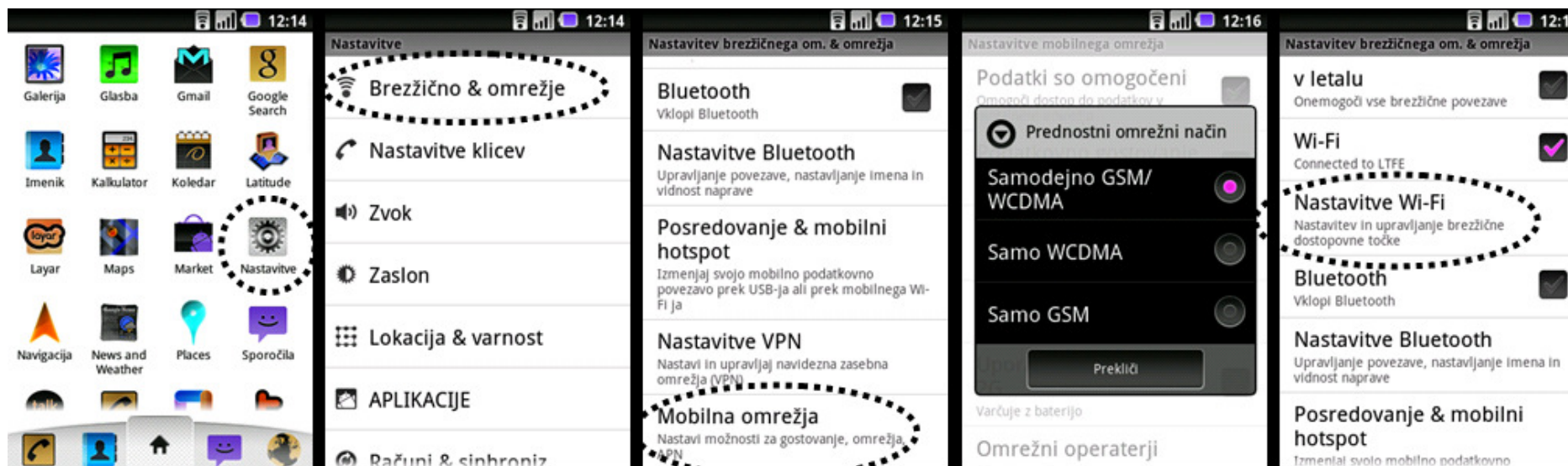
$$P_{(\text{W})} = 10^{(x_{[\text{dBm}]} / 10)} / 1000 = 10^{(x_{[\text{dBm}]} / 10)} \cdot 10^{-3}$$

■ Nekaj opornih točk

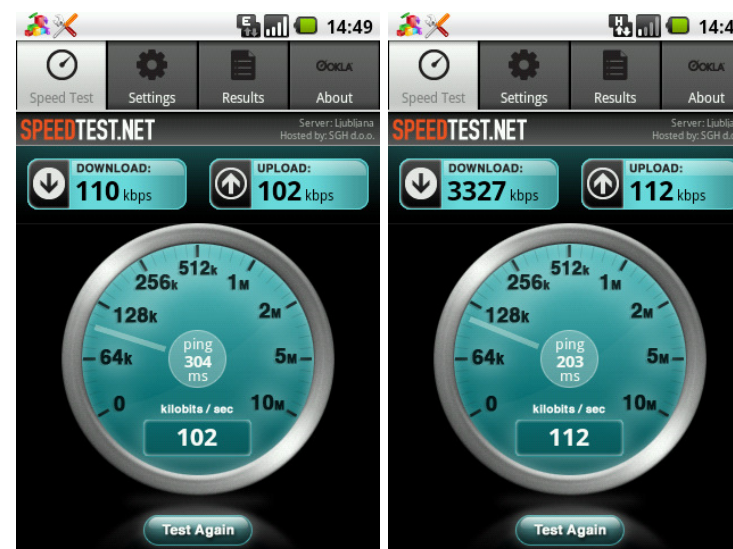
- 0 dBm = _____ mW
- 2-kratnik = _____ dB (približek)
- 3 dB = _____ - kratnik (približek)
- -3 dBm = _____ mW
- 30 dB = _____ x 10 dB



Podatkovna konfiguracija telefona



- **Nastavitve 2G/3G prenosa**
 - izbira načina 2G/3G
 - omogočanje podatkovnega prenosa 2G/3G
- **Nastavitve WLAN prenosa**
- **Uporaba nameščenega SW**
 - Speedtest (OOKLA) - prenos + ping





Uporaba mobilnega telefona kot modema

■ Povezava na računalnik

- USB naprava -> uporaba že nameščenih gonilnikov (demo)
- ugotavljanje navideznih modemskih serijskih vrat (demo)
- povezava na modem z ukazi AT (demo)
 - ATD (klicanje), ATH (prekinitev), ATA (dvig), ATE (local echo), ATI (info)

<i>Ukaz</i>	<i>Pomen</i>
AT+CMGF=1	Nastavitev tekstovnega formata za pošiljanje sporočil
AT+CMGS="041123456"	Začetek vnosa sporočila za določeno telefonsko številko
<Ctrl + Z> <Enter>	Zaključitev pisanja in pošiljanje sporočila naslovniku
AT+CSCA?	Izpis nastavljenega centra SMS za posredovanje sporočil

■ posebnosti ukazov AT

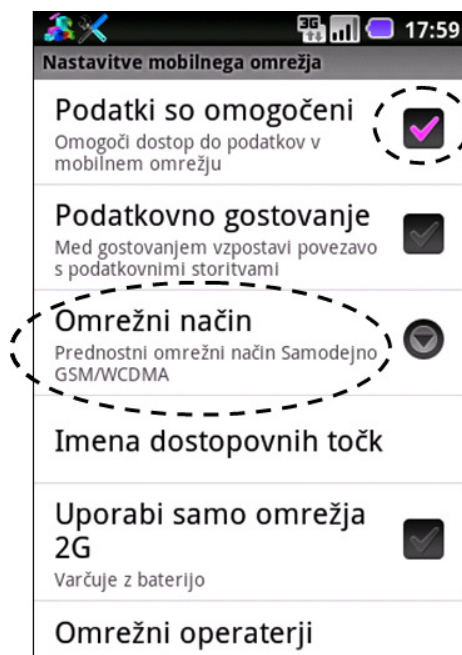
- AT-ukazi so v večini standardizirani
- vsak proizvajalec doda še kako izjemo
- možna uporaba

<i>AT+ ukaz</i>	<i>Izvršitev ukaza</i>
AT+ ukaz= vrednosti	Izvršitev ukaza za nastavitev
AT+ ukaz?	Izpis trenutne vrednosti
AT+ ukaz=?	Izpis nabora možnih vrednosti



Uporaba mobilnega telefona kot WAN

- **Deljenje povezave WWAN čez navidezni omrežni vmesnik**
 - telefon postane usmerjevalnik
 - WAN vrata: GSM/GPRS/EDGE/WCDMA/HSDPA
 - LAN vrata: lokalno omrežje dodeljuje dinamične naslove IP
 - v Upravitelju naprav (angl. Device manager) se pojavi nov omrežni vmesnik





Nameščene aplikacije na telefonu

■ Speedtest



■ Signal Finder



■ GTech Network Tools



■ IP WebCam





Satelitske komunikacije in lociranje

Predmet: Komunikacijski sistemi

Avditorne vaje

as. mag. Andrej Štern

Univerza v Ljubljani

Fakulteta za elektrotehniko

Laboratorij za telekomunikacije



Delovanje sistema GPS

■ Sateliti GPS neprestano krožijo in oddajajo signale

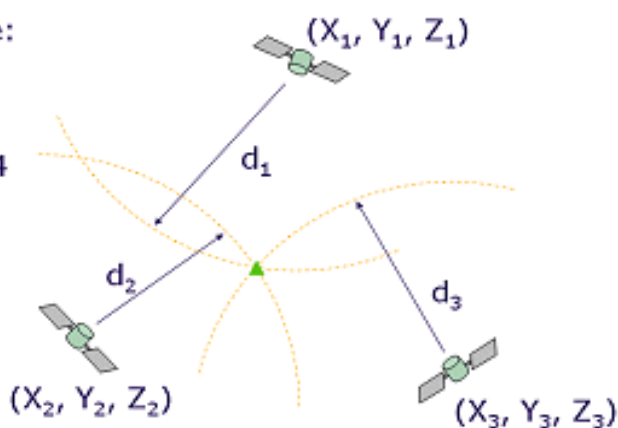
- vsako sekundo prepotujejo 3,88 kilometra
- oddajajo natančno uro, vozni red satelitov
- oddajajo popravke tirnic in korekcije ionosfere

■ Za izračun naše lokacije moramo poznati

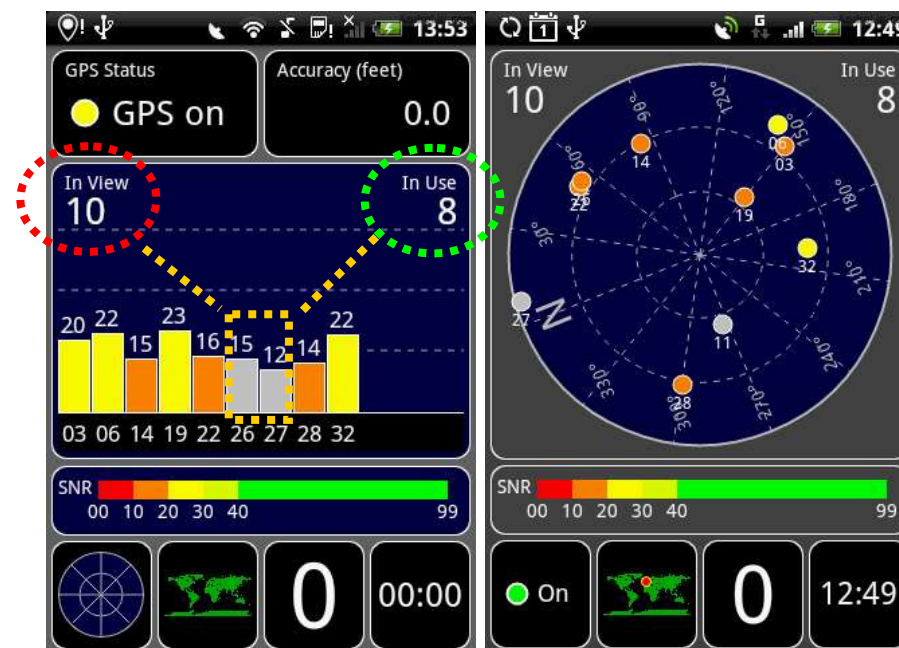
- natančno lokacijo satelitov (x, y, z)
- čas oddaje navigacijskega sporočila
- vsebino navigacijskega sporočila

Štiri neznanke:
 X, Y, Z, T

Za 3D položaj
potrebujemo 4
satelite



(c) Geoservis, d.o.o.



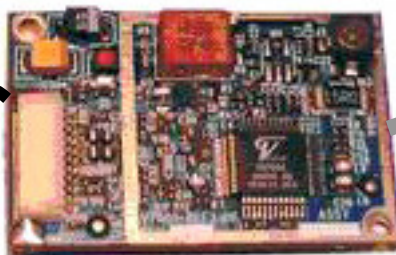


Uporaba sprejemnikov GPS

- GPS je sestavljen iz več sklopov



GPS antena
"patch"



GPS radijski del +
računalnik (DSP)



Komunikacijski
vmesnik

- Notranjost GPS sprejemnika vsebuje močan računalnik

- izračun lokacije in drugih parametrov
 - hitrost, višina, smer, odstopanje ...
- povezljivost navzven preko vmesnika UART/RS-232
 - serijski vmesnik s hitrostjo od 4,8 do 115,2 kbit/s
- standardiziran izhodni tekstovni format
 - stavki NMEA-183 (National Marine Electronics Association)





NMEA format

■ NMEA zapis sestavljajo posamezni stavki (angl. sentences)

■ primer NMEA zapisa (posamezna polja so ločena z vejicami)

```
$GPRMC, [redacted] .761,A,4605.7653,N,01427.9562,E,29.79,315.90,090604,,*3B
$GPVTG,315.90,T,,M,29.79,N,55.2,K*69
$GPGGA,151501.761,4605.7714,N,01427.9477,E,1,07,1.4,365.1,M,, ,27.4,0000*1D
$GPGSA,A,3,13,27,08,24,17,04,10,,,,,3.0,1.4,2.6*3A
$GPGSV,3,1,09,27,81,123,43,08,54,206,46,13,50,071,44,24,36,250,40*77
$GPGSV,3,2,09,10,36,309,39,17,32,294,34,04,20,209,25,01,10,084,*7C
$GPGSV,3,3,09,16,06,028,*4B
$GPRMC, [redacted] .761,A,4605.7714,N,01427.9477,E,30.67,316.09,090604,,*39
$GPVTG,316.09,T,,M,30.67,N,56.8,K*64
$GPGGA,151502.761,4605.7778,N,01427.9387,E,1,06,2.0,365.4,M,, ,27.4,0000*1F
$GPRMC, [redacted] .761,A,4605.7778,N,01427.9387,E,31.95,315.60,090604,,*38
$GPVTG,315.60,T,,M,31.95,N,59.2,K*61
$GPGGA,151503.761,4605.7843,N,01427.9294,E,1,06,2.0,365.6,M,, ,27.4,0000*18
$GPRMC, [redacted] .761,A,4605.7843,N,01427.9294,E,33.26,315.41,090604,,*34
$GPVTG,315.41,T,,M,33.26,N,61.6,K*67
$GPGGA,151504.761,4605.7910,N,01427.9196,E,1,07,1.4,365.8,M,, ,27.4,0000*11
$GPRMC, [redacted] .761,A,4605.7910,N,01427.9196,E,34.43,313.92,090604,,*39
$GPVTG,313.92,T,,M,34.43,N,63.8,K*67
$GPGGA,151505.761,4605.7979,N,01427.9093,E,1,07,1.4,366.3,M,, ,27.4,0000*13
```



Primer stavka RMC

■ RMC (Recommended minimum specific GPS/Transit data)

```
$GPRMC, 144305.00, A, 4602.66767, N, 01429.30642, E, 0.067, 168.97, 211210, , , A*63
```

144305.00 ----- UTC čas (lokalni čas v Ljubljani 15:43:05)

4602.66767 ----- širinska koordinata 46° 2.66767' oz. 46.0444612°

N ----- širinska koordinata se nahaja na severni polobli

01429.30642 ----- dolžinska koordinata 14° 29.30642' oz. 14.4884403°

E ----- dolžinska koordinata se nahaja na vzhodnem poldnevniku

0.067 ----- hitrost premikanja v navtičnih miljah (faktor 1.852 => 0.124 km/h)

168.97 ----- kot premikanja glede na sever v smeri ure

211210 ----- datum 21. december 2010

A*63 ----- varnostna vsota za preverjanje pravilnosti sprejema stavka

Preračuni formatov koordinat na: <http://www.earthpoint.us/Convert.aspx>



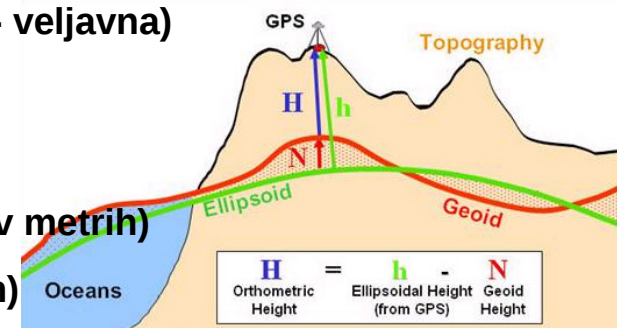
Primer stavka GGA

■ GGA (Global Position System Fix Data)

\$GPGGA, 144305.00, 4602.66767, N, 01429.30642, E, 1, 5, 6.01, 284.5, M, 44.4, M, , *6D

144305.00 ----- UTC čas (lokalni čas v Ljubljani 15:43:05)
4602.66767 ----- širinska koordinata 46° 2.66767' oz. 46.0444612°
N ----- širinska koordinata se nahaja na severni polobli
01429.30642 ----- dolžinska koordinata 14° 29.30642' oz. 14.4884403°
E ----- dolžinska koordinata se nahaja na vzhodnem poldnevniku
1 ----- veljavnost določitve lokacije (0 - neveljavna, 1 - veljavna)
5 ----- število vidnih satelitov
6.01 ----- pričakovano horizontalno odstopanje (HDOP)
284.5,M ----- višina nad povprečno morsko gladino geoida (v metrih)
44.4,M ----- višina geoida nad WGS-84 elipsoidom (v metrih)
A*63 ----- varnostna vsota za preverjanje pravilnosti sprejema stavka

Skupno
s
stavkom
RMC



http://www.geod.nrcan.gc.ca/edu/msl_e.php



Odstopanje natančnosti - DOP

■ Vrste identificiranih odstopanj

- HDOP: horizontalni DOP

- VDOP: vertikalni DOP

- PDOP: pozicijski DOP

- $PDOP = \sqrt{d_x^2 + d_y^2 + d_z^2}$

- TDOP: časovni DOP

- GDOP: geometrijski DOP

- $GDOP = \sqrt{PDOP^2 + TDOP^2}$

■ Stavek GSA (Satellites Available)

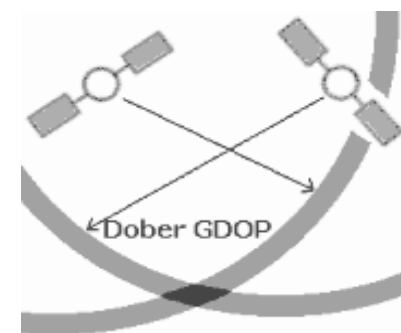
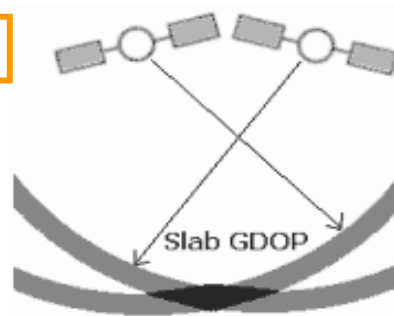
\$GPGSA, A, 3, 11, 24, 23, 19, 31, , , , , , , 8.33, 6.00, 5.78*0B

- PDOP = 8.73 m

- HDOP = 6.00 m

- VDOP = 5.78 m

DOP	Ocena	Opis
1	Idealno	Najvišja stopnja, namenjena aplikacijam z navišjo zahtevo po natančnosti.
2-3	Odlično	Natančnost zadostuje vsem razen najbolj zahtevnim aplikacijam.
4-6	Dobro	Najnižja vrednost za poslovne odločitve, še vedno dovolj za zadovoljivo cestno navigacijo.
7-8	Zmerno	Meritve lokacije se lahko uporabijo za nadaljnje izračune, ki natančnost izboljšajo.
9-20	Zadostno	Lokacijski odčitki niso dovolj zanesljivi, možna le uporaba za določanje območja.
21-50	Slabo	Meritve niso zanesljive za uporabo izmerjenih koordinat.





Zagon sprejemnika GPS

■ Trajanje zagona

- hladni zagon (Cold Start): 30 - 60 s
- topli zagon (Warm Start): 10 - 40 s
- vroč zagon (Hot Start): 1 - 5 s

■ Primer meritev in opazovanje zagona

- $t = 0$ (hladni zagon, 0 satelitov)

```
$GPRMC,,V,,,,,,,,,N*53  
$GPGGA,,,,,0,0,99.99,,,,,*78
```

- $t = t + 13$ (določitev časa, 3 sateliti)

```
$GPRMC,144213.42,V,,,,,,,,,N*7A  
$GPGGA,144213.42,,,,,0,0,99.99,,,,,*51
```

- $t = t + 49$ (določitev koordinate, 5 satelitov)

```
$GPRMC,144249.00,A,4602.67107,N,01429.30583,E,0.266,150.02,211210,, ,A*61  
$GPGGA,144249.00,4602.67107,N,01429.30583,E,1,5,5.95,279.4,M,44.4,M,,*66
```

Izhodišče za izračun TTFF:

- 32 kanalov (C/A kode 1023 bit)
- 2046 faz korelacije (1/2 korak)
- 20 odmikov od kanala (Doppler)
- trajanje enega pregleda 1 ms

$$(32) \times (2046) \times (20) \times 1\text{ms} = \mathbf{1309\ s}$$

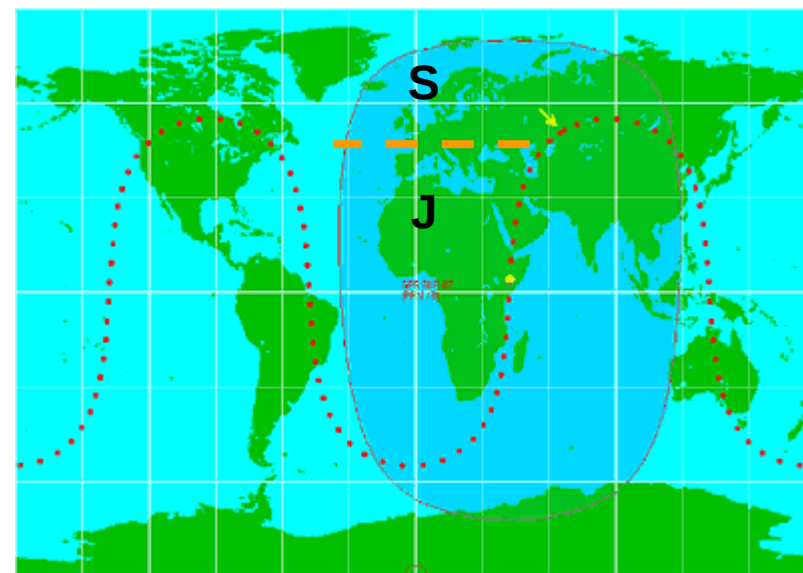
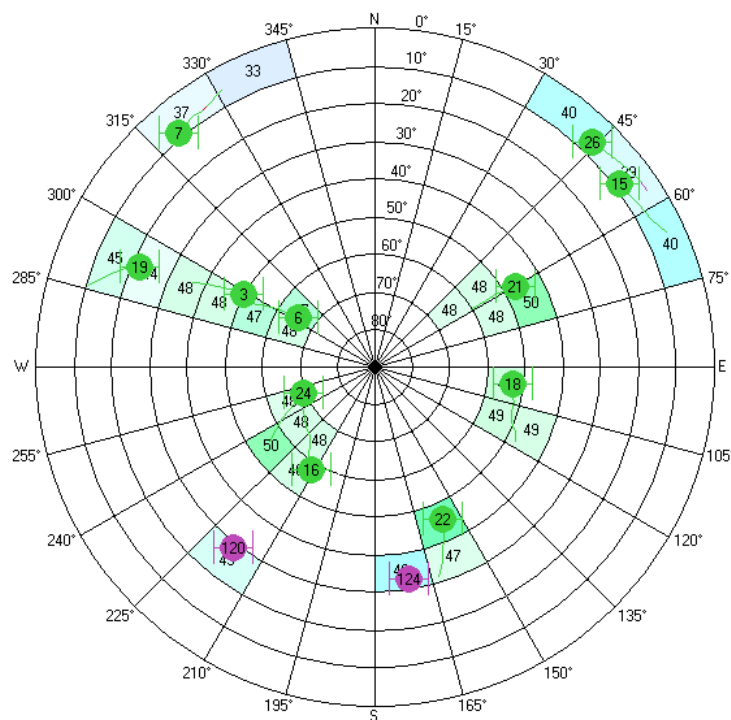
12 kanalni sprejemnik zahteva:

$$(1309) / 12 = \mathbf{109\ sekund}$$

Longitude	14.488641 °
Latitude	46.044289 °
Altitude	365.90 m
TTFF	
Fix Mode	3D/DGPS
3D Acc.	
2D Acc.	
PDOP	0 1.6 5
HDOP	0 1.0 5
Satellites	



- sateliti krožijo 20.200 km visoko do $\pm 55^\circ$
- iz Slovenije (46°) jih v povprečju vidimo več J kot S
- zaradi premikanja se spreminja tudi DOP

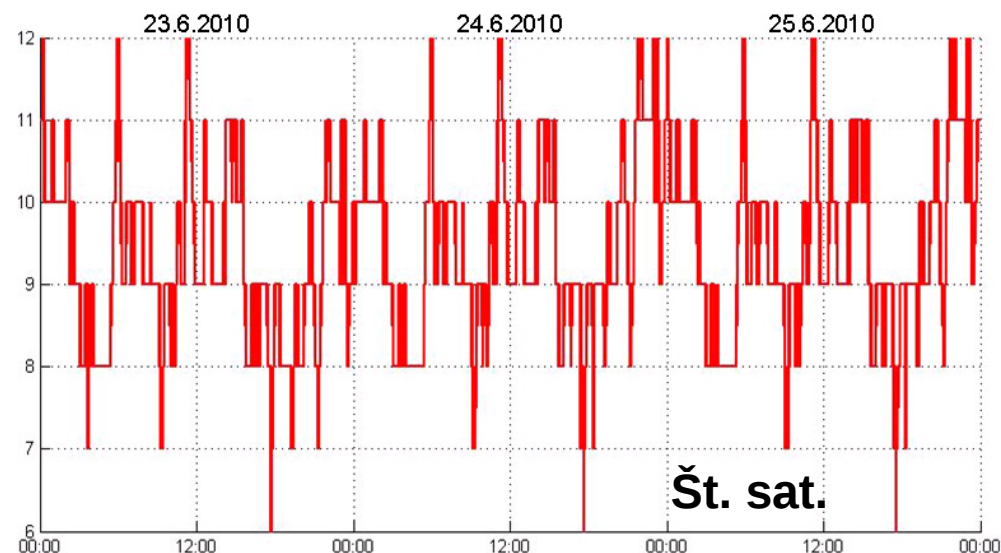
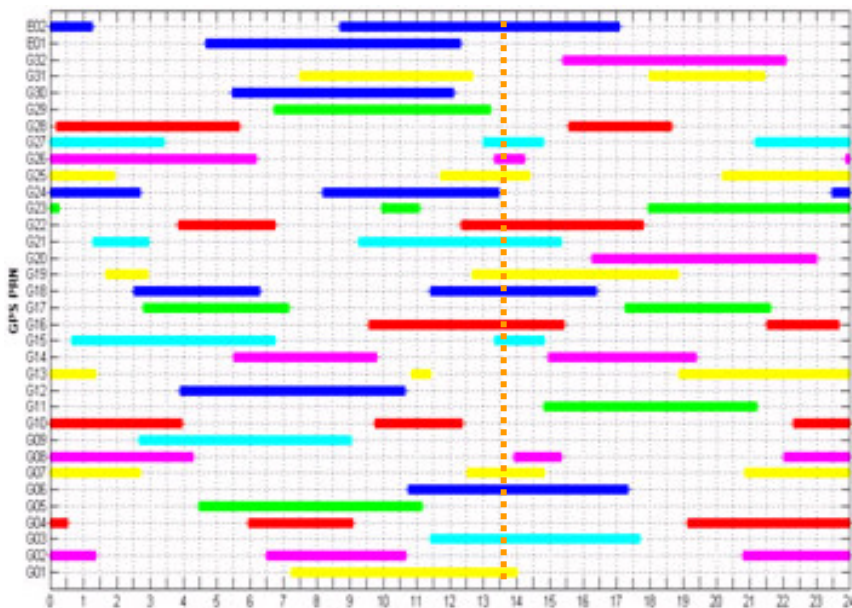




Število vidnih satelitov

■ Spreminjanje števila

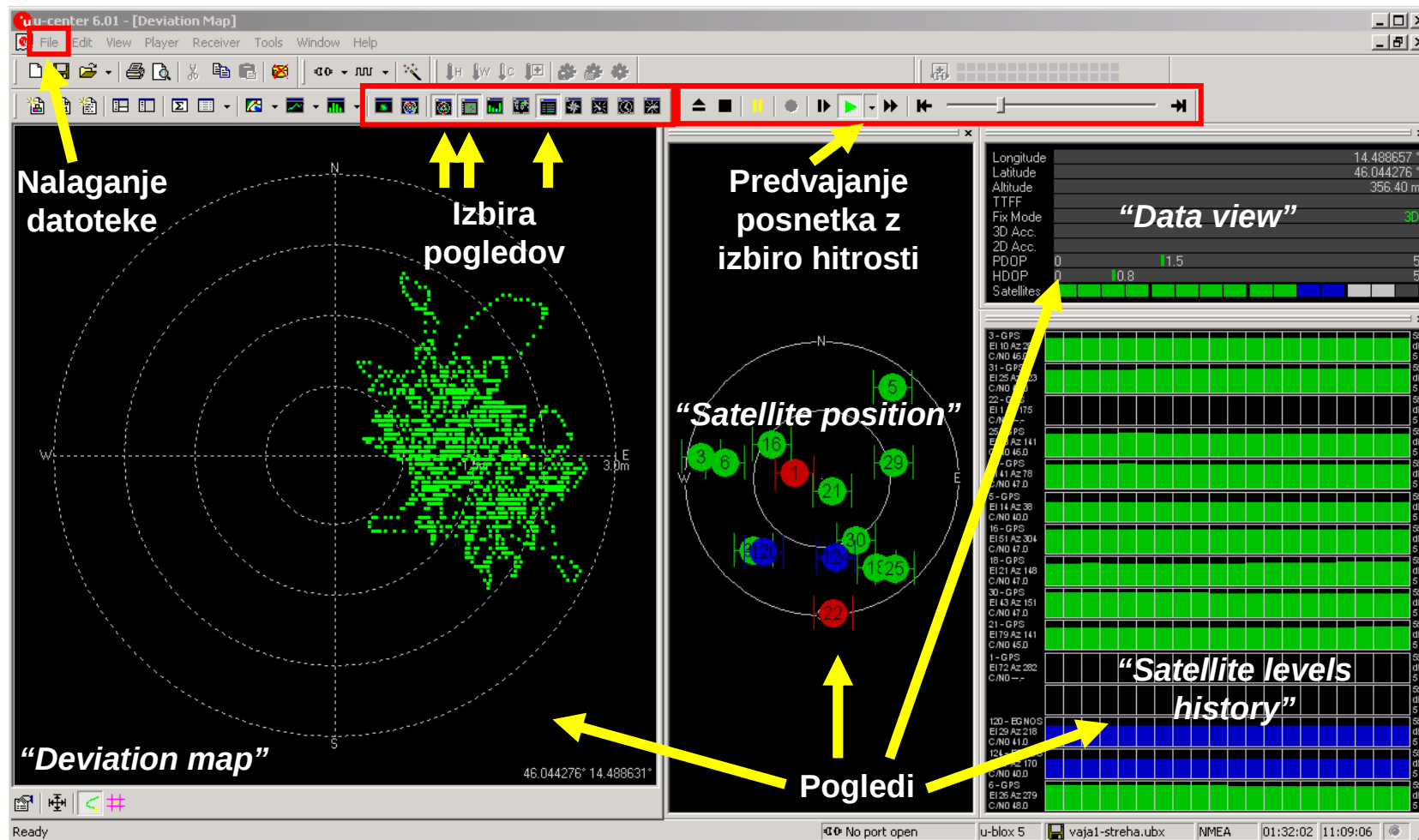
- vseh aktivnih satelitov: 28-32
- trenutno vidnih: 0-13
- v izračunu uporabljamo najboljše
 - pozicija, S/N, naklon





Uporabljeni programi - uCenter

- Profesionalni program za zajemanje meritev GPS

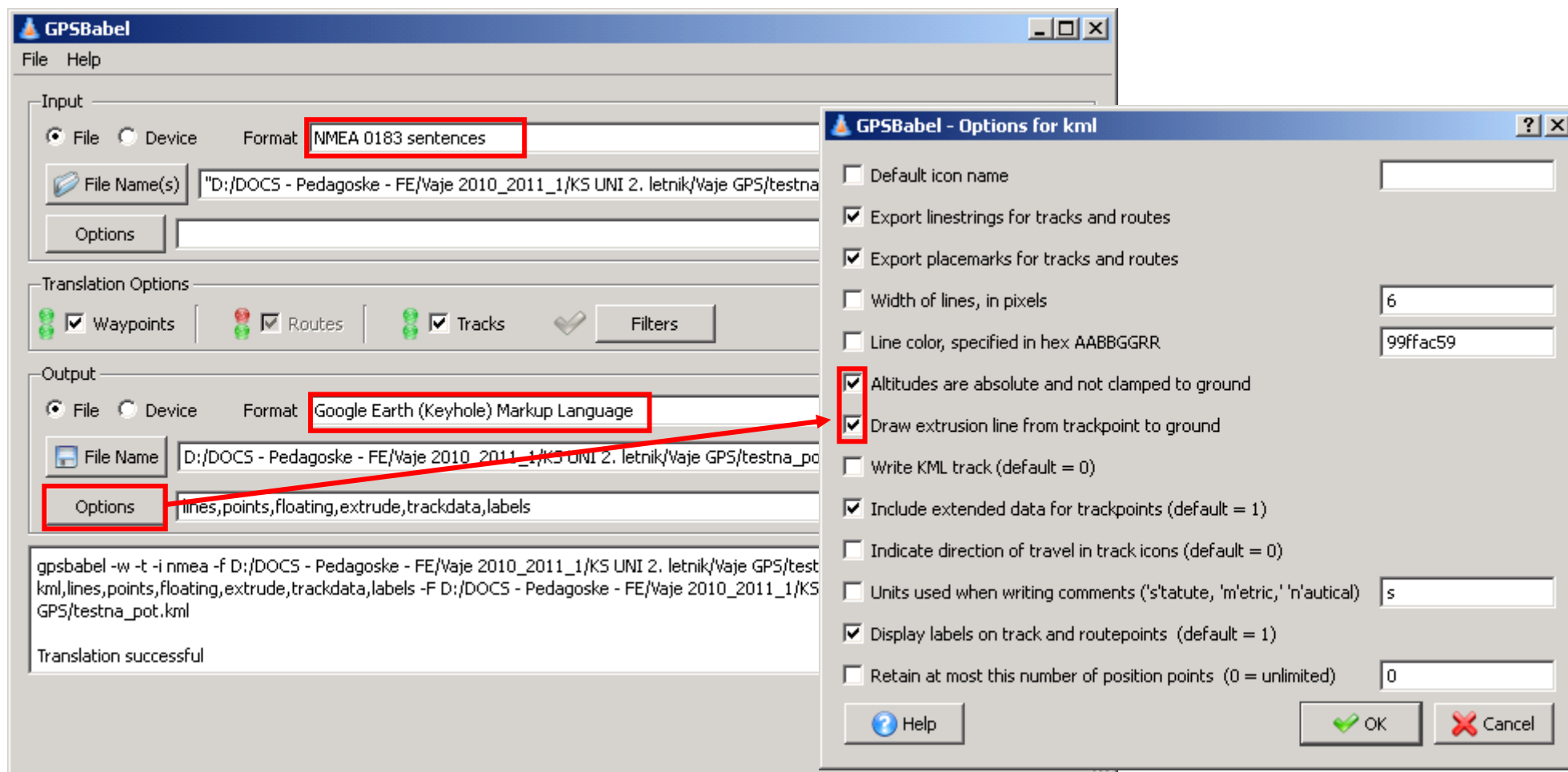




Uporabljeni programi - GPSbabel

■ Pretvarjanje različnih lokacijskih formatov

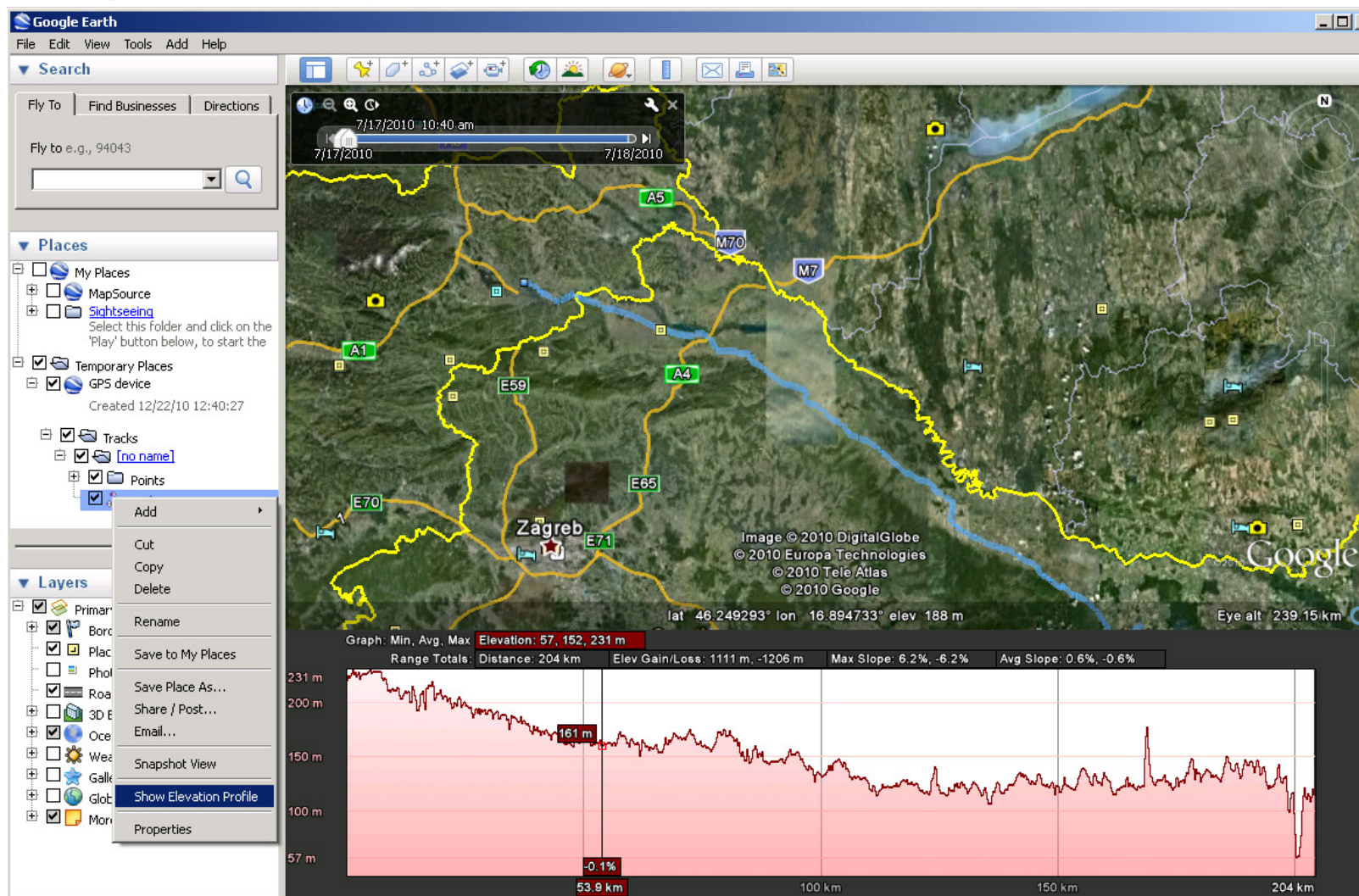
■ GPS NMEA -> Google Earth KML





Uporabljeni programi - Google Earth

■ Prikaz poti, razdalje in višin

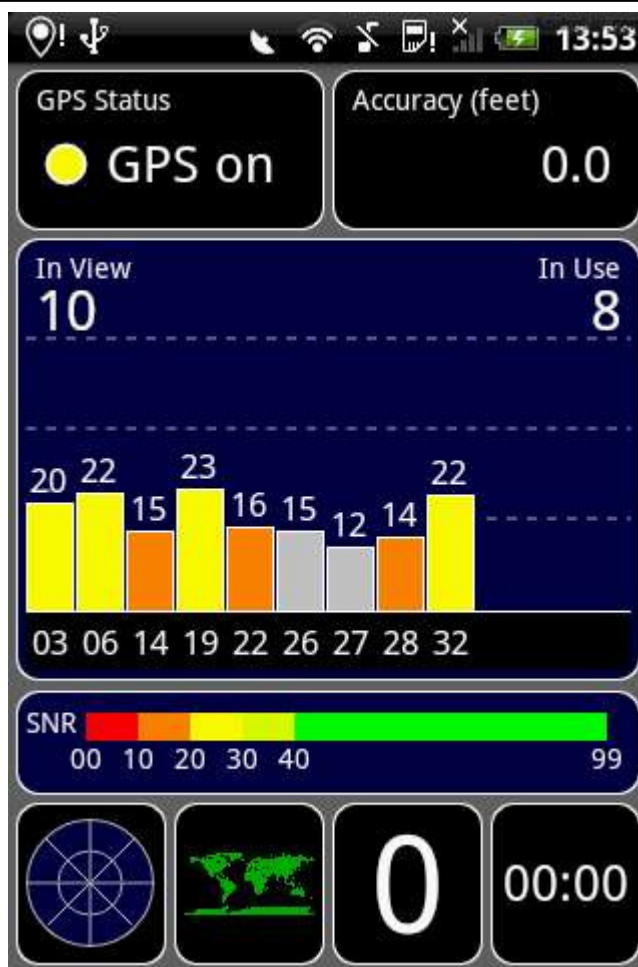
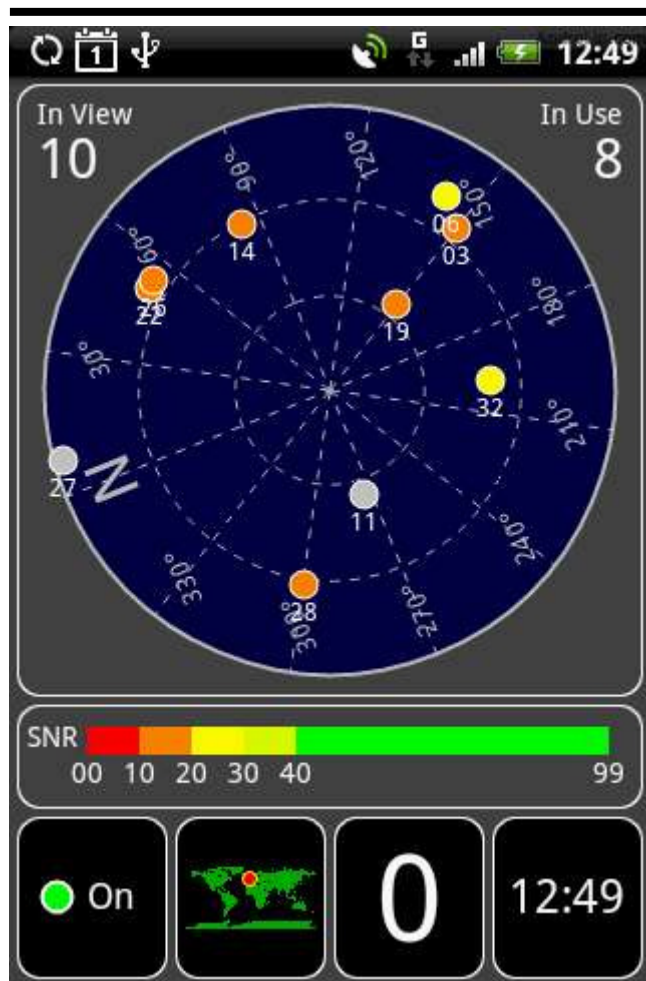




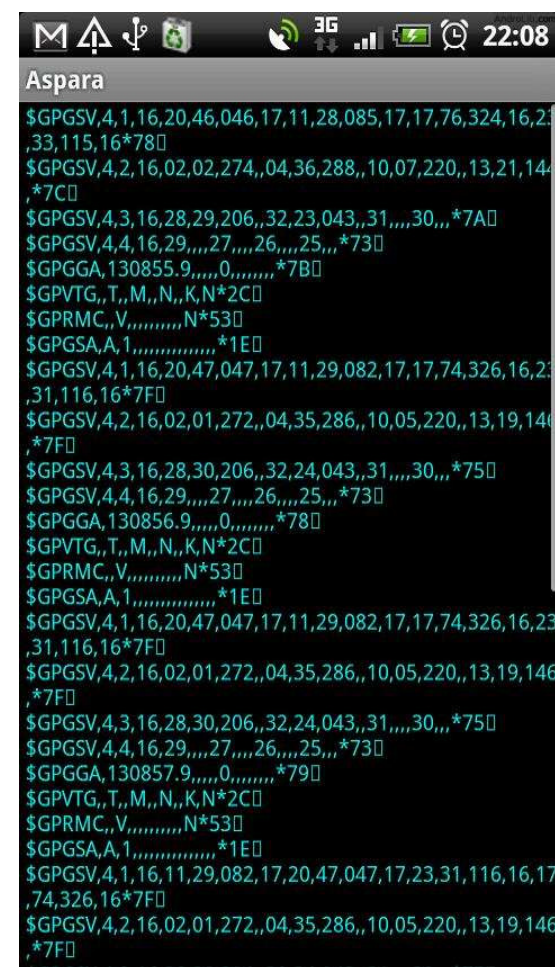
Testiranje s telefoni

■ Uporaba mobilnih terminalov za vaje

GPS test (Chartcross)



Aspara (Yokoyama)





Omrežna infrastruktura



Omrežna infrastruktura – izhodišča

■ Kaj potrebujemo končni uporabniki?

- gostovanje multimedijskih vsebin na internetu
- varno hranjenje multimedijskih vsebin v lokalnem omrežju
- dostop do elektronske pošte
- govorne storitve
- varno oddaljeno delo in dostop do servisov IT v omrežju
- dostop do lokalnih omrežnih servisov in interneta
 - „žičen in brezžičen priklop“

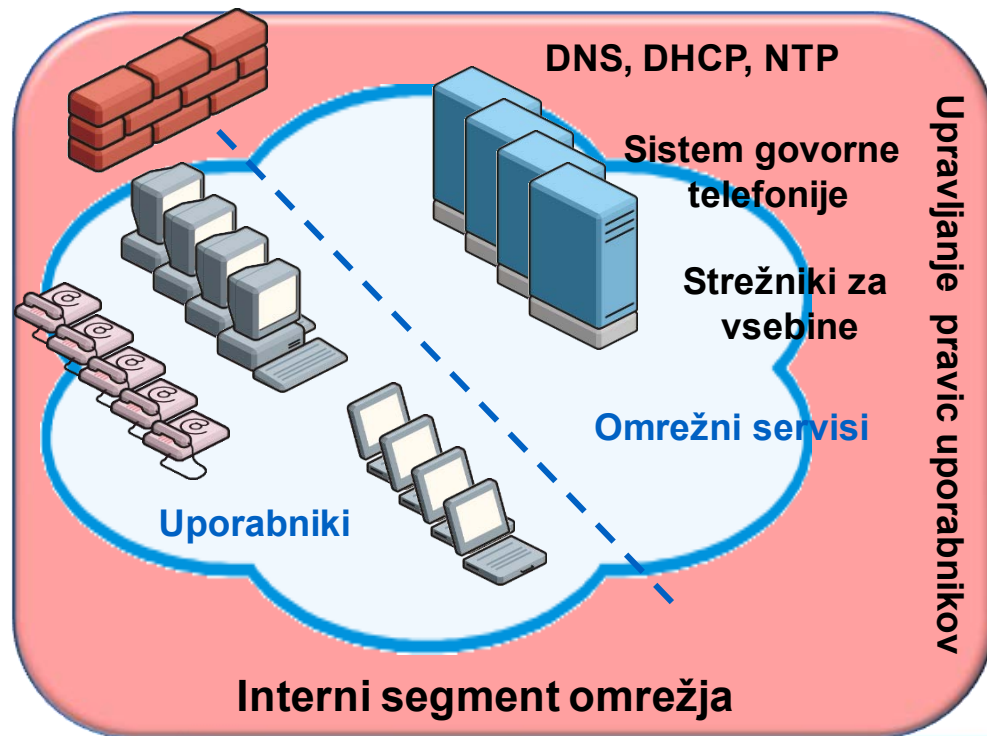
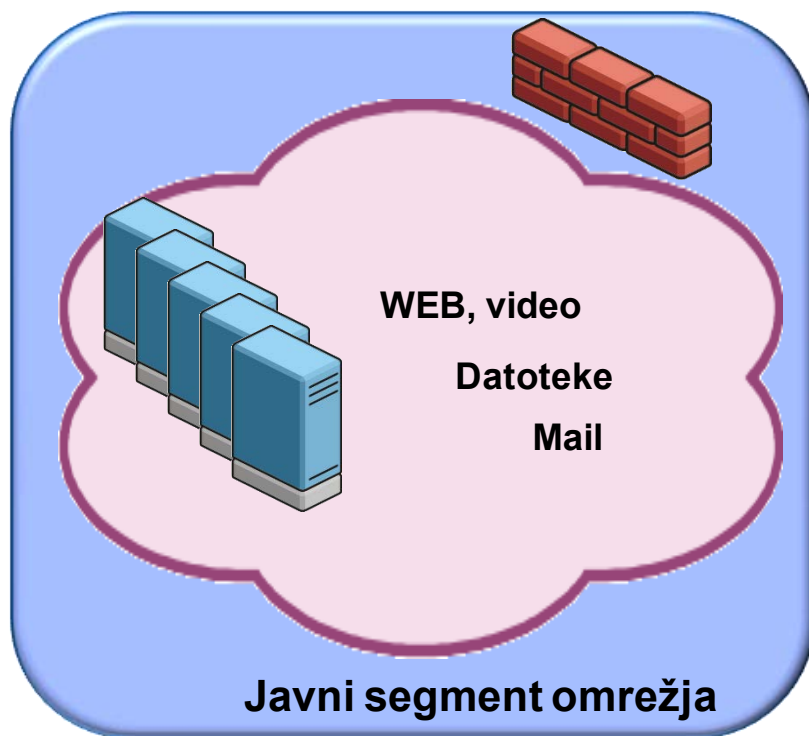
■ Kaj mora zagotoviti sistemski in omrežni administrator?

- javne strežnike za gostovanje vsebin na internetu
- interne strežnike za gostovanje vsebin v lokalnem omrežju
- strežnik za elektronsko pošto
- sistem govorne telefonije
- sistem VPN za varen oddaljen dostop
- sistem za nadzor dostopa in upravljanje pravic uporabnikov
 - Windows domena, LDAP, Radius
- strežniki za omrežne servise
 - DHCP, DNS, NTP

Omrežna infrastruktura

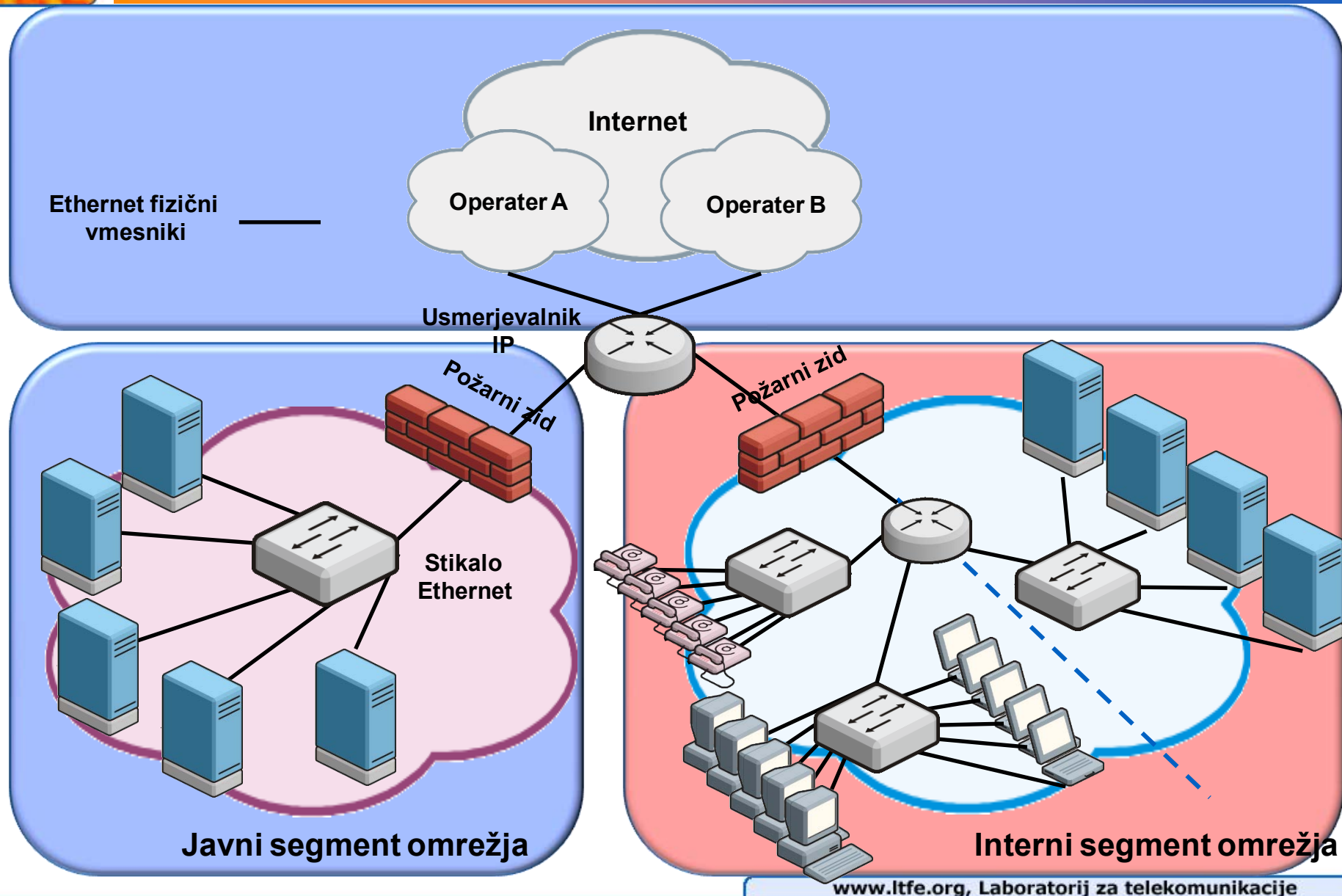


Omrežna infrastruktura – logična shema





Omrežna infrastruktura – fizična shema





Omrežna infrastruktura – elementi

■ Stikalo Ethernet

- L2 naprava
 - posredovanje okvirjev Ethernet
- preprost posredovalni mehanizem, velika zmogljivost, majhne zakasnitev
- veliko število Ethernete fizičnih vmesnikov
 - „Električni“ vmesniki 10/100/1000/10000 Mbit/s
 - optični vmesniki za agregacijo
- sorazmerno nizka cena vmesnika
- napredne funkcionalnosti
 - zagotavljanje QoS
 - virtualizacija – VLAN
 - preprečevanje zank – STP, RSTP, MSTP
 - velika razpoložljivost – MSTP





Omrežna infrastruktura – elementi

■ Usmerjevalnik IP

- L3 naprava
 - usmerjanje in posredovanje paketov IP
- kompleksen posredovalni mehanizem „longest prefix-match“
- velik nabor različnih tipov fizičnih vmesnikov
 - Ethernet vmesniki 10/100/1000/10000 Mbit/s
 - Serijski, SDH, C/DWDM, ATM
- majhno število vmesnikov, visoka cena
- napredne funkcije
 - filtriranje prometa IP
 - izvajanje QoS
 - strežnik DHCP





Omrežna infrastruktura – elementi

■ Požarna pregrada

- L2 – L7 naprava
- poleg usmerjanja in posredovanja paketov IP še poglobljen pregled vsebine
 - požarna pregrada L2 – L4 (statefull požarni zid)
 - pregledovanje glave IP, vrat TCP/UDP in zastavic
 - požarna pregrada L2 – L7 (statefull požarni zid, sistem IPS)
 - pregledovanje glave IP, vrat TCP/UDP in zastavic, vsebine HTTP
- zelo kompleksen posredovalni mehanizem
- majhno število vmesnikov, zelo visoka cena
 - Ethernet vmesniki 10/100/1000/10000 Mbit/s
- napredne funkcije
 - napredno filtriranje prometa IP z zavedanjem stanja seje (zastavice TCP)
 - izvajanje QoS
 - navidezna zasebna omrežja (IPSec VPN, SSL VPN)
 - strežnik DHCP
 - aplikacijski prehod





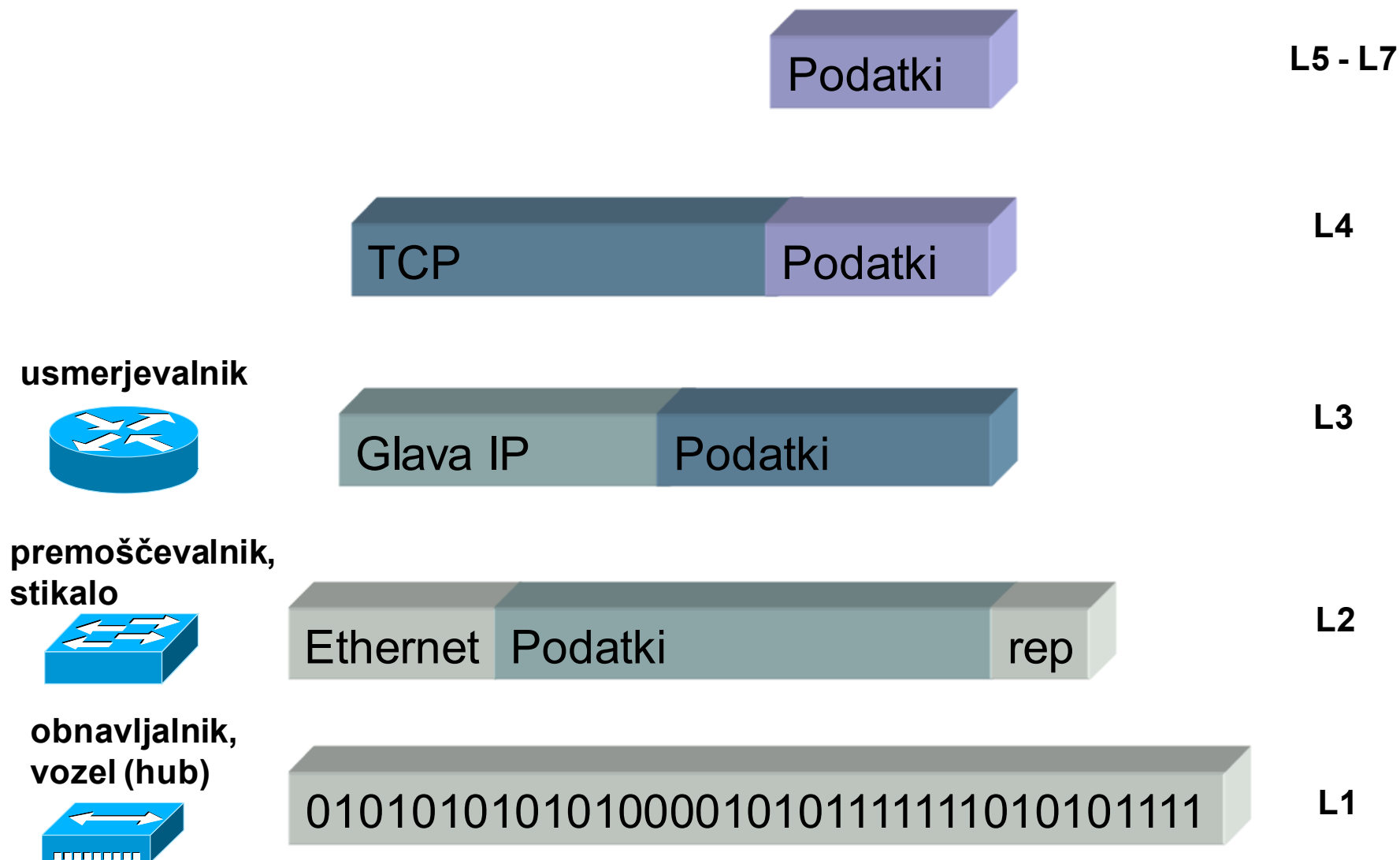
Omrežna infrastruktura – elementi

- **Strežnik za omrežne servise in nadzor omrežja**
 - DNS, DHCP
 - SNMP
- **Strukturirano ožičenje**
 - optične in bakrene (Cat 5e/6) povezave med prostori
 - bakrene povezave (Cat 5e/6) v prostoru do delovnega mesta





Omrežne naprave – umestitev v OSI





Opis Ethernet omrežnih naprav

■ Obnavljalnik (regenerator)

- dvo portna naprava, ki zgolj slepo prenaša okvirje iz enega omrežja v drugo omrežje (deluje na sloju L1)

■ Vozel (hub)

- obnavljalnik z več vrati (porti)

■ Premoščevalnik (bridge)

- naprava, ki prenaša okvirje iz enega omrežja v drugo omrežje glede na naslov MAC (deluje na sloju L2)
- gradi si tabelo, v katero si zapisuje, s kakšnimi naslovi prihajajo okvirji prek določenih vrat. Okvir pošlje samo na tista vrata, katerih naslov ustreza ciljnemu naslovu zapisanem v glavi okvirja Ethernet.

■ Stikalo (switch)

- premoščevalnik z več vrati (porti)

■ Usmerjevalnik (router)

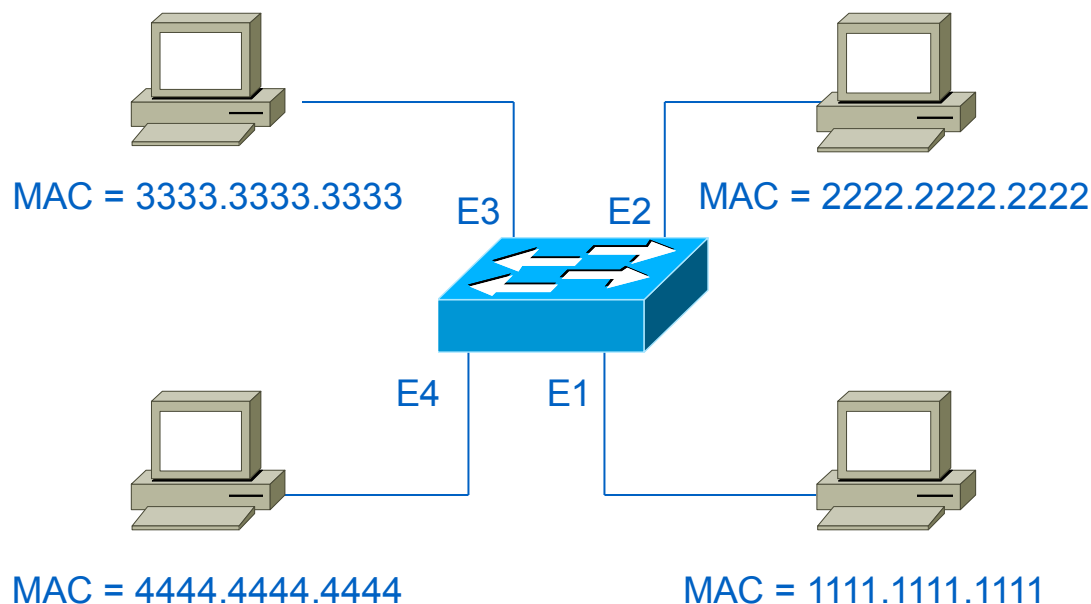
- naprava, ki prenaša pakete IP iz enega omrežja v drugo omrežje glede na naslov omrežnega nivo (deluje na sloju L3)



Princip delovanja stikala Ethernet

tabela MAC

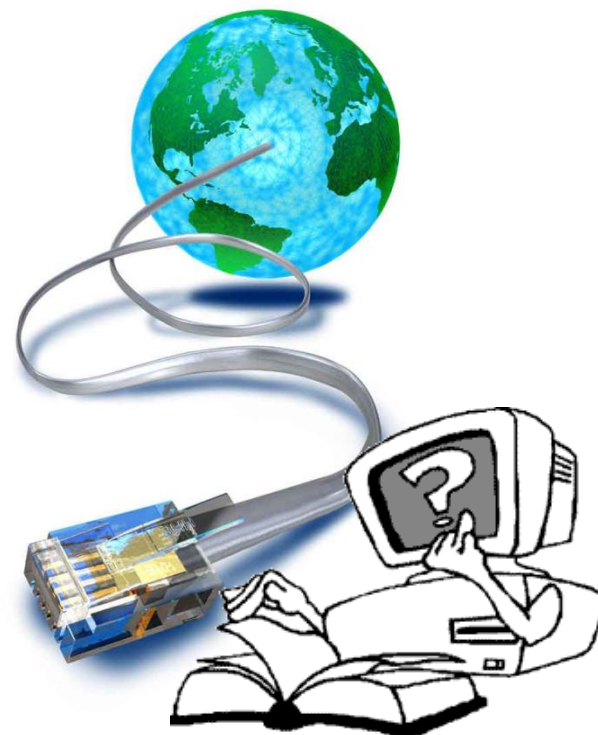
ciljni naslov MAC	izhodni vmesnik
1111.1111.1111	E1
2222.2222.2222	E2
3333.3333.3333	E3
4444.4444.4444	E4





Kaj je usmerjanje?

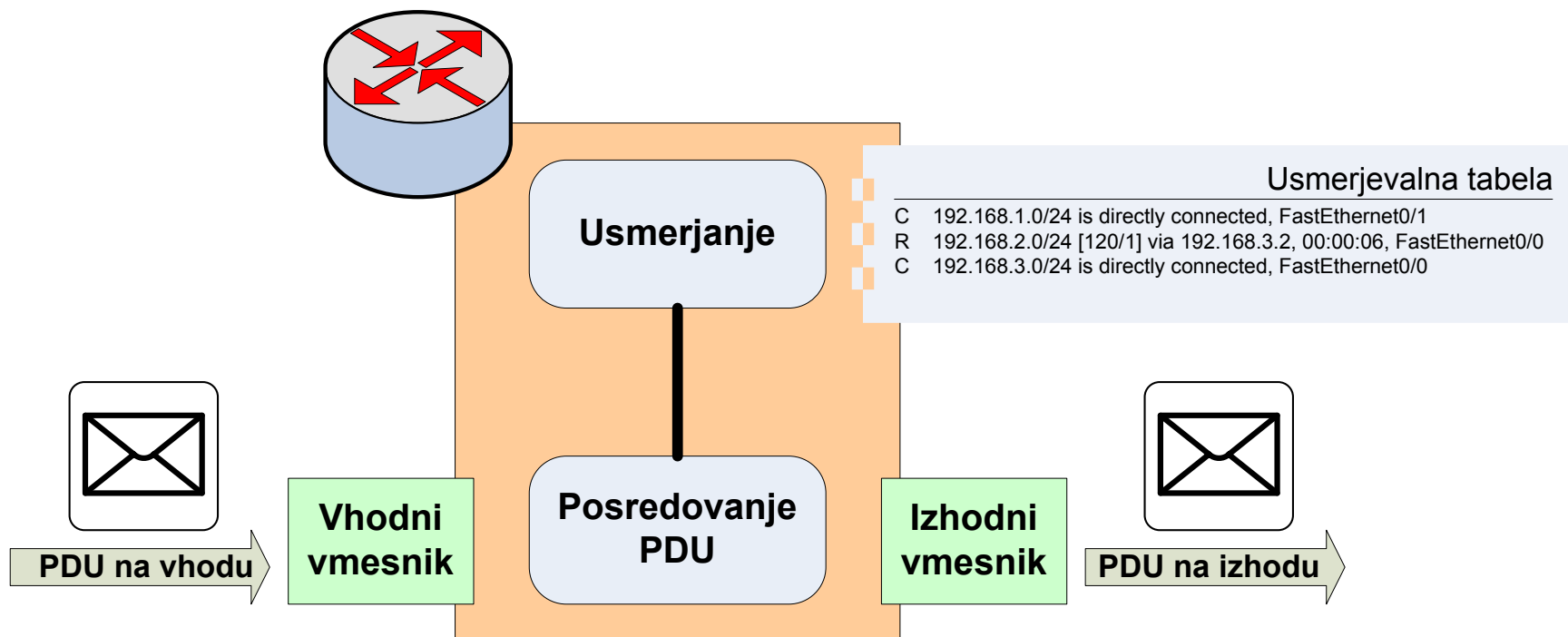
- *“Routing (or routeing) is the process of selecting paths in a network along which to send network traffic. Routing is performed for many kinds of networks, including the telephone network, electronic data networks (such as the Internet), and transportation networks... “ Wikipedia*





Komponente usmerjevalnega sistema

- **Usmerjevalni proces**
 - določitev optimalne poti
 - izvaja se lahko v nerealnem času
- **Posredovalni proces (ang. Packet Switching)**
 - posredovanje paketov na izhodni vmesnik
 - izvajati se mora v realnem času





Usmerjanje in posredovanje

■ Usmerjevalni proces

- odločanje o tem, kam paket poslati, imenujemo usmerjanje (routing)
- poganja usmerjevalne protokole
 - izmenjava usmerjevalnih informacij
 - izgradnja usmerjevalne tabele (posredovalne tabele)

■ Posredovalni proces

- odločitev na osnovi usmerjevalne tabele, ki vsebuje zapis, prek katerega izhodnega fizičnega vmesnika mora usmerjevalnik posredovati paket za določen ciljni naslov IP
- posredovalna funkcija je sestavljena iz
 - sprejema paketa na vhodnem vmesniku
 - dekapulacije datagrama IP (odstranitev okvirja L2)
 - vpogleda v posredovalno tabelo
 - enkapsulacije datagrama IP (dodajanje ustrezne glave in repa L2)
 - prenosa paketa na ustrezen izhodni vmesnik, ki ga določa usmerjevalna tabela



Usmerjevalna tabela

- Vsebuje vnose, ki določajo prek katerega izhodnega fizičnega vmesnika mora omrežna naprava posredovati paket za izbrani ciljni naslov IP
- Iskanje v usmerjevalni tabeli
 - ciljni naslov v glavi datagrama IP primerjamo z naborom naslovov v usmerjevalni tabeli
 - ujemanje celotnega naslova IP
 - ujemanje omrežnih naslovov
 - upoštevanje privzete (default) poti

OMREŽJE	VMESNIK	NEXT HOP	METRIKA	STAROST	VIR
192.168.100.0	ETH0	192.17.10.1	[160/4656]	02:03:49	O
192.168.178.0	ETH0	192.17.10.1	[110/7577]	02:03:49	R
172.17.11.0	ETH0				C



Statična, dinamična ter privzeta pot

■ Statična poti (Static Route)

- pot, ki se "ročno" vnese v usmerjevalno tabelo
- uporabimo v primeru majhnega števila poti
- vnaša dodatne administrativne zahteve
- največkrat se uporablja za določitev privzete poti (Default Route)

■ Dinamična pot

- dinamični vnosi v usmerjevalni tabeli (usmerjevalni protokol)
- optimalna pot izračunana s pomočjo usmerjevalnih algoritmov

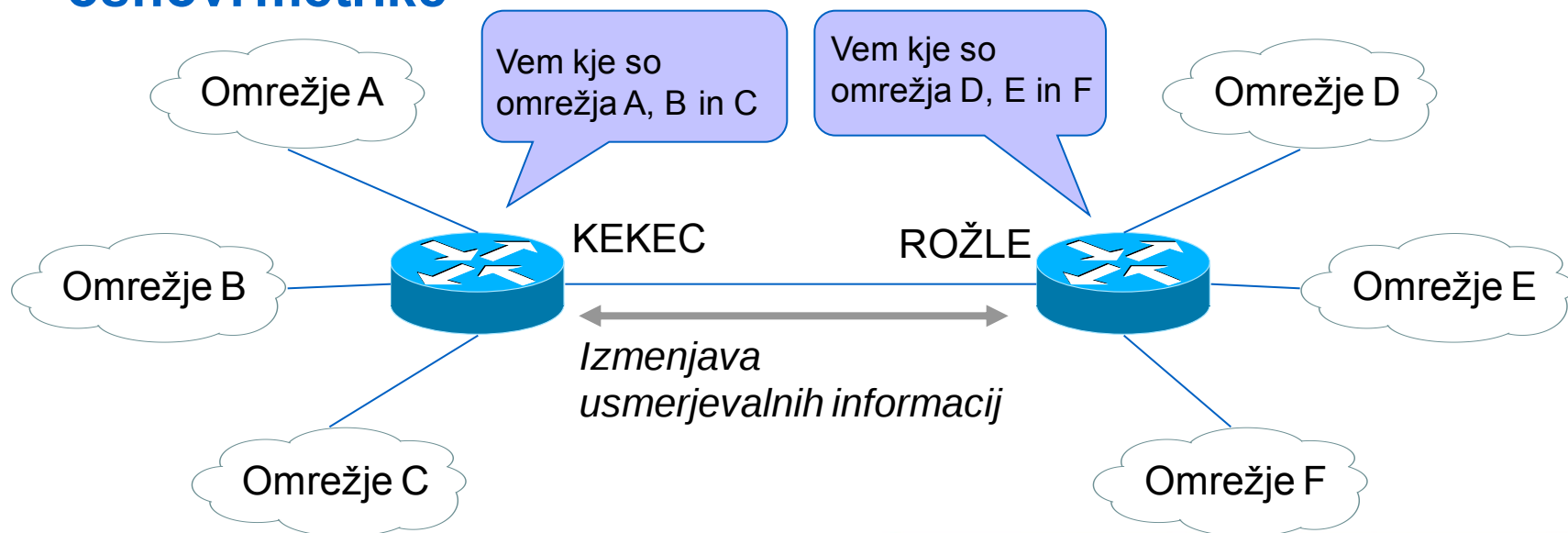
■ Privzeta pot (Default Route)

- za vse poti, ki v usmerjevalni tabeli nimajo vnosa
- oglašujejo se lahko z usmerjevalnimi protokoli



Usmerjevalni protokoli

- Protokoli, ki poganjajo usmerjevalne algoritme
- Njihova naloga je izgradnja usmerjevalnih tabel
 - vsak usmerjevalnik vzdrži usmerjevalno (posredovalno) tabelo
 - vsak usmerjevalni protokol vzdrži svojo usmerjevalno tabelo
 - usmerjevalnik lahko poganja več usmerjevalnih protokolov hkrati
- V primeru, da do enega ciljnega omrežja vodi več različnih poti, usmerjevalni algoritem izračuna optimalno pot na osnovi metrike

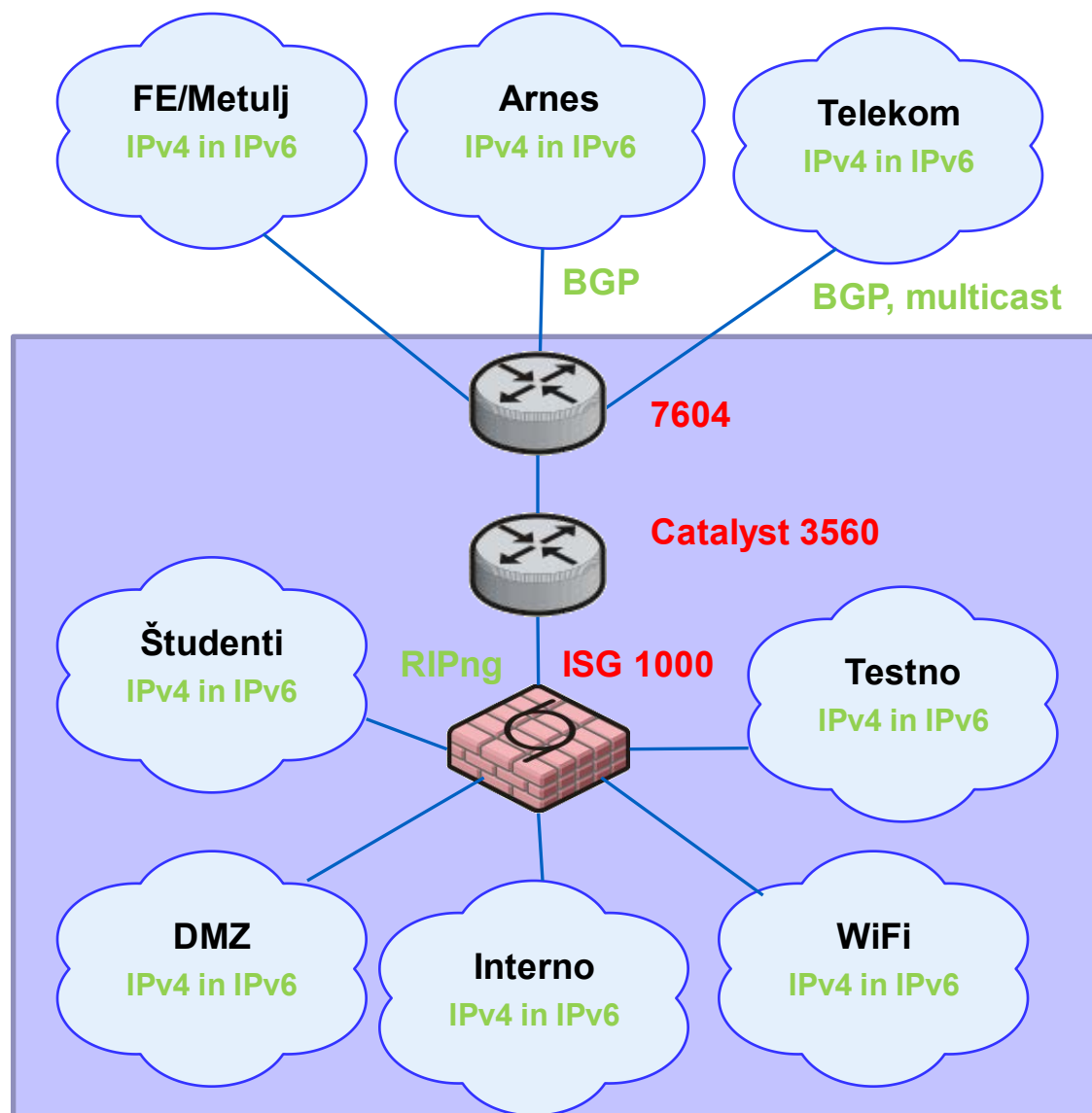




Produksijska infrastruktura LTFE



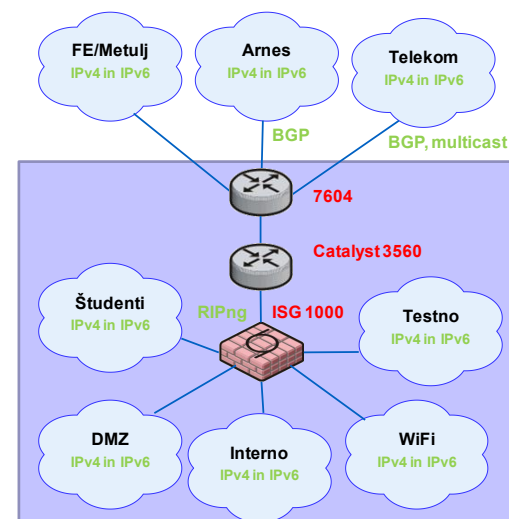
Logična shema





Povezljivost v internet 1/2

- **LTFE NET – dvojni protokolni sklad**
 - IPv4 unicast in multicast (IPTV)
 - **IPv6 unicast**
 - 320+ GE vmesnikov, 100+ FE vmesnikov
- **Naslovni prostor**
 - Lasten LIR (IPv4 & IPv6 PA/PI)
 - IPv4 PA (angl. Provider Agregated): 212.101.128.0/18, IPv4 PI: 195.47.197.0
 - **IPv6 PA: 2A00:1368::/32**
 - Arnes/Metulj/FE (IPv4 & IPv6 PA)
 - IPv4 PA: 212.235.128.0/17
 - **IPv6 PA: 2001:1470:fffe::/48**
 - Telekom PA (IPv4 & IPv6 PA)
 - IPv4 PA: 193.77.64.0/18
 - **IPv6 PA: 2a00:ee0::/32**





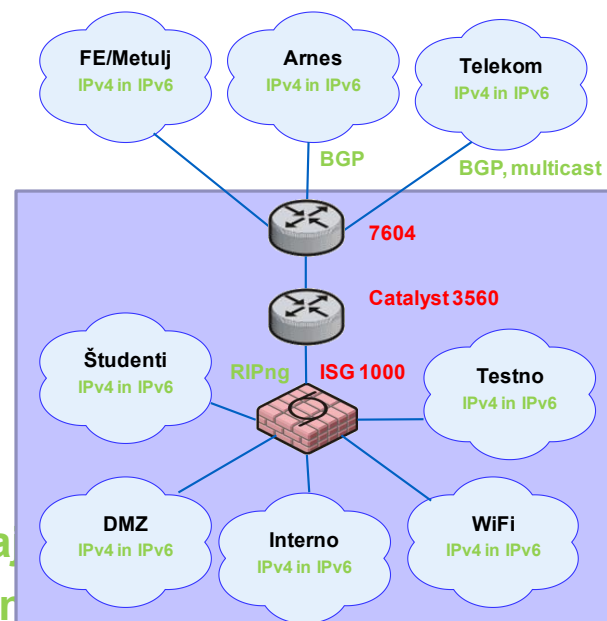
Povezljivost v internet 2/2

■ Povezljivost

- Full BGP (IPv4 & IPv6) na Telekom
- BGP (IPv4 & IPv6) na Arnes
- Statično FE

■ Usmerjanje

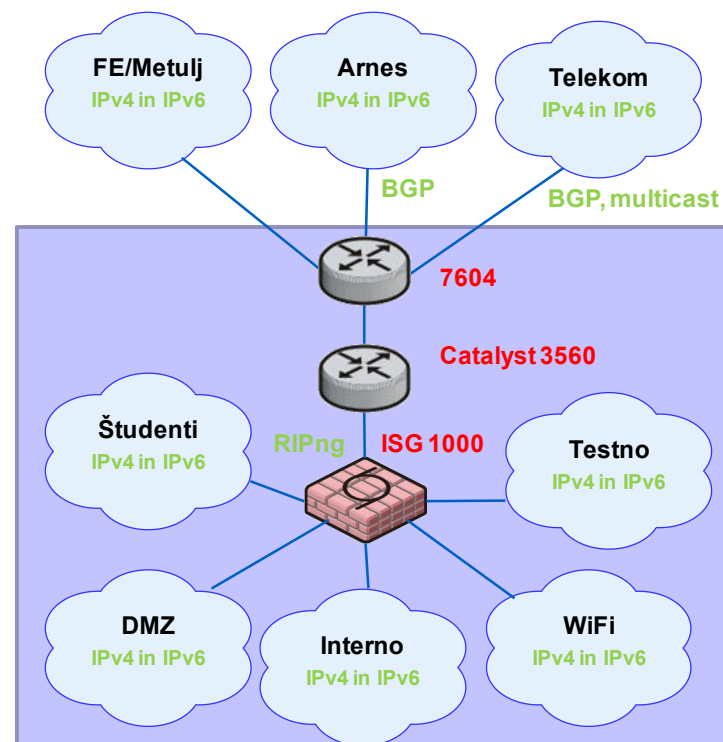
- IPv4 – unicast in multicast (PIM-SM)
- IPv6 – unicast usmerjanje (RIPng)
 - v produkciji > 2 leti; oprema različnih proizvajalcev
 - Cisco Catalyst 3560E (Ver. 12.2(25)SEE) – Jurij





Omrežna oprema

- **Cisco 7604 – RSP 720-3BXL**
 - IPv4, do 400 Mpps (HW)
 - IPv6, do 200 Mpps (HW)
 - BGP peering
 - RIPng – interno
 - Multicast stream – Telekom
 - VRF VPN – povezava z lokacijo v KR
- **7 x Cisco Catalyst 3560**
 - Interna infrastruktura VLAN
 - Podpora za IPv6 – razpoloviš TCAM!
 - RIPng, OSPF
- **Ostalo: Catalyst 3750, 3550, 2960**





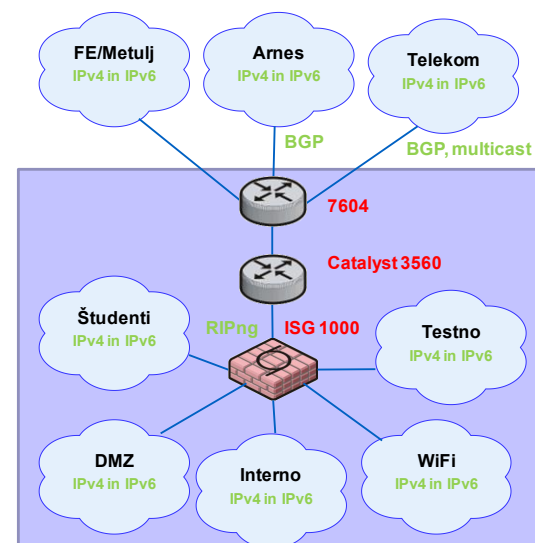
Omrežna oprema

■ Požarni zid Juniper ISG 1000

- FW v L3 načinu delovanja – IPv4 & IPv6
- RIPng – interno usmerjanje (ISG 1000 <=> Catalyst 3560 <=> 7604)
- IPSec VPN terminacija, IPv6 NAT/PAT ☺
- Upravljanje Web, SSH, telnet

■ Požarni zid ASA5510

- L3 način delovanja, IPv6 SSL VPN (anyconnect)
- Upravljanje Web, SSH, telnet





IT infrastruktura

■ Windows 2008 DC domena

- XP, Vista, Server 2003, Win2007, Server 2008
- Linux, MAC OS

■ DNS

- Interni – Windows 2008 DC domena
 - 50+ IPv6 enabled PC
- Eksterni – Windows 2003
 - glavni WEB strežniki IPv6 enable

Resource Record Type

Select a resource record type:

AFS Database (AFSD8)
Alias (CNAME)
ATM Address (ATMA)
Host (A)
Host Information (HINFO)
IPv6 Host (AAAA)

Description:

Host address (AAAA) record for IPv6 hosts. Maps a DNS domain name to a single 128-bit IPv6 address. (RFC 1886)

Create Record... Cancel

New Resource Record

Host (uses parent domain if left blank):

www

Fully qualified domain name (FQDN):

www.lfe.org.

IP version 6 host address:

2001:1470:ffff:20::99

OK Cancel

185.102
185.99

185.102
.lfe.org.

DNS

laboratorij.lfe.org 401 record(s)

Name	Type	Data
MAKINA	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:dddc:a546:0e2a:5973
BOOKY	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:ccbc:6864:9587:bb89
Tomaz-PC	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:c454:0cda:6a59:e718
Uros-PC	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:b974:ba59:d2cd:f635
kukak-tabla	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:a972:8685:85ca:e0e2
tosh700	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:a8d5:c8d2:c184:5a1f
TECRAURO5	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:a9a9:c7c7:01ce:12f6
ROK-PC	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:9824:fa90:c265:0399
JureZ-Remote	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:8de2:9e75:e1e1:21dc
anezebeca123	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:8c7f:3fd1:9eca:660a
papotova-tabla	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:79e7:3bb2:7934:00bc
RONALDINO-PC	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:6926:b536:30c7:8fed
ak007	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:659d:fc72:3273:afe0
kukak	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:59dd:daec:6d9b:857a
PIAT-PC	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:590d:b0a9:b0ca:3a60
damirke	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:5072:858c:040b:85ab
admiral-t	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:506d:a9ec:0095:d926
JANEZ-PC	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:4c73:b760:125b:aa34
nina-PC	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:49f5:d73c:4b29:9722
PECKO3	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:4559:1c2d:86fb:44d3
TINE5-PC	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:4089:0d64:10a9:0ce9
korsic-tabla	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:4013:44ef:1c07:4c41
COMET	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:3a99:61c6:68e1:14c7
MB	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:2043:e6ec:c9d1:7dad
ARGENE	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:18c9:c71f:375e:91b3
JANEZ22	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:15e9:66a1:79ba:0454
3play	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:020c:9fff:fe68:13b5
korsic	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:0221:85ff:fe10:3ed0
janez	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:021f:29ff:fe42:10e1
zebo	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:021d:09ff:febb:884c
nmining	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:021d:09ff:fead:787a
zaps	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:021c:7eff:fe3a:fab0
roberti	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:0219:d1ff:fe65:84c1
dasy	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:0219:d1ff:fe65:84c1
aljun	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:0216:76ff:fecl:fa8f
Fe-gasper	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:0215:55ff:febb:48c0
urob	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:0215:b7ff:febe:0066
IBH-Theta	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:0211:25ff:fed8:5a45
hio	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:020e:76ff:feff:61e6
ubaze	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:020b:7bff:fe6e:a6e4
nomnar	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:020d:56ff:fee4:622e
fjs-ak	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:020b:5dff:fecc:b3d2
minerva	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:020b:5dff:fe7f:ad74
kekec	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:020b:5dff:fe07:6a6c
laptopFJ5	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:020b:5dff:fe07:6a6c
R04	IPv6 Host (AAAA)	2001:1470:ffff:0001:0204:76ff:fe22:ed55



IT infrastruktura

■ Windows domena

- centralna baza uporabnikov (AD)
 - File share,
 - različne pravice dostopa
- omrežne storitve
 - DNS
 - DHCP
 - Radius

■ Mail

- Exchange

■ Logiranje dogodkov

- SNMP, Syslog

■ NTP

- L2/L3 stikalo

The top screenshot shows a Windows Remote Desktop session titled 'lt67 - Remote Desktop'. The desktop background is blue with icons for 'My Documents', 'My Computer', 'My Network Places', 'Recycle Bin', 'Internet Explorer', 'Ethereal', and 'MAGI-1T1'. An 'Active Directory Users and Computers' window is open, displaying a list of users in the 'ltfe.org' domain. The list includes names like abajzelj, aleksanderk, blazp, borutr, brigita, ivankab, iztok, jakaja, janez, jelenecm, jozeg, jurez, kervinad, klemenp, kijuna, krenkera, lukak, lukam, lukar, lukav, and luka. The bottom screenshot shows another Windows Remote Desktop session titled 'lt67 - Remote Desktop'. The desktop background is the same. A 'DHCP' window is open, displaying a list of address leases. The list includes columns for Client IP Address, Name, and Lease Expiration. The leases are for various devices like 'ltfe-adhoc.laboratorij.ltfe.org', 'luka.laboratorij.ltfe.org', 'papotova-tablica.lab...', 'nina-PC.laboratorij.lt...', 'adjurka.laboratorij.lt...', 'damirk.laboratorij.lt...', 'akre-dr-002', 'akre-dr-003', 'montazal', 'mmc-plasma', 'mmc-producer', 'AppleTV.laboratorij.lt...', 'akre-dr-001', and 'polde.laboratorij.ltfe.org'.



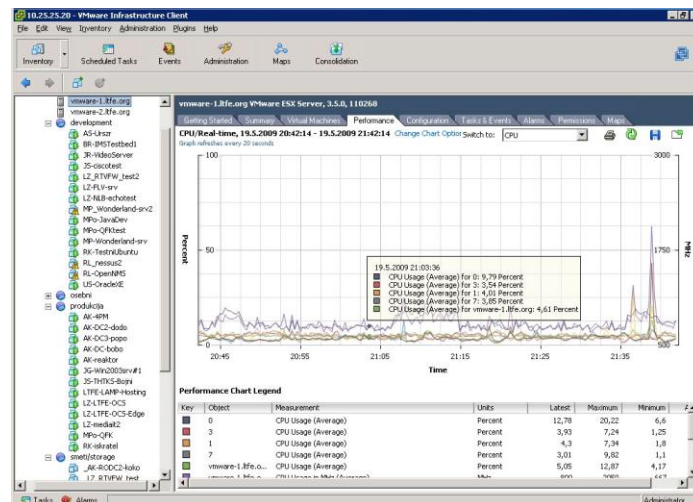
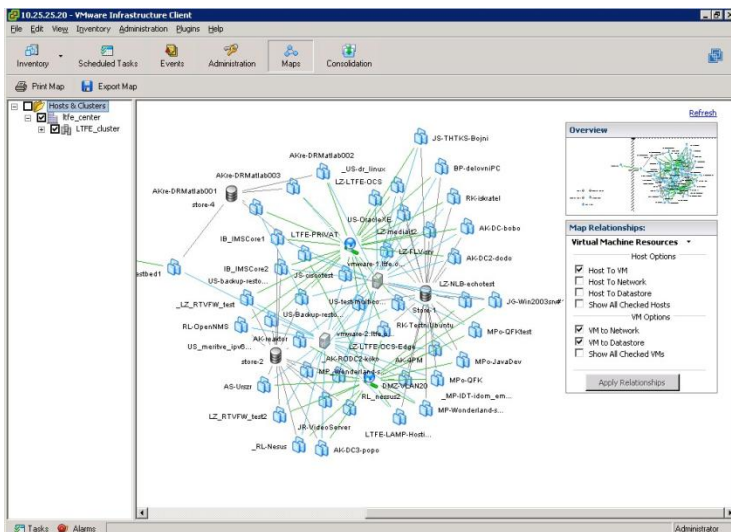
Sistem za virtualizacijo strežnikov

■ Sistem za virtualizacijo vmware esx

- samodejna migracija delujočih virtualnih strežnikov med posameznimi fizičnimi vozlišči za optimalno izrabo virov
- možnost virtualizacije 200+ strežnikov
- OS: Linux, Windows, BSD, Solaris

■ Strojna platforma

- 64GHz cpu, 128GB rama
- 4TB fiber channel diskovno polje (raid 6)
- avtomatski backup sistem s kapaciteto 10TB





Upravljanje – požarni zid

■ Juniper ISG 1000

■ WEB (HTTP)

■ CLI

```
10.0.0.2 - SecureCRT
File Edit View Options Transfer Script Window Help
nsisg1000->
nsisg1000->
nsisg1000->
nsisg1000->
nsisg1000-> get config
Total Config size 73999:
set clock timezone 2
set vrouters trust-vr sharable
set vrouters "untrust-vr"
exit
set vrouters "trust-vr"
unset auto-route-export
exit
set service "LTFE-SURFER" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 44534-44534
set service "LTFE-SURFER" + udp src-port 0-65535 dst-port 8532-8532
set service "LTFE-SURFER" + tcp src-port 0-65535 dst-port 4711-4711
set service "LTFE-SURFER" + tcp src-port 0-65535 dst-port 21-21
set service "LTFE-SURFER" + tcp src-port 0-65535 dst-port 3389-3389
set service "LTFE-SURFER" + tcp src-port 0-65535 dst-port 23172-23172
set service "LTFE-SURFER" + tcp src-port 0-65535 dst-port 80-80
set service "LTFE-SURFER" + tcp src-port 0-65535 dst-port 8080-8080
set service "LTFE-MATEJB" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 3389-3389
set service "LTFE-MATEJB" + tcp src-port 0-65535 dst-port 110-110
set service "LTFE-MATEJB" + tcp src-port 0-65535 dst-port 25-25
set service "LTFE-MATEJB" + tcp src-port 0-65535 dst-port 32000-32000
set service "LTFE-MATEJB" + tcp src-port 0-65535 dst-port 3306-3306
set service "LTFE-MATEJB" + tcp src-port 0-65535 dst-port 8001-8001
set service "LTFE-MATEJB" + tcp src-port 0-65535 dst-port 8002-8002
set service "LTFE-MATEJB" + tcp src-port 0-65535 dst-port 21-21
set service "LTFE-Qualitas" protocol tcp src-port 1024-65535 dst-port 3389-3389
set service "LTFE-Qualitas" + tcp src-port 1024-65535 dst-port 8080-8080
set service "LTFE-HTTP-8080" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 8080-8080
set service "LTFE-MYSQL" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 3306-3306
set service "LTFE-8004" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 8004-8004
set service "LTFE-3000" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 3000-3000
set service "LTFE-NETFLOW" protocol udp src-port 0-65535 dst-port 2055-2055
set service "LTFE-NETFLOW" + udp src-port 0-65535 dst-port 5000-5000
set service "LTFE-TCP-5000" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 5000-5000
set service "LTFE-RemoteDesktop" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 3389-3389
set service "LTFE-nagios-5666" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 5666-5666
set service "LTFE-TCP-554" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 554-554
set service "LTFE-TCP-1755" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 1755-1755
set service "LTFE-UDP-1024-8000" protocol udp src-port 0-65535 dst-port 1024-8000
set service "LTFE-IMS" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 4060-4060
set service "LTFE-IMS" + tcp src-port 0-65535 dst-port 5060-5060
set service "LTFE-IMS" + tcp src-port 0-65535 dst-port 6060-6060
set service "LTFE-IMS" + tcp src-port 0-65535 dst-port 8080-8080
set service "LTFE-IMS" + tcp src-port 0-65535 dst-port 5070-5070
set service "LTFE-IMS" + tcp src-port 0-65535 dst-port 8090-8090
set service "LTFE-IMS" + tcp src-port 0-65535 dst-port 8095-8095
set service "LTFE-TCP-5223-RVnatscr" protocol tcp src-port 0-65535 dst-port 10222-10222
Ready ssh2: 3DES 52, 14 521
```

nsisg1000:Juniper-ScreenOS 5.4.0r1.0 - Windows Internet Explorer

http://10.0.0.2/jswwebui.html

File Edit View Options Transfer Script Window Help

nsisg1000:Juniper-Scre... Intern portal LTFE DHMZ DHMZ www.nkisurf.com - daha... Page Tools

Policies (From INTERNET To DMZ-X) nsisg1000

List 20 per page

From INTERNET To DMZ-X Go

From INTERNET To DMZ-X, total policy: 8

ID	Source	Destination	Service	Action	Options	Configure	Enable	Move
103	Any	DMZ-X IP	PING			Edit Clone Remove	☒	
62	Any	193.77.79.102/32 193.77.79.103/32 193.77.79.104/32 193.77.79.105/32	FTP HTTP HTTPS LTFE-8004 LTFE-HTTP-8080 LTFE-MYSQL SSH			Edit Clone Remove	☒	
58	Any	193.77.79.99/32	LTFE-SURFER			Edit Clone Remove	☒	
59	Any	193.77.79.100/32	FTP HTTP LTFE-TCP-110 LTFE-TCP-6000 MAIL			Edit Clone Remove	☒	
76	Any	193.77.79.107/32	HTTP LTFE-HTTP-8080 LTFE-RemoteDesktop			Edit Clone Remove	☒	
78	Any	193.77.79.106/32	HTTP			Edit Clone Remove	☒	
115	Any	193.77.79.108/32	ANY			Edit Clone Remove	☒	
189	Any	193.77.79.111/32	FTP HTTP HTTPS LTFE-MYSQL SSH			Edit Clone Remove	☒	



Upravljanje – L2/L3 stikalo

■ Cisco

■ CLI

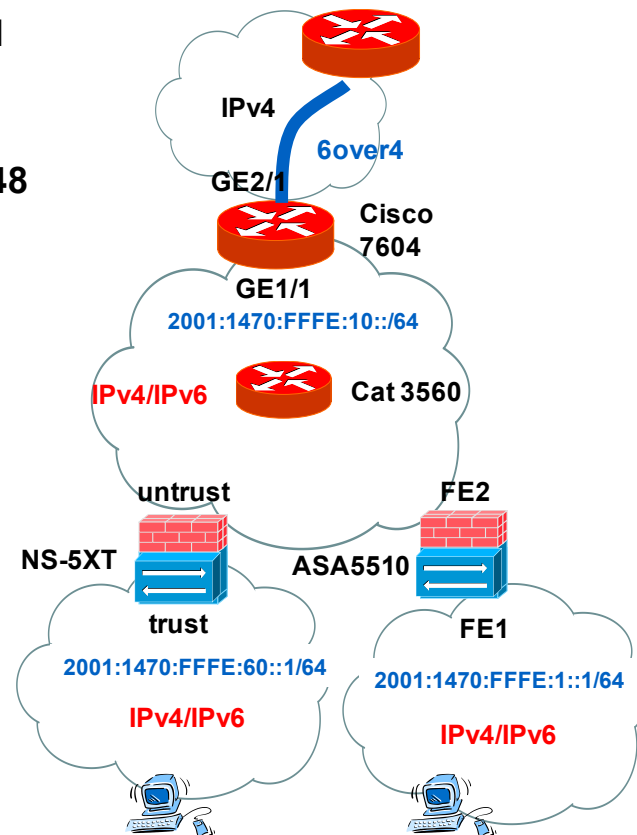
```
10.0.0.1 - SecureCRT
File Edit View Options Transfer Script Window Help
no ip domain-lookup
!
!
!
no file verify auto
!
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree extend system-id
spanning-tree vlan 1 priority 4096
!
vlan internal allocation policy ascending
!
interface GigabitEthernet0/1
description STREZNIK-ECHO
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/2
description STREZNIK-ALIX-DK
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/3
!
interface GigabitEthernet0/4
description STREZNIK-LT76 - VLAN 1
!
interface GigabitEthernet0/5
description STREZNIK-SNOOPY
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/6
description GBOX - VLAN 25
switchport access vlan 25
switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/7
description STREZNIK-PWEB
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/8
!
interface GigabitEthernet0/9
description STREZNIK-ECHOTEST
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/10
!
interface GigabitEthernet0/11
description STREZNIK-GALILEJO
switchport access vlan 20
--More--
Ready
```



Nastavitev IPv6 na Cisco 7604

■ Nastavitev usmerjevalnika Cisco 7604

- globalni način koniguracije
 - *ipv6 unicast-routing*
- nastavitev naslova IPv4 na vmesniku GigabitEthernet2/1
 - *interface GigabitEthernet2/1*
 - *ip address 193.2.84.194 255.255.255.192*
- nastavitev naslova IPv6 na vmesniku GigabitEthernet2/48
 - *interface GigabitEthernet2/48*
 - *ipv6 address 2001:1470:FFFE::1/64*
 - *ipv6 rip LTFE-RIP enable*
- nastavitev tunela 6over4
 - *interface Tunnel0*
 - *ipv6 address 2001:1470:FE:1000:0:1:0:2/96*
 - *ipv6 enable*
 - *tunnel source GigabitEthernet2/1*
 - *tunnel destination 193.2.0.88*
 - *tunnel mode ipv6ip*
- nastavitev privzete poti IPv6
 - *ipv6 route ::/0 Tunnel0*
- nastavitev RIPng
 - *ipv6 router rip LTFE-RIP*
 - *redistribute connected*
 - *redistribute static*

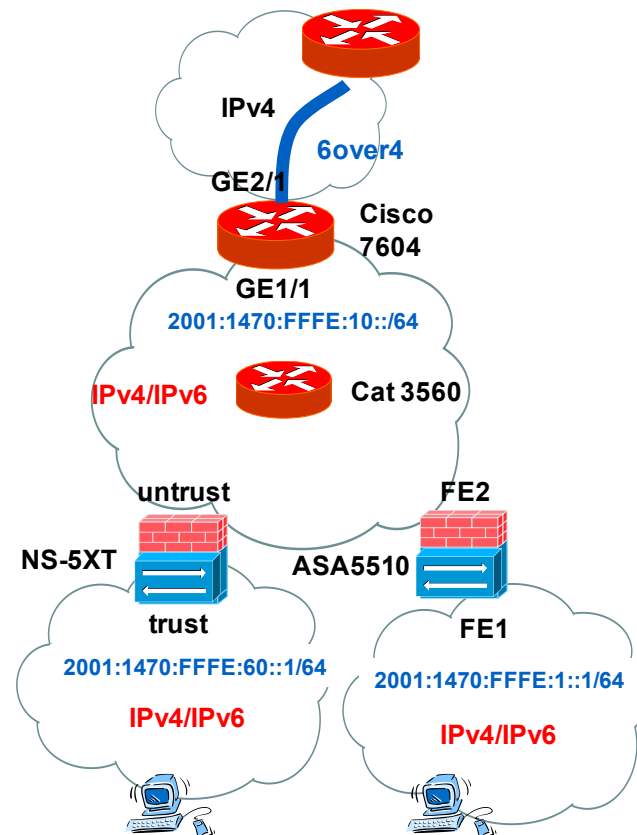




Nastavitev IPv6 na Cisco 3560

■ Nastavitev stikala Catalyst 3560

- Vključitev IPv6 – globalni način
 - `sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default`
 - `reload`
- globalni način konfiguracije
 - `ipv6 unicast-routing`
- nastavitev naslova IPv6 na vmesniku VLAN
 - `interface GigabitEthernet VLAN 70`
 - `ipv6 address 2001:1470:FFFE:70::1/64`
 - `ipv6 enable ipv6 rip LTFE-RIP enable`
- nastavitev naslova IPv6 na vmesniku VLAN
 - `interface GigabitEthernet VLAN 10`
 - `ipv6 address 2001:1470:FFFE:10::3/64`
 - `ipv6 enable`
 - `ipv6 rip LTFE-RIP enable`
- nastavitev RIPng
 - `ipv6 router rip LTFE-RIP`
 - `redistribute connected`
 - `redistribute static`
- nastavitev statičnih poti IPv6
 - `ipv6 route 2001:1470:FFFE:1::/64 2001:1470:FFFE:14::2`
 - `ipv6 route 2001:1470:FFFE:60::/64 2001:1470:FFFE:70::60`





Nastavitve požarnega zidu – ASA5510

■ Nastavitve požarnega zidu

■ nastavitev naslova IPv6 na vmesniku Ethernet

- interface Ethernet0/0
- security-level 0
- ipv6 address 2001:1470:ffffe:14::2/64
- ipv6 enable
- ipv6 nd suppress-ra

■ nastavitev naslova IPv6 na vmesniku Ethernet

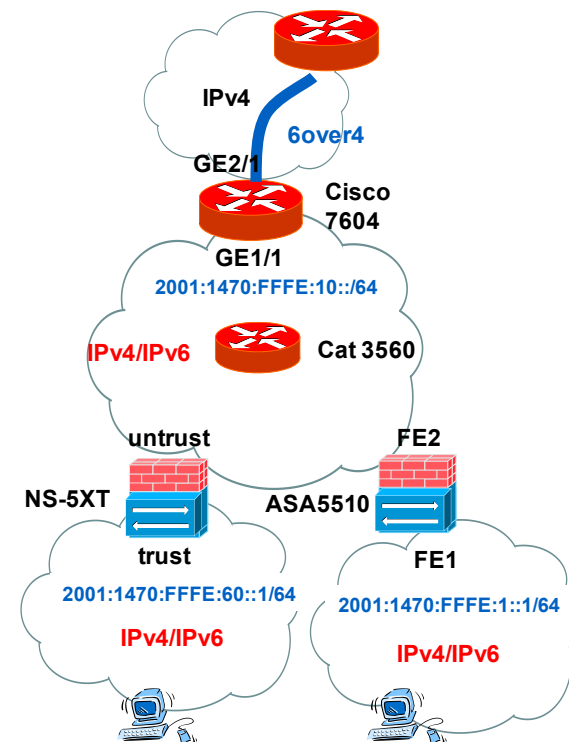
- interface Ethernet0/1
- security-level 100
- ipv6 address 2001:1470:ffffe:1::1/64
- ipv6 enable

■ Nastavitev statične poti

- ipv6 route outside ::/0 2001:1470:ffffe:14::1

■ Nastavitev ACL

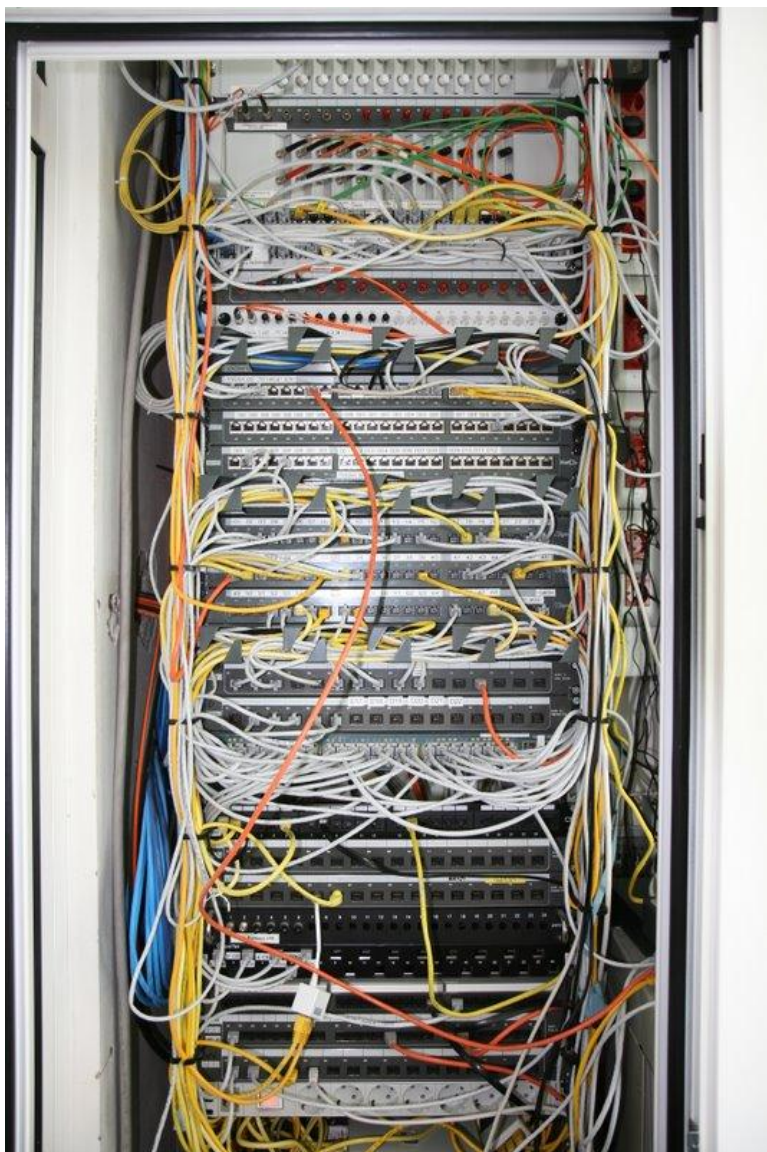
- ipv6 access-list IPv6 permit ip 2001:1470:ffffe:1::/64 any
- ipv6 access-list IPv6 deny ip any any log



128

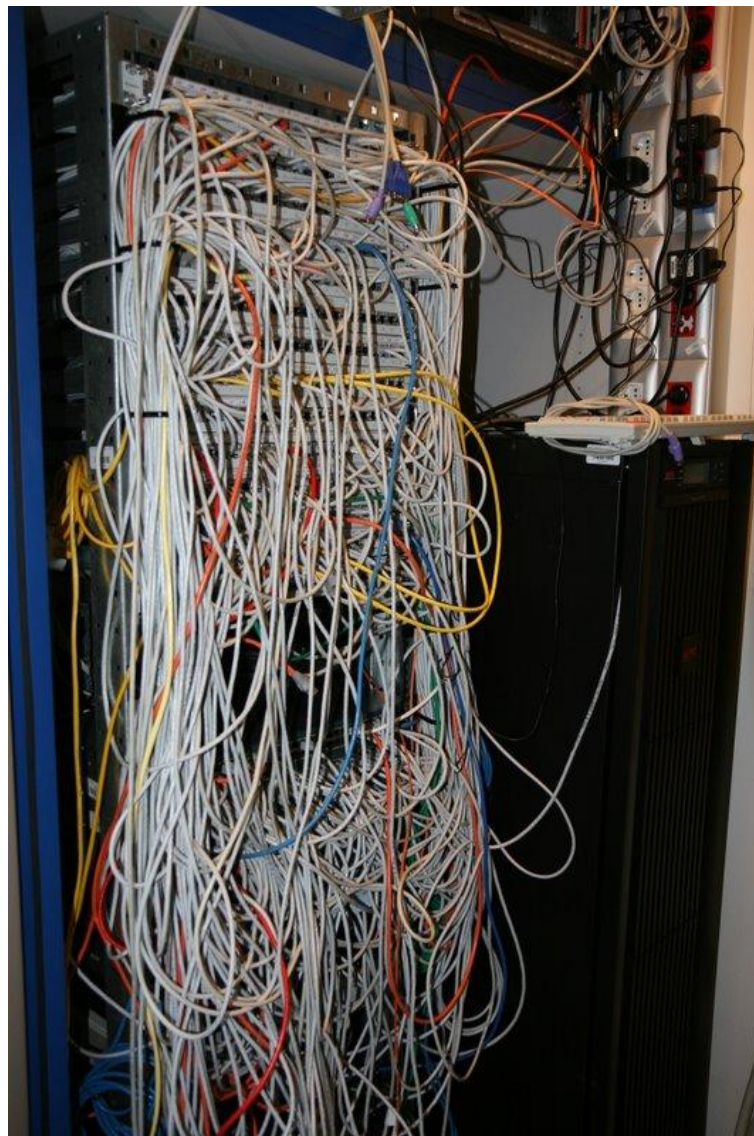


Strukturirano ožičenje



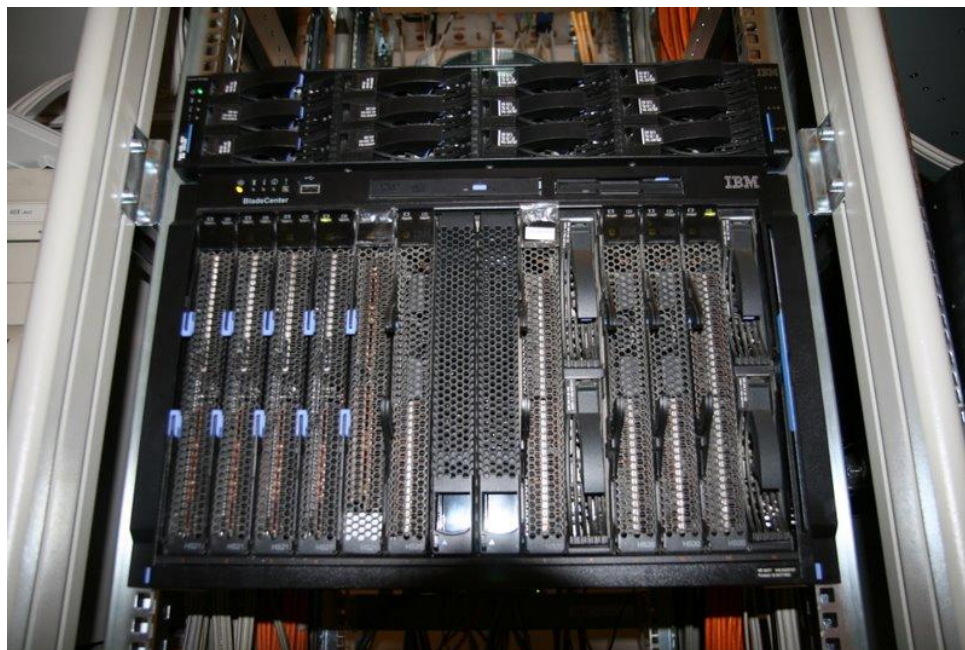
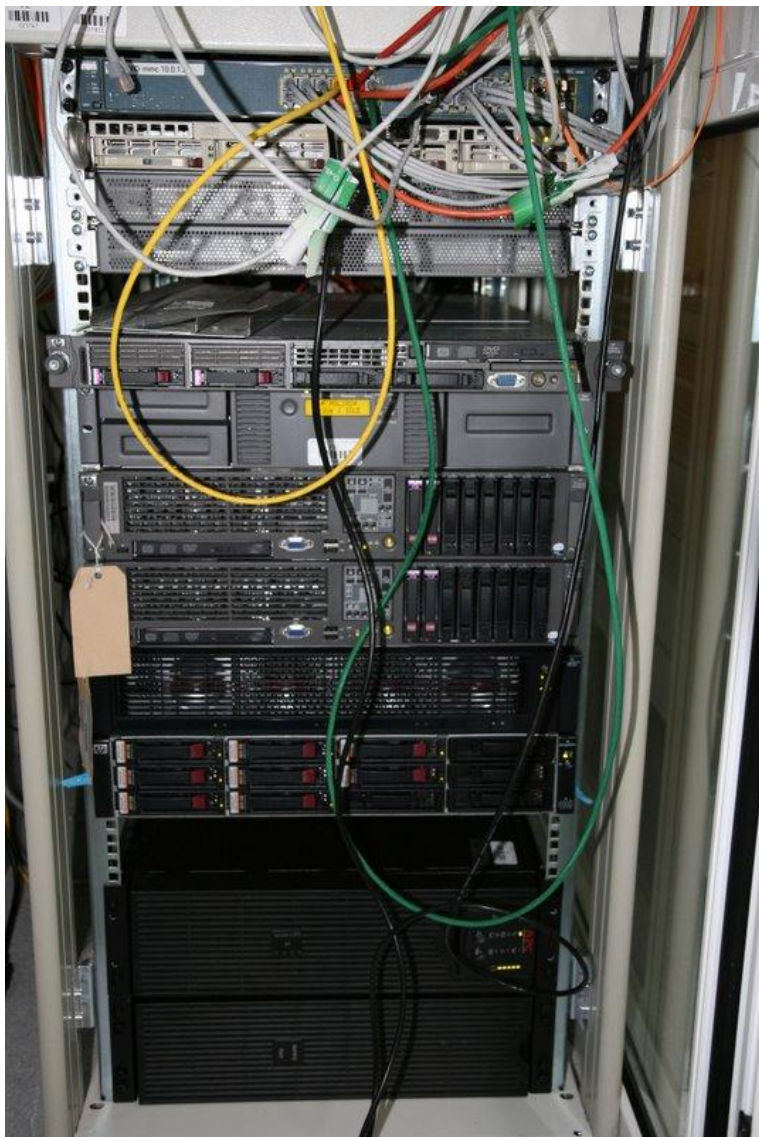


Produksijski in testni strežniški prostor



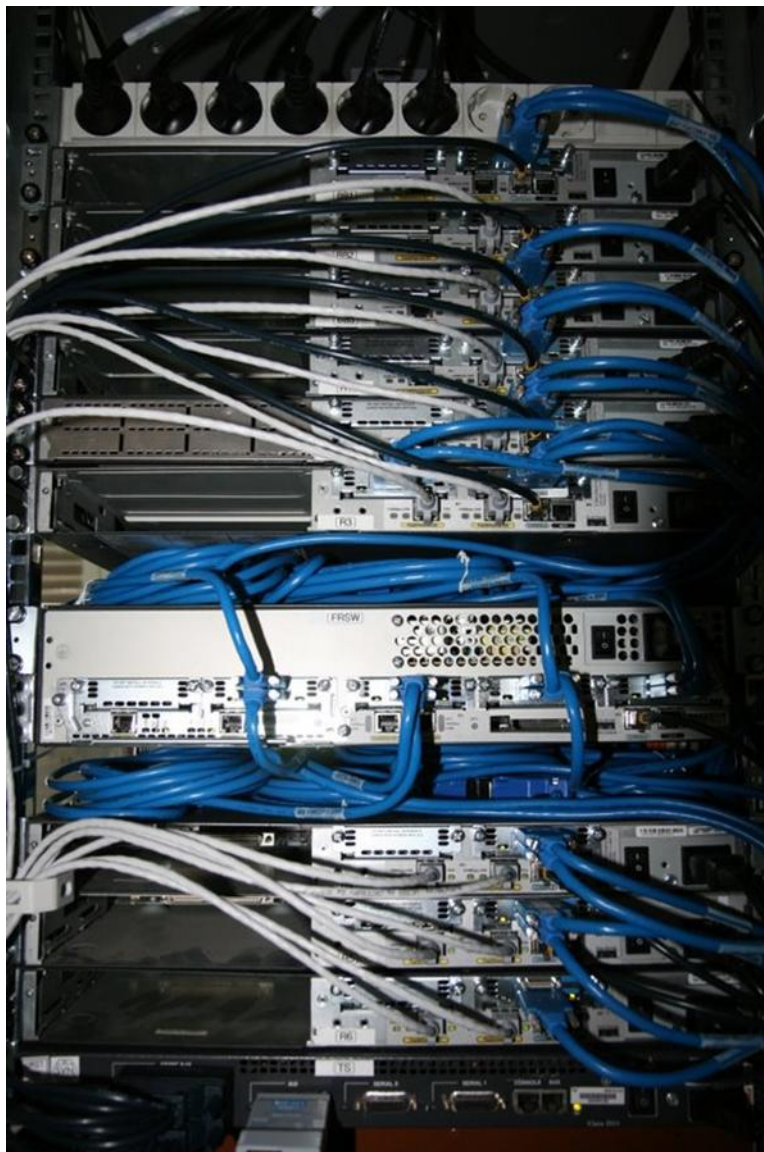


Sistem za virtualizacijo strežnikov





Sistem za testiranje omrežnih rešitev





Testna infrastruktura

