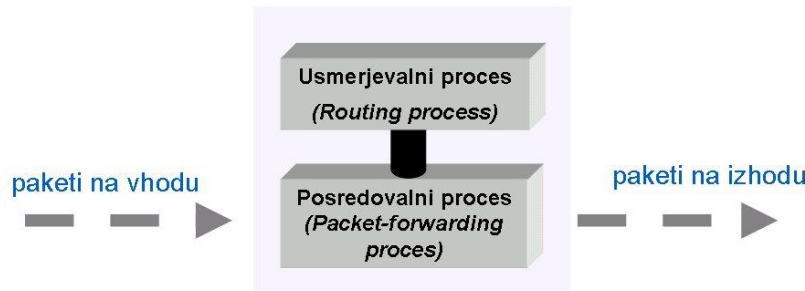


Vaja: Usmerjanje v omrežjih IP**1. UVOD**

Usmerjanje je proces odločanja, v okviru katerega se v omrežjih IP med vozlišči omrežja (usmerjevalniki) izmenjujejo informacije o dosegljivosti podomrežij. Na osnovi teh informacij usmerjevalniki posredujejo prejete datagrame na ustrezne izhodne vmesnike.



Slika 1. Procesa usmerjevalnega sistema

Za izvajanje usmerjanja in posredovanja v usmerjevalniku potrebujemo:

- naslov ponorne naprave (destination IP),
- možne poti do ponorne naprave,
- katera od možnih poti je najboljša (optimalna),
- možnost ažuriranja podatkov o poteh.

Usmerjevalnik hrani informacijo o dosegljivih poteh/omrežjih v svoji **usmerjevalni tabeli**. V njej se nahajata dve vrsti vnosov:

- Za omrežja, ki so dosegljiva neposredno – neposredno so priklopljena na usmerjevalnik (možna je lokalna dostava datagramov).
- Za oddaljena omrežja (dosegljiva so prek drugih usmerjevalnikov). Vnešena so lahko ročno ali z uporabo usmerjevalnega protokola.

Vnosi so lahko statični ali dinamični. Pri **statičnih** administrator **ročno** vnese poti v usmerjevalno tabelo, zato mora ob vsaki spremembi omrežne topologije tabelo "ročno" obnoviti. Usmerjevalnik, ki poganja **usmerjevalni protokol**, **samodejno** ugotavlja nove poti in spremembe starih poti v topologiji omrežja. Pravila, po katerih se izmenjujejo in vodijo informacije o vnosih v usmerjevalnih tabelah, nam določajo usmerjevalni protokoli. Na usmerjevalniku je lahko hkrati aktivnih več usmerjevalnih protokolov.

Primeri usmerjevalnih protokolov:

- **RIP** (Routing Information Protocol),
- **OSPF** (Open Shortest Path First),
- **IS-IS** (Intermediate System – Intermediate System),
- **BGP** (Border Gateway Protocol).

Obstaja več načinov kategorizacije usmerjevalnih protokolov. Eden izmed njih je delitev na *distance vector* (DV) in *link-state* (LS) protokole.

Osnovne značilnosti kategorij so podane v naslednji tabeli.

Tabela 1: Primerjava usmerjevalnih protokolov

Distance vector	Link-state
RIPv1, RIPv2, IGRP	OSPF, IS-IS, EIGRP
<ul style="list-style-type: none"> • Sosedom pošilja celotno usmerjevalno tabelo. • Pošiljanja so pogosta (privzeto na 30s). • Število korakov (hop-ov) je edini parameter za izbiro poti. • Počasna konvergenca vseh usmerjevalnikov v primeru sprememb. • Možnost usmerjevalnih zank. • Potrebuje dokaj veliko pasovne širine. • Preprosta nastavitve in uporaba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pošilja samo podatke o spremembah. • Količina podatkov, ki se redno pošiljajo, je majhna. • Algoritem računa najkrajšo pot upošteva več parametrov, kot so pasovna širina povezave, zakasnitve, obremenjenost. • Hitra konvergenca v primeru sprememb. • Potrebuje manj pasovne širine. • Mehanizem za preprečevanje zank. • Zahteva več pomnilnika in več procesorskih zmogljivosti • Kompleksna nastavitve.

V primeru, da usmerjevalnik poganja dva ali več usmerjevalnih protokolov, obstaja parameter, ki "ocenjuje" usmerjevalni protokol. Parameter se imenuje administrativna razdalja (angl. administrative distance - AD). Manjša vrednost pomeni prednost pri izbiri. Protokol RIP ima AD=120, dokler OSPF ima AD=110. Administrativna razdalja je podatek, ki je podan v zapisih usmerjevalne tabele.

1.1 Protokol RIP

Usmerjevalni protokol RIP spada v družino »distance vector« protokolov. Usmerjevalniki, ki poganjajo protokol RIP, periodično sprejemajo usmerjevalne tabele le od svojih neposrednih sosedov. Usmerjevalni procesi na osnovi izmenjanih zapisov izračunajo optimalne poti do oddaljenih omrežij. Teh poti je lahko več, naloga usmerjevalnega procesa je, da izbere optimalno. Ta informacija se vnese v usmerjevalno tabelo.

1.1 Protokol OSPF

Protokol OSPF se uvršča v skupino »link state« usmerjevalnih protokolov. Usmerjevalniki, ki poganjajo protokol OSPF, izmenjujejo informacije o spremembah v stanju povezav vsem sosednim usmerjevalnikom. Pripadnost posamezni omrežni soseščini OSPF je določena s parametrom »področje« (angl. area). Usmerjevalniki znotraj področja sprejemajo oglase o spremembah v stanjih povezav (Link State Advertisements - LSA) ter jih posredujejo neposredno povezanim sosedom. V stanju konvergence je na vseh usmerjevalnikih vsebovana identična tabela aktivnih omrežnih povezav, na podlagi katere se izračunajo (algoritem Shortest Path First - SPF) optimalne poti do ciljnih omrežij, ki se zapišejo v usmerjevalno tabelo.

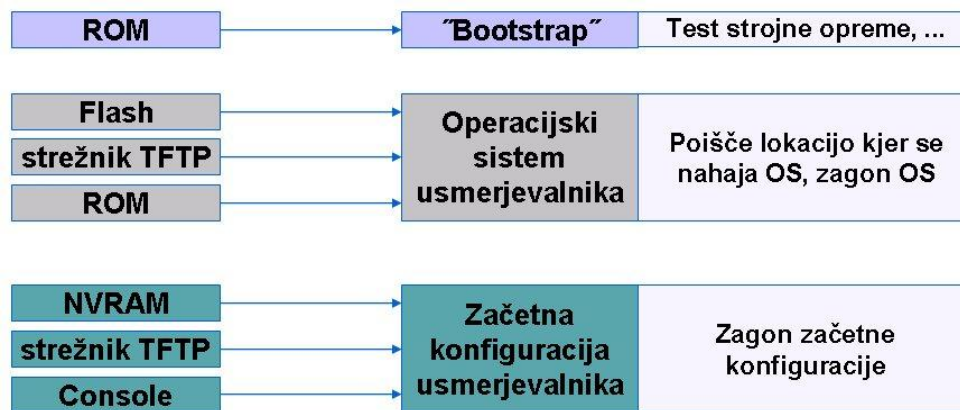
Zgradba usmerjevalnika

Komponente tipičnega usmerjevalnika so sledeče:

- **DRAM (Dynamic RAM)** je pomnilniški modul tipa RAM v katerem se nahaja usmerjevalna tabela, trenutna konfiguracija usmerjevalnika, tabela *"ARP – cache"*, predpomnilnik *"buffer"* za datagrame, skupne čakalne vrste, itd.
- **NVRAM – NonVolatile RAM** je bralno pisalni pomnilniški modul tipa ROM, na kateremu je shranjena začetna konfiguracija usmerjevalnika.
- **Flash** je bralno pisalni pomnilniški modul tipa ROM, na kateremu je shranjen operacijski sistem (*image*) usmerjevalnika.
- **ROM** je bralni pomnilniški modul na katerem je shranjen *"bootstrap"* program, program za diganosticiranje sistema (*POST - Power-On Self Test*), itd.
- **Vmesniki (Ethernet, serijski, ATM, itd)** se lahko nahajajo na matični plošči ali na ločenem modulu.
- **Vmesniki za upravljanje:** console, auxiliary.

Možno je, da so posamezne komponente realizirane na skupnih modulih. Odvisno je od posamezne implementacije usmerjevalnika oz. proizvajalca opreme.

1.3 Zagon usmerjevalnika



Slika 3. Osnovni koraki, ki se izvedejo pri zagonu usmerjevalnika



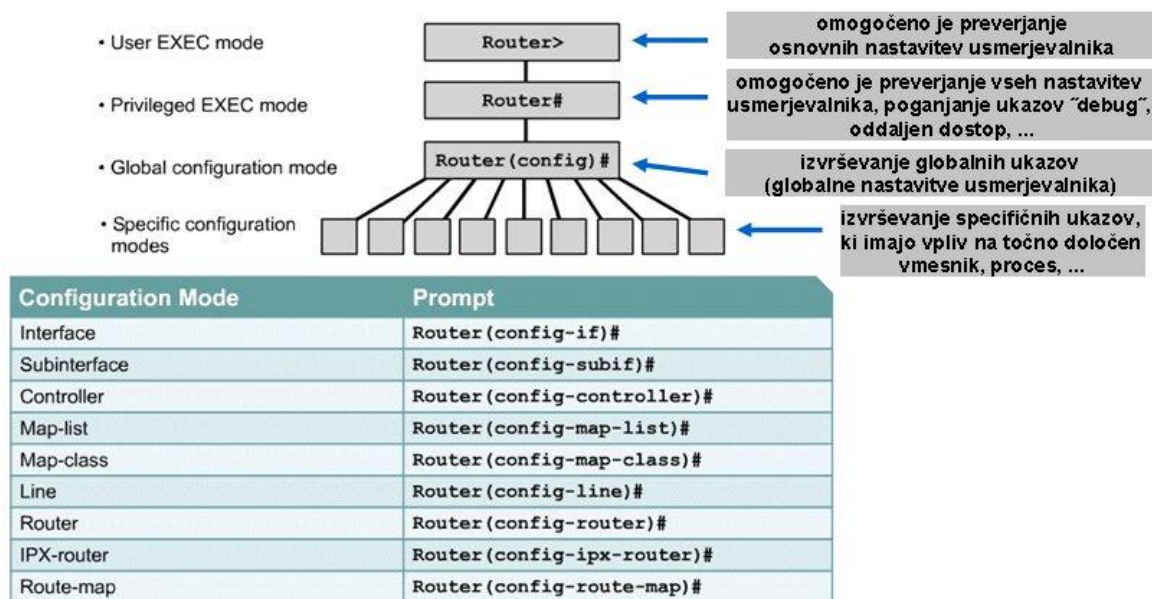
1.4 Upravljanje usmerjevalnika prek ukazne vrstice

Eden izmed načinov upravljanja usmerjevalnika je prek ukazne vrstice. S terminalskim emulatorjem (npr. *Hyper Terminal*) se povežemo prek vmesnika RS232 na asinhroni serijski vmesnik "console" na usmerjevalniku. Po uspešnem priklopu se pojavi sledeče sporočilo:

Router>

Sporočilo pove, da je usmerjevalnik pripravljen na sprejem nadaljnjih ukazov.

Zaradi varnostnih razlogov operacijski sistem usmerjevalnika omogoča več nivojev dostopa do konfiguracijskih ukazov. Na *sliki 4*, so prikazani nivoji "mode" dostopa do upravljalških ukazov.



Slika 4. Nivoji dostopa do konfiguracijskih ukazov in njihovi prompti

Tabela 2: Razlaga nekaterih nastavitvenih ukazov

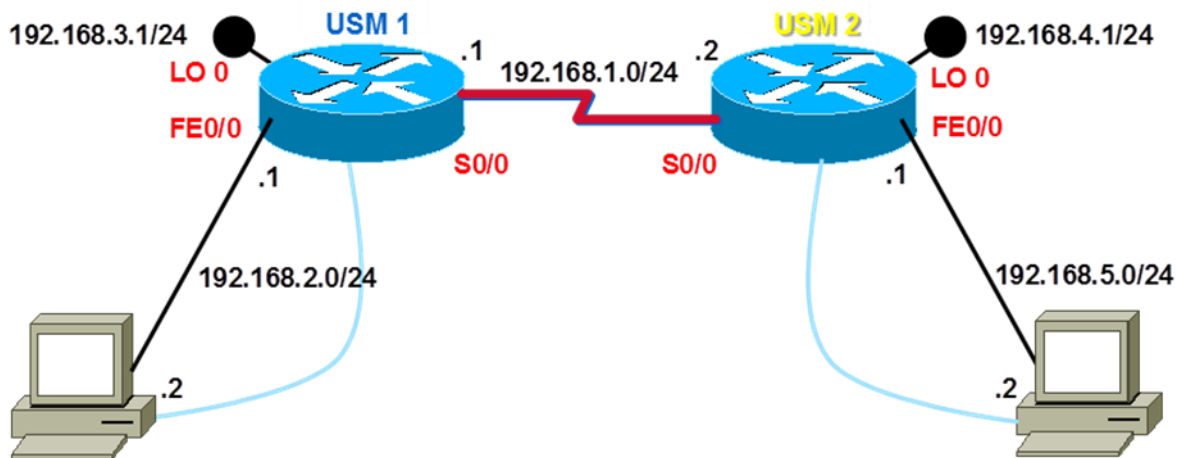
Router> enable	Ukaz za dostop do "Privileged EXEC mode" načina
Router# configure terminal	Prehod v nastavitveni ukazni način usmerjevalnika
Router(config)# hostname <i>izbrano_ime_usmerj</i>	Določanje imena usmerjevalnika
Router(config)# interface <i>vrsta_vmesnika oznaka_vmesnika</i>	Prehod v ukazni način, ki omogoča nastavljanje izbranega vmesnika
Router(config)# router <i>usm_protokol</i>	Prehod v ukazni način, ki omogoča nastavljanje izbranega usmerjevalnega protokola

2. NAVODILA ZA VAJO

Naloga: v okviru vaje nastavite in preverite delovanje usmerjanja v omrežju, ki ga prikazuje slika 5. V prvem delu vaje uporabite protokol RIP. V drugem delu vaje dodatno nastavite usmerjanje s protokolom OSPF.

Topologija omrežja za katerega konfigurirate usmerjanje je podana na sliki 5.

V odstavku 2.1 so podani samo primeri ukazov za nastavitve usmerjevalnikov. Pri konkretnem nastavljanju pazite na ustreznost: oznak vmesnikov, naslovov IP in pripadajočih mask. Vsi podatki, ki jih ob tem potrebujete, so podani na sliki.



Slika 5. Topologija omrežja

2.1 NASTAVITEV USMERJANJA S PROTOKOLOM RIP (PRVI DEL VAJE)

Osnovni koraki pri nastavitvi usmerjevalnika so sledeči:

1. Na posameznih vmesnikih (FastEthernet, serial, loopback) **nastavimo ustrezne naslove IP.**

Primer konfiguracije vmesnika FastEthernet:

```
Router # configure terminal
Router(config)# interface FastEthernet 0/0           [<= ukaz za izbiro vmesnika z oznako 0/0]
Router(config-if)# ip address 192.168.2.1 255.255.255.0 [<= ukaz za nastavitve naslova IP]
Router(config-if)# no shutdown                       [<= ukaz za vklop vmesnika]
Router(config-if)# exit
Router(config)# exit
```



Primer konfiguracije vmesnika »loopback«

```
Router # configure terminal
Router(config)# interface loopback 0 [<= ukaz za izbiro vmesnika loopback 0]
Router(config-if)# ip address 192.168.3.1 255.255.255.0 [<= ukaz za nastavitev naslova IP]
Router(config-if)# ip ospf network point-to-point [<= ukaz za pravilno oglaševanje omrežja]
Router(config-if)# no shutdown [<= ukaz za vklop vmesnika]
Router(config-if)# exit
Router(config)# exit
```

V primeru serijskih povezav, ki so tipa točka-točka (point-to-point), mora eden izmed vmesnikov zagotavljati sinhronizacijo (vmesnik DCE – Data Circuit Terminating Equipment). Vmesnik, ki bo deloval v načinu DCE določimo z ukazom **clock rate**. Nastavitev ure naj upošteva samo ena stran v vaji:

Primer konfiguracije serijskega vmesnika

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface serial 0/0
Router(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# clock rate 4000000 [<= vmesnik DCE, ki bo skrbel za sinhronizacijo]
Router(config-if)# exit
Router(config)# exit
```

2. Vklopimo in nastavimo usmerjevalni protokol RIP (prvi del vaje)

```
Router# configure terminal
Router(config)# router rip [<= ukaz za vklop in nastavljanje usmerjevalnega protokola RIP]
Router(config-router)# network 192.168.1.0 [<= ukaz za določitev omrežja, ki ga oglašuje RIP]
Router(config-router)# network 192.168.2.0 [<= ukaz za določitev omrežja, ki ga oglašuje RIP]
Router(config-router)# network 192.168.3.0 [<= ukaz za določitev omrežja, ki ga oglašuje RIP]
Router(config-router)# exit
Router(config)# exit
```

3. Preverimo vsebino usmerjevalne tabele in pravilnost nastavitev

Tabela 3: Razlaga nekaterih bolj pomembnih ukazov

Router> enable	Ukaz za dostop do "Privileged EXEC mode" načina
Router# show running-config	Izpis trenutne (aktivne) konfiguracije usmerjevalnika
Router# copy running-config startup-config	Shranjevanje trenutne (aktivne) konfiguracije v NVRAM
Router# show ip route	Izpis usmerjevalne tabele
Router# show interface FastEthernet 0/0	Izpis nastavitve vmesnika FastEthernet
Router# ping "IP naslov"	Ukaz za preverjanje povezljivosti med usmerjevalniki
Exit	ukaz za vrnitev v prejšnji nivo "mode" dostopa



2.2 Nastavitev usmerjanja s protokolom OSPF (drugi del vaje)

4. Vkllop in nastavitev usmerjevalnega protokola OSPF

```
Router# configure terminal  
Router(config)# router ospf 1 [<= ukaz za izbiro usmerjevalnega procesa OSPF]  
Router(config-router)# network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0 [<=omrežje, ki ga oglašuje OSPF]  
Router(config-router)# network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0 [<=omrežje, ki ga oglašuje OSPF]  
Router(config-router)# network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0 [<=omrežje, ki ga oglašuje OSPF]  
Router(config-router)# exit  
Router(config)# exit
```

5. Pobrišemo obstoječe nastavitve usmerjevalnika.

Opomba: ta korak je opcijski. Izvajamo ga, ko nastavljamo usmerjevalnik prvič. Če nam obstoječe nastavitve koristijo, ta korak preskočimo.

```
Router# erase startup-config [<= ukaz za brisanje datoteke z začetnimi nastavitvami]  
--Usmerjevalnik zahteva še eno potrditev, preden zares pobriše datoteko --  
Router# reload [<= ukaz za ponovni zagon usmerjevalnika]  
  
Router# System configuration has been modified. Save?[yes/no]:  
[<= odgovorite no in pritisnite Enter]  
--Usmerjevalnik zahteva še eno potrditev, preden sproži ponovni zagon --
```

2.3 Preverjanje delovanja usmerjevalnikov

Povezljivost med posameznimi usmerjevalniki lahko preverimo z ukazom **ping**. Ob pravilni nastavitvi usmerjevalnikov dobimo odziv na zahteve aplikacije ping *slika 6*.

```
Router2#ping 192.168.2.1  
  
Type escape sequence to abort.  
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.2.1, timeout is 2 seconds:  
!!!!  
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 32/33/36 ms  
Router2#
```

Slika 6. Primer ukaza ping