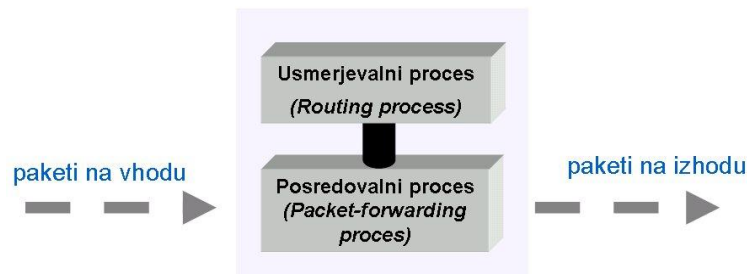


Naloga: Omrežje IP/MPLS
Kazalo:

1. Uvod	1
1.1. Protokol OSPF	2
1.2. MPLS	2
1.5. Upravljanje usmerjevalnika prek ukazne vrstice	3
2. Navodila za vajo	5
2.1 Prvi del: nastavitev parametrov IP	5
2.2 Drugi del: nastavitev stikala za analizo prometa	6
2.3 Tretji del: nastavitev parametrov MPLS	6
2.4 Preverjanje delovanja usmerjevalnika	7
3. Vprašanja	8

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.



Sl. 1: Proces usmerjevalnega sistema

Za izvajanje usmerjanja in posredovanja v usmerjevalniku potrebujemo:

- naslov ponorne naprave
- 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 (možna je lokalna dostava datagramov)
- za oddaljena omrežja (dosegljiva so prek drugih usmerjevalnikov). Vnešena so lahko ročno ali na osnovi usmerjevalnega protokola.

Pravila, po katerih se izmenjujejo in vodijo informacije o vnosih v usmerjevalnih tabelah, nam določajo usmerjevalni protokoli. 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.

Primeri usmerjevalnih protokolov:

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

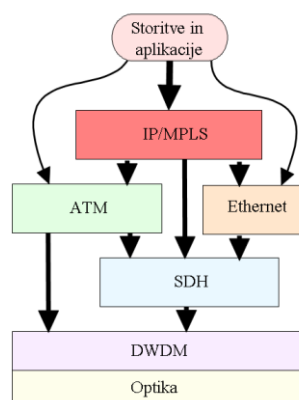
Tehnologija MPLS z vpeljavo koncepta label omogoča ločitev posredovalnih funkcij od usmerjevalnih, s tem pa v nepovezavno usmerjena omrežja IP vpelje povezavno usmerjen princip. Razširitev IP na mehanizme MPLS omogoča aplikacije kot so prometni inženiring (*angl. TE - Traffic Engineering*), navidezna zasebna omrežja, kakovost storitev (*angl. QoS - Quality of Service*).

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 sosednjim usmerjevalnikom. Pripadnost posamezni omrežni soseščini OSPF je določena s parametrom »področje« (*angl. area*). Usmerjevalniki znotraj področja sprejemajo oglase o spremembah v stanjih povezav (*angl. 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 (usmerjevalna tabela).

1.2. MPLS

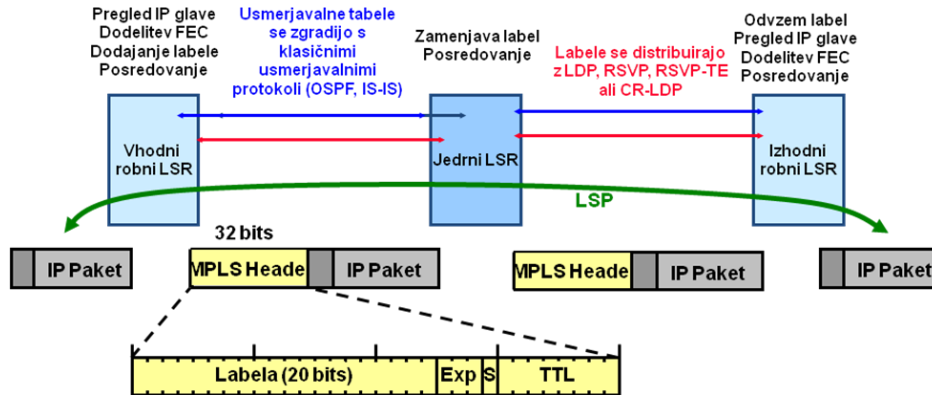
Mehanizem MPLS (*angl. MultiProtocol Label Switching*) predstavlja tehnologijo, ki ni vezana na nobeno specifično L1/L2 tehnologijo oziroma noben specifičen L3 protokol.



SI. 2: Model IP/MPLS

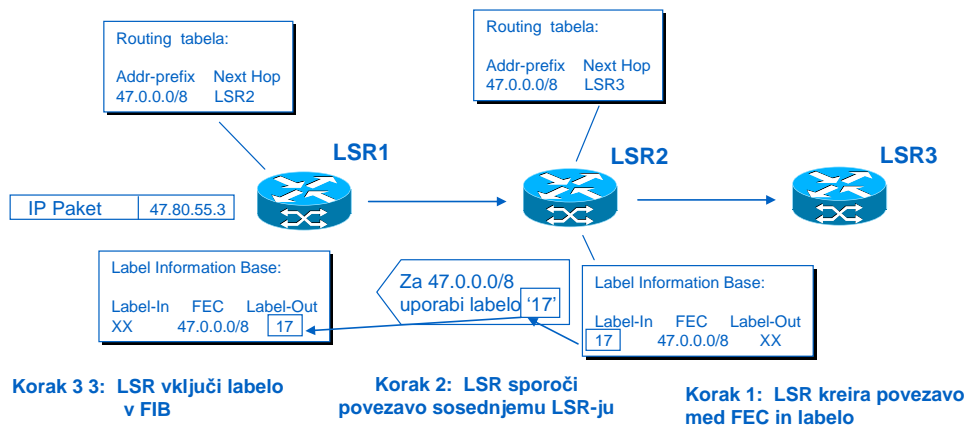
Glavna ideja protokola MPLS je ločitev posredovalne funkcije (labela, glava MPLS) od usmerjevalnih funkcij (glava IP). Posredovanje se izvaja na podlagi razvrščevanja paketkov v razrede FEC (*angl. Forwarding Equivalence Class*), ki skrbijo za pretok paketov IP. Bistvo je, da

so paketi znotraj enega razreda FEC obravnavani in posredovani na enak način ter so mapirani na isto labelo. Torej je poleg usmerjevalne tabele prisotna še tabela FIB (*angl. Forwarding Information Base*), ki vsebuje mapiranja. To pomeni, da za določen vhod (port, labela) določa operacijo in izhod (port, labela). Delovanje MPLS je prikazano na spodnji sliki:



SI. 3: Delovanje MPLS

Pri uporabi MPLS med usmerjevalniki LSR (*angl. Label Switched Router*) poteka distribucija label, ki se izvaja na osnovi protokolov LDP (*angl. Label Distribution Protocol*), RSVP-TE (*angl. Resource Reservation Protocol*). Za izmenjavo label je v tem primeru uporabljen LDP, ki izbere isto fizično pot kot uporabljen usmerjevalni protokol IGP (npr. OSPF). Protokol LDP zagotavlja, da imajo sosednji usmerjevalniki skupen pogled na povezavo med labelami in razredi FEC. Koncept delovanja protokola LDP je predstavljen na spodnji sliki:



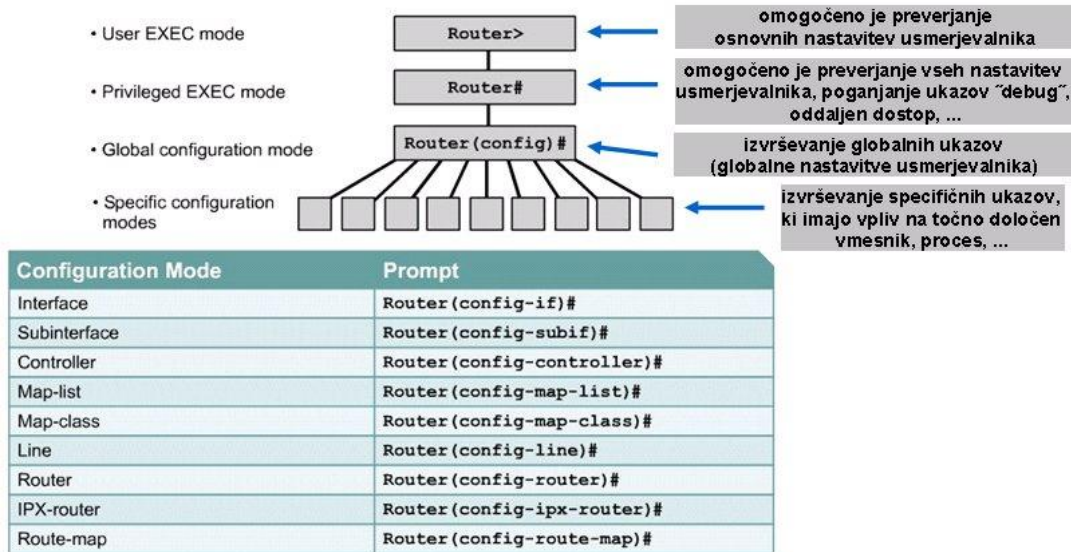
SI. 4: Delovanje LDP

1.5. 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 (Cisco) omogoča več nivojev dostopa do konfiguracijskih ukazov. Na **sliki 4** so prikazani nivoji "mode" dostopa do upravljaljskih ukazov.



Sl. 5: Nivoji dostopa do konfiguracijskih ukazov

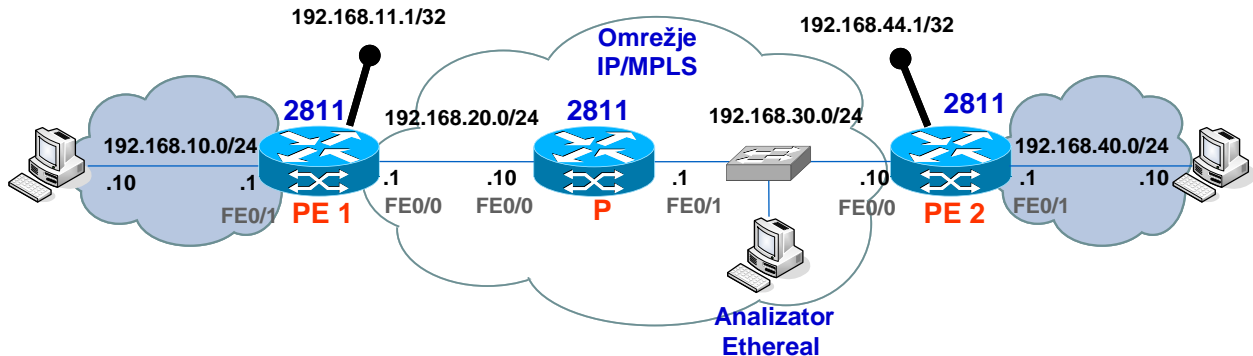
Ukaz	Razlaga
Router> enable	Ukaz za dostop do "Privileged EXEC mode" načina
Router# show running-config	Izpis trenutne (aktivne) konfiguracije usmerjevalnika
Router# copy running-config startup-config	Shranjevanje trenutne (aktivne) konfiguracije v NVRAM
Router# show ip route	Izpis usmerjevalne tabele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

Tab. 1: Razlaga nekaterih bolj pomembnih ukazov

2. Navodila za vajo

V prvem delu vaje nastavite in preverite delovanje usmerjanja v omrežju, ki ga prikazuje slika 5. Usmerjanje naj se izvaja na osnovi protokola OSPF (glej poglavje 2.1).

V drugem delu vaje na usmerjevalnikih vklopite funkcijo MPLS. Pomagajte si s priloženim primerom konfiguracije **usmerjevalnika PE2** (glej poglavje 2.2).



Sl. 6: Topologija omrežja

2.1 Prvi del: nastavitve parametrov IP

Osnovni koraki pri nastavitvi usmerjevalnika PE2 so sledeči:

1. Na vmesnikih Ethernet nastavimo ustrezne parametre IP:

Primer nastavitve vmesnika FastEthernet 0/0:

```
PE2# configure terminal
PE2(config)# interface FastEthernet 0/0           [<= ukaz za izbiro vmesnika FastEthernet 0/0]
PE2(config-if)# ip address 192.168.40.1 255.255.255.0   [<= ukaz za nastavitve naslova IP]
PE2(config-if)# no shutdown                         [<= ukaz za vklop vmesnika]
PE2(config-if)# exit
PE2(config)# exit
```

Primer nastavitve vmesnika FastEthernet 0/1:

```
PE2# configure terminal
PE2(config)# interface FastEthernet 0/1           [<= ukaz za izbiro vmesnika FastEthernet 0/0]
PE2(config-if)# ip address 192.168.30.10 255.255.255.0   [<= ukaz za nastavitve naslova IP]
PE2(config-if)# no shutdown                         [<= ukaz za vklop vmesnika]
PE2(config-if)# exit
PE2(config)# exit
```

2. Kreiranje logičnega vmesnika loopback in nastavitve parametrov IP:

```
PE2# configure terminal
PE2(config-if)# interface loopback 44             [<= ukaz za kreiranje logičnega vmesnika]
PE2(config-if)# ip address 192.168.44.1 255.255.255.255   [<= ukaz za nastavitve naslova IP]
PE2(config-if)# exit
```

3. Vklp in nastavitve usmerjevalnega protokola OSPF:

```

PE2# configure terminal
PE2(config)# router ospf 1           [<= ukaz za vklop usmerjevalnega procesa OSPF]
PE2(config-router)# network 192.168.40.0 0.0.0.255 area 0   [<=omrežje, ki ga oglašuje OSPF]
PE2(config-router)# network 192.168.30.0 0.0.0.255 area 0   [<=omrežje, ki ga oglašuje OSPF]
PE2(config-router)# network 192.168.44.1 0.0.0.0 area 0     [<=omrežje, ki ga oglašuje OSPF]
PE2(config-router)# exit
PE2(config)# exit
PE2#copy running-config startup-config
  
```

2.2 Drugi del: nastavitve stikala za analizo prometa

Ukaz	Razlaga
Switch# configure terminal	vstop v globalni način konfiguracije
Switch(config)# monitor session 1 source interface FastEthernet 0/1 both	Nastavitev vmesnika, na kateremu opazujemo promet
Switch(config)# monitor session 1 destination interface FastEthernet 0/24	Nastavitev vmesnika, ki bo sprejemal promet – računalnik z analizatorjem Ethereal

Tab. 2: Ukazi za nastavitve stikala

2.3 Tretji del: nastavitve parametrov MPLS

Osnovni koraki pri nastavitvi MPLS na usmerjevalniku so ponazorjeni s sledečimi primeri:

1. V globalnem načinu konfiguracije vklopimo proces MPLS:

```

PE2# configure terminal
PE2(config)# mpls ip                 [<= ukaz za vklop MPLS procesa]
PE2(config)# ip cef                  [<=ukaz za vklop CEF1 posredovalne funkcije]
PE2(config)# exit                    [<= ukaz za vrnitev v prejšnji nivo dostopa]
  
```

2. Na vmesnikih, ki naj delujejo v načinu MPLS, vklopimo MPLS posredovalno funkcijo (FastEthernet, serial):

Primer nastavitve vmesnika FastEthernet 0/0

```

PE2# configure terminal
PE2(config)# interface FastEthernet 0/0   [<= ukaz za izbiro vmesnika FastEthernet 0/0]
PE2(config-if)# mpls ip                  [<= ukaz za vklop MPLS posredovalne funkcije]
PE2(config-if)# exit
PE2(config)# exit
  
```

¹ CEF (Cisco Express Forwarding) je način hitrega posredovanja paketov. Na usmerjevalnikih Cisco predstavlja predpogoj za delovanje MPLS - posredovalne funkcije.



Primer nastavitve vmesnika FastEthernet 0/1

PE2# **configure terminal**

PE2(config)# **interface FastEthernet 0/1**

[<= ukaz za izbiro vmesnika FastEthernet 0/1]

PE2(config-if)# **mpls ip**

[<= ukaz za vklop MPLS posredovalne funkcije]

PE2(config-if)# **exit**

PE2(config)# **exit**

2.4 Preverjanje delovanja usmerjevalnika

Povezljivost med usmerjevalniki lahko preverimo z ukazom **ping**. Ob pravilni nastavitvi usmerjevalnikov dobimo odziv na zahteve 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#
```

Sl. 7: Primer ukaza ping

Ukazi za preverjanje delovanja MPLS:

- izpis vmesnikov, ki delujejo v načinu MPLS:
 - **show mpls interfaces**
- izpis posredovalne tabele MPLS:
 - **show mpls forwarding-tabele**
- izpis parametrov protokola LDP:
 - **show mpls ldp bindings**
 - **show mpls ldp neighbor**

Primer izpisa:

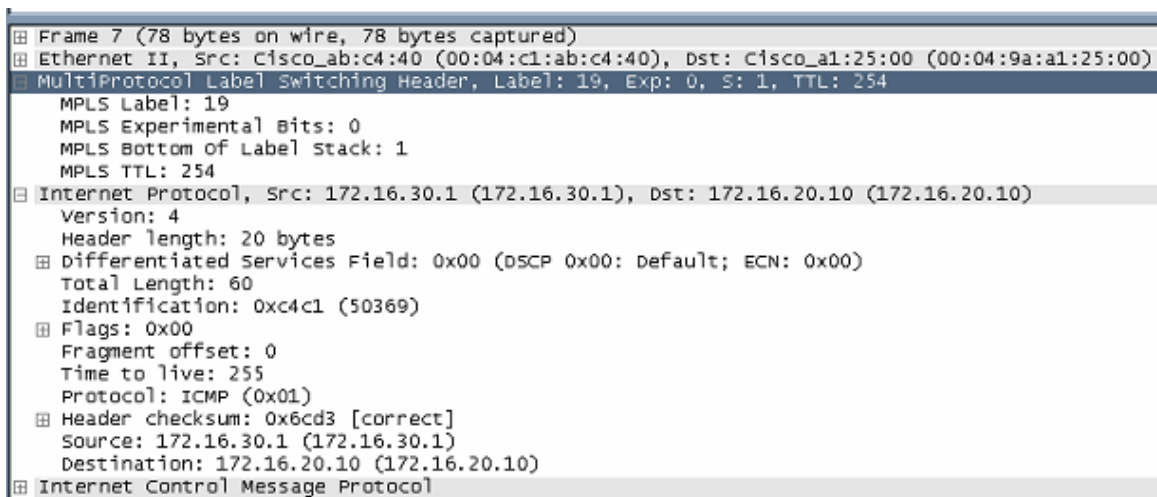
```
PE1#show mpls interfaces
Interface          IP          Tunnel    Operational
FastEthernet0/0    Yes (tdp)  No        Yes
PE1#
```

Sl. 8: Primer izpisa za ukaz "show"

3. Vprašanja

- Nastavite parametre IP na računalnikih in usmerjevalnikih v skladu s sliko Sl. 6. Pomagajte si s podanimi primeri. Poleg tega na usmerjevalnikih nastavite usmerjanje. Z orodjem ping preverite dosegljivost med računalnikoma. Ali sta dosegljiva.
-

- Nastavite stikalo za monitoring način. Zaženite analizator prometa na računalniku.



```
Frame 7 (78 bytes on wire, 78 bytes captured)
Ethernet II, Src: Cisco_ab:c4:40 (00:04:c1:ab:c4:40), Dst: Cisco_a1:25:00 (00:04:9a:a1:25:00)
MultiProtocol Label Switching Header, Label: 19, Exp: 0, S: 1, TTL: 254
  MPLS Label: 19
  MPLS Experimental Bits: 0
  MPLS Bottom of Label Stack: 1
  MPLS TTL: 254
Internet Protocol, Src: 172.16.30.1 (172.16.30.1), Dst: 172.16.20.10 (172.16.20.10)
  Version: 4
  Header length: 20 bytes
  Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
  Total Length: 60
  Identification: 0xc4c1 (50369)
  Flags: 0x00
  Fragment offset: 0
  Time to live: 255
  Protocol: ICMP (0x01)
  Header checksum: 0x6cd3 [correct]
  Source: 172.16.30.1 (172.16.30.1)
  Destination: 172.16.20.10 (172.16.20.10)
Internet Control Message Protocol
```

Sl. 9: Primer zajema prometa s protokolnim analizatorjem Ethereal

Na usmerjevalnikih nastavite MPLS. Z analizatorjem prometa Wireshark opazujte inicializacijo MPLS. Katera sporočila so se izmenjala pri inicializaciji MPLS.

- Kateri transportni protokol je bil uporabljen za izmenjavo label? Kateri porti so bili uporabljeni v sporočilu za izmenjavo label?
-

- Kako se imenuje protokol za izmenjavo label?
-



- Z analizatorjem prometa opazujte izmenjavo label med usmerjevalnikoma. Zapišite kakšne labele sta si izmenjala usmerjevalnika.

PE 2 => P

<i>Omrežje</i>	<i>Labela</i>

P => PE 2

<i>Omrežje</i>	<i>Labela</i>

- Nadalje opazujte promet med usmerjevalnikoma. Kateri transportni protokol je uporabljen za izmenjavo Hello sporočil? Kateri porti se uporabljajo za izmenjavo?
-

- Na kateri naslov se pošiljajo Hello sporočila?
-

- Kakšen tip naslova/način pošiljanja je to (unicast, multicast, broadcast)?

- Z orodjem ping preverite dosegljivost med računalnikom v omrežju PE2 in računalnikom v omrežju PE1. Z analizatorjem prometa opazujte promet. Postopek ponovite v obratni smeri. Ali so ping sporočila inkapsulirana s protokolom MPLS? Katera (request, reply)?

Pojasnite zgornji odgovor!

- Preverite kakšne so posredovalne tabele na posameznih usmerjevalnikih in jih vpišite v spodnje tabele.

Lokalna labela	Izhodna labela	Omrežje	Lokalna labela	Izhodna labela	Omrežje	Lokalna labela	Izhodna labela	Omrežje

