

NETWORK LAYER

(Layer 2 protokol i Layer 3 protokol)

U OSI MODELU



SADRŽAJ

1. OSI MODEL

2. Sloj Veze Podataka

2.1. Ethernet (802.3)

2.2. PPP Point-to-Point protocol

2.3. Wi-Fi (802.11)

3. Sloj Mreže

3.1. IP Internet Protocol

3.2. Internet Control Message Protocol

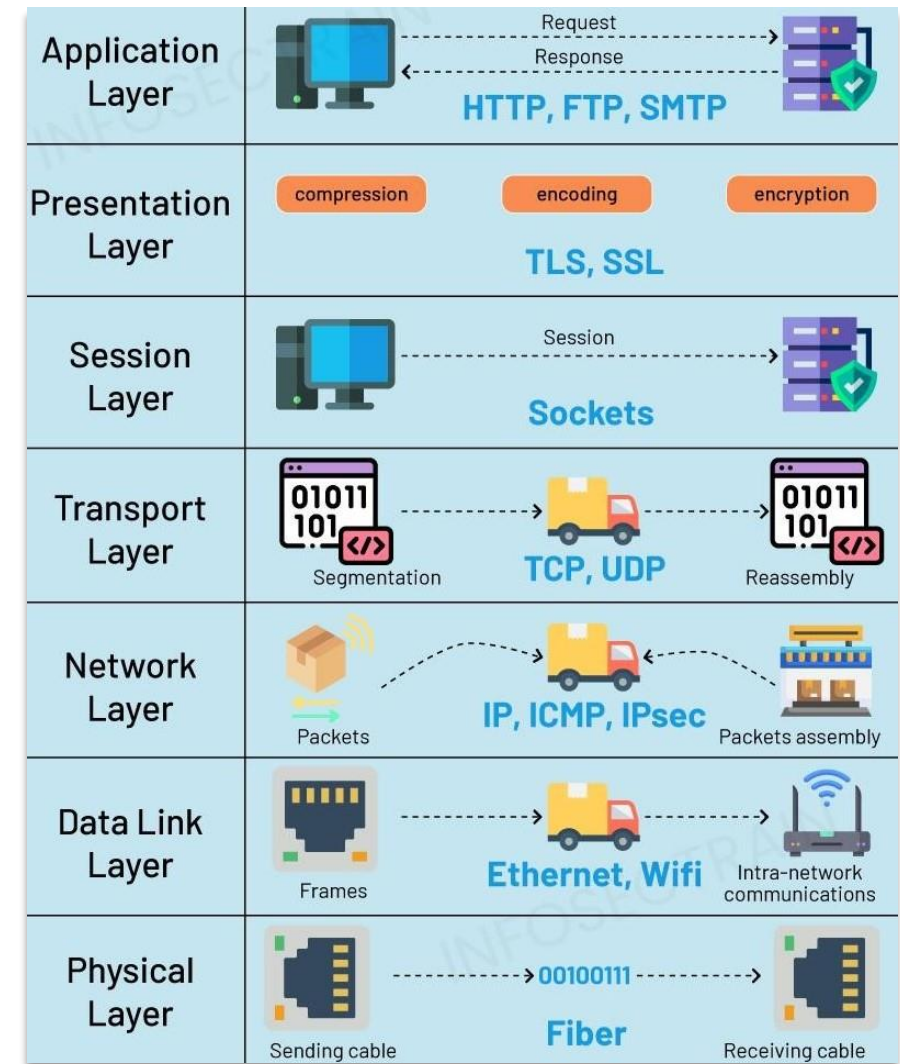
3.3. Open Shortest Path First

1. OSI MODEL

Model otvorenih sistema povezivanja (OSI) je standard ISO organizacije koji omogućava razvijanje i povezivanje sistema preko zajedničkih pravila. U ovom modelu komunikacija između sistema dijeli se na sedam apstraktnih slojeva, gdje svaki sloj obavlja specifične funkcije i zavisi od sloja ispod sebe, a pruža usluge sloju iznad.

- **Fizički sloj** se bavi prenosom bitova preko fizičkih medija poput kablova ili bežične mreže.
- **Sloj podataka** osigurava pouzdanu razmjenu podataka preko fizičkog sloja, definišući metode kao što su okviri podataka.
- **Mrežni sloj** upravlja adresiranjem i rutiranjem podataka kroz mrežu, koristeći IP adrese za identifikaciju čvorova.
- **Transportni sloj** osigurava isporuku podataka između aplikacija, kontrolišući segmentaciju i pouzdanost.
- **Sloj sesije** uspostavlja, upravlja i prekida sesije između komunikacionih aplikacija.
- **Sloj prezentacije** je odgovoran za transformaciju podataka, kao što su kodiranje i dešifrovanje, kako bi ih aplikacije razumije.
- **Aplikacioni sloj** pruža interfejs za aplikacije koje komuniciraju preko mreže, kao što su e-mail klijenti ili web pretraživači.

Svaki sloj funkcioniše autonomno, ali zajedno omogućavaju efikasnu komunikaciju između različitih mrežnih sistema, od prenosa bitova do kompletne aplikacione interakcije.

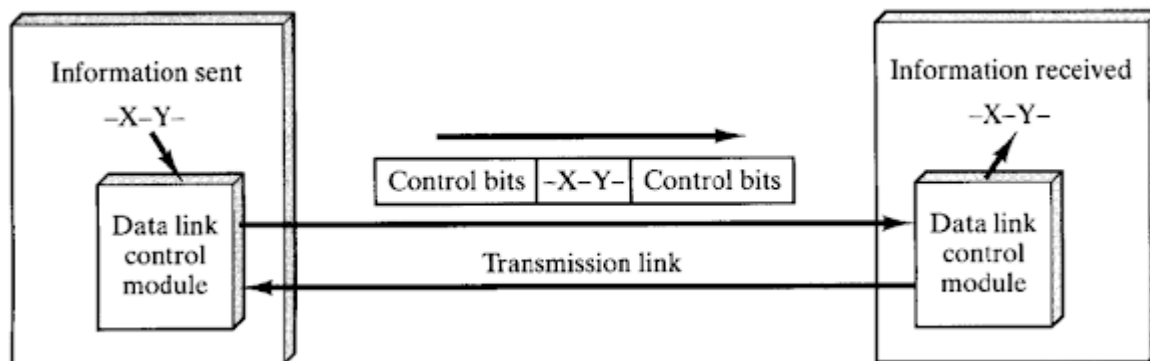


2. SLOJ VEZE PODATAKA

Sloj veze podataka (Data Link Layer) je drugi sloj OSI modela, odgovoran za prenos podataka između čvorova na mrežnom segmentu. Ovaj sloj omogućava lokalnu isporuku podataka u obliku ramova (frames) i bavi se adresiranjem, kontrolom pristupa mediju, kao i detekcijom i korekcijom grešaka koje nastaju na fizičkom sloju.

Ramovi ne prelaze granice lokalne mreže, dok globalno adresiranje i rutiranje pripadaju višim slojevima. Uloga sloja veze podataka je da obezbijedi isporuku podataka između hostova povezanih na fizičkom linku. Funkcija ovog sloja može biti pouzdana ili nepouzdana, zavisno od protokola. U slučaju nepouzdatih protokola, slojevi iznad brinu o kontroli grešaka, potvrdi prijema i ponovnom prenosu.

Zaglavlje rama sadrži izvornu i odredišnu adresu, koja definiše ko šalje i ko prima podatke. Za razliku od mrežnog sloja, adrese sloja 2 su ravne, bez hijerarhijske strukture. U mrežama poput **IEEE 802**, ovaj sloj se dijeli na dva pod-sloja: **kontrola pristupa mediju** (MAC) i **logička kontrola linka** (LLC). Ovi protokoli se koriste u standardima kao što su *Ethernet*, *Wi-Fi* (IEEE 802.11), i *Token Ring*.

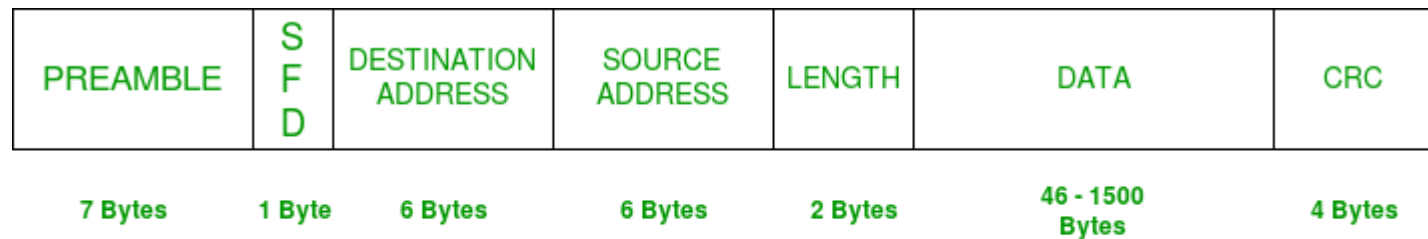
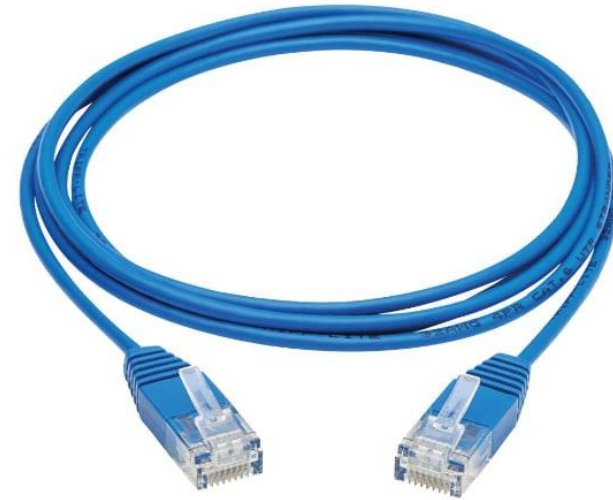


2.1. ETHERNET (802.3)

Ethernet (IEEE 802.3) je široko korištena tehnologija za žično umrežavanje u lokalnim (LAN), metropolitanskim (MAN) i širokopojasnim mrežama (WAN). Prvi put je standardizovan 1983. godine kao IEEE 802.3 i od tada je unapređen da podrži veće brzine prenosa, veći broj čvorova i duže linkove, uz održavanje kompatibilnosti unazad.

Originalni Ethernet je koristio koaksijalni kabal, ali su novije verzije prešle na uvijene parice i optička vlakna, u kombinaciji sa preklopnima. Brzina prenosa podataka se tokom godina značajno povećala, od početnih 2,94 Mbit/s do najnovijih 400 Gbit/s, a u razvoju su brzine do 1,6 Tbit/s.

Ethernet dijeli podatke na "frame" jedinice, koje sadrže izvornu i odredišnu adresu, kao i podatke za provjeru grešaka. Koristi 48-bitnu MAC adresu, koja je također prisutna u drugim standardima poput IEEE 802.11 (WiFi). Ethernet je ključna tehnologija u internet infrastrukturi i često se koristi zajedno sa WiFi mrežama.



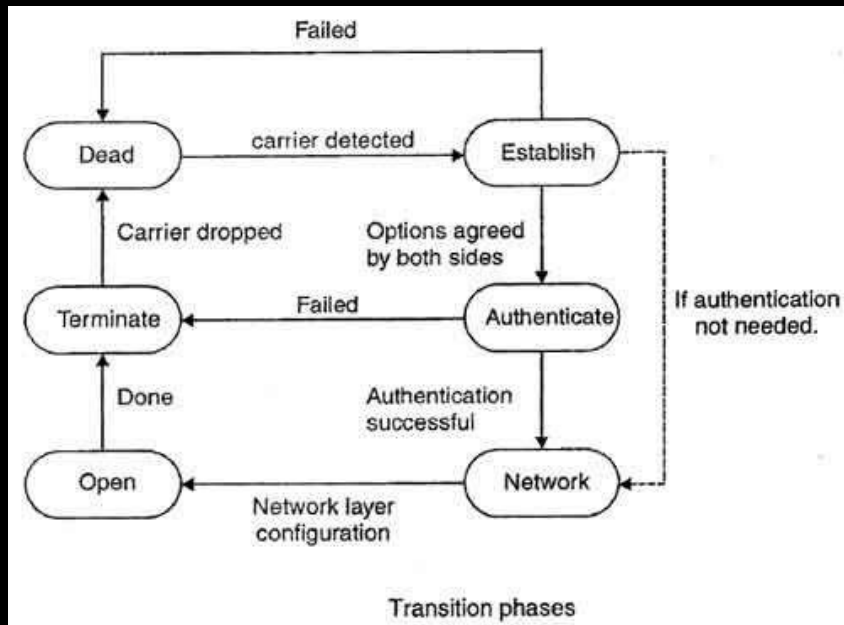
IEEE 802.3 ETHERNET Frame Format

2.2. PPP Point-to-Point protokol

Point-to-Point (PPP) protokol je komunikacioni protokol na sloju veze podataka koji omogućava direktnu komunikaciju između dva rutera bez posredovanja drugih mrežnih uređaja. PPP pruža funkcionalnosti kao što su detekcija grešaka, autentifikacija, enkripcija prenosa i kompresija podataka.

Koristi se preko različitih fizičkih mreža, uključujući serijske kablove, telefonske linije, mobilne telefone, specijalizovane radio linkove, ISDN i optička vlakna. U kontekstu internet usluga, PPP je bio ključan za **dial-up** pristup internetu, omogućavajući prenos IP paketa preko modemske linije.

Na bivšim dial-up linijama, derivati PPP-a kao što su Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPoE) i Point-to-Point Protocol over ATM (PPPoA) koriste se za uspostavljanje DSL (Digital Subscriber Line) internet veza.



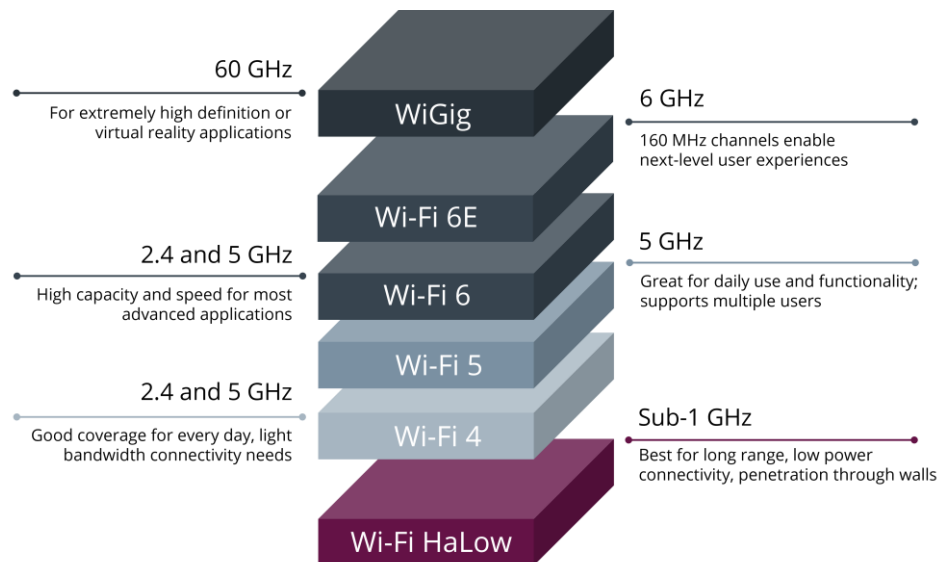
2.3. Wi-Fi (802.11)

IEEE 802.11 je standard koji definiše protokole za kontrolu pristupa mediju (MAC) i fizički sloj (PHY) u bežičkim lokalnim mrežama (WLAN). Kao osnovni standard za Wi-Fi, IEEE 802.11 omogućava bežično umrežavanje, što ga čini najšire korištenim bežičnim standardom za računarstvo u svijetu.

Koristi se u većini kućnih i kancelarijskih mreža, omogućavajući komunikaciju između uređaja poput laptopova, štampača i pametnih telefona, kao i pristup internetu bez kablova. Također, IEEE 802.11 služi kao osnova za komunikacione mreže u vozilima kroz IEEE 802.11p.

Standardi IEEE 802.11, koji su kreirani i održavani od strane IEEE 802 komiteta za LAN/MAN, prvi put su objavljeni 1997. godine i od tada su prošli kroz nekoliko dopuna.

Wi-Fi	Frequency	Data Rate	Range
IEEE 802.11a	5GHz	6M–54 Mbps	120m
IEEE 802.11b	2.4GHz	1M–11 Mbps	140m
IEEE 802.11g	2.4GHz	6M–54 Mbps	140m
IEEE 802.11n	2.4/5GHz	288M–600 Mbps	250m
IEEE 802.11p	5.9GHz	3M–27 Mbps	1km
IEEE 802.11ac	5GHz	346M–3.466 Gbps	70m
IEEE 802.11ad	60GHz	Up to 6.7Gbps	1-10m
IEEE 802.11ah	900MHz	Up to 347Mbps	1km
IEEE 802.11aj	45/60GHz	-	1km
IEEE 802.11ax	2.4/5GHz	Up to 10.53Gbps	70-240m
IEEE 802.11ay	60GHz	Up to 20Gbps	100m
IEEE 802.11az	60GHz	-	-

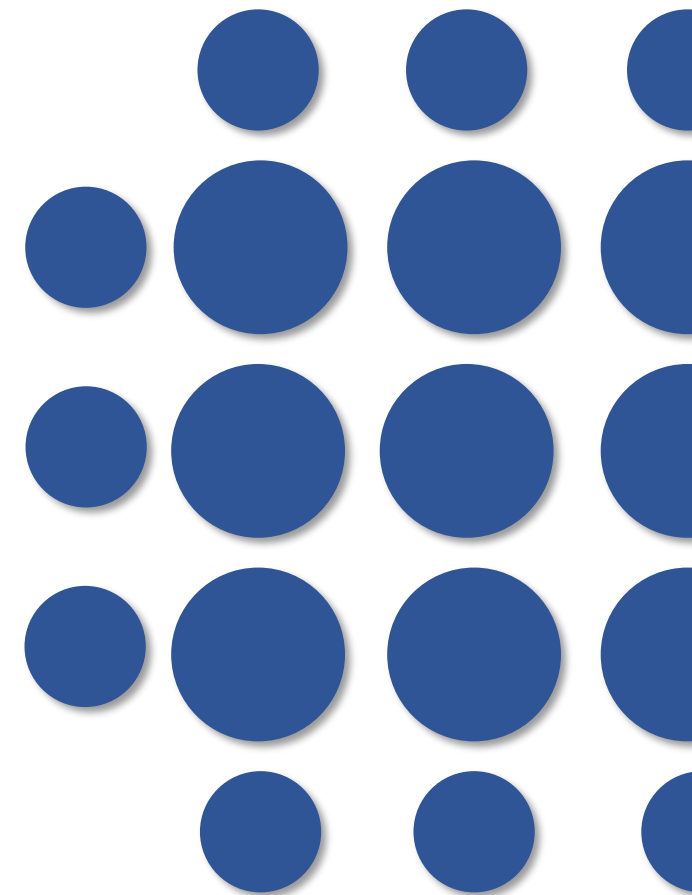


3. SLOJ MREŽE

Sloj mreže, ili Network Layer, je ključni dio OSI modela koji upravlja usmjeravanjem i prenosom paketa između različitih mreža i računarskih sistema. Njegove glavne funkcije uključuju:

- **Rutiranje** - Određuje putanju koju paketi treba da pređu od izvora do odredišta koristeći rutere i algoritme za pronalaženje najefikasnijeg puta.
- **Logičke adrese** - Dodjeljuje IP adrese koje omogućavaju identifikaciju uređaja na mreži i olakšavaju komunikaciju između njih.
- **Fragmentacija** - Razdvaja prevelike pakete na manje dijelove za prenos preko mreže i ponovo ih sastavlja na odredištu.
- **Kontrola zagušenja** - Pomaže u sprečavanju preopterećenja mreže.

Mrežni sloj omogućava povezivanje između različitih mrežnih segmenata i mreža, čime omogućava komunikaciju između uređaja na različitim mrežama. Najpoznatiji protokoli u ovom sloju uključuju **IP** za adresiranje i rutiranje paketa, **ICMP** za slanje kontrolnih poruka i grešaka, te protokole za rutiranje kao što su OSPF, BGP i EIGRP, koji pomažu u razmjeni informacija o rutama između rutera.

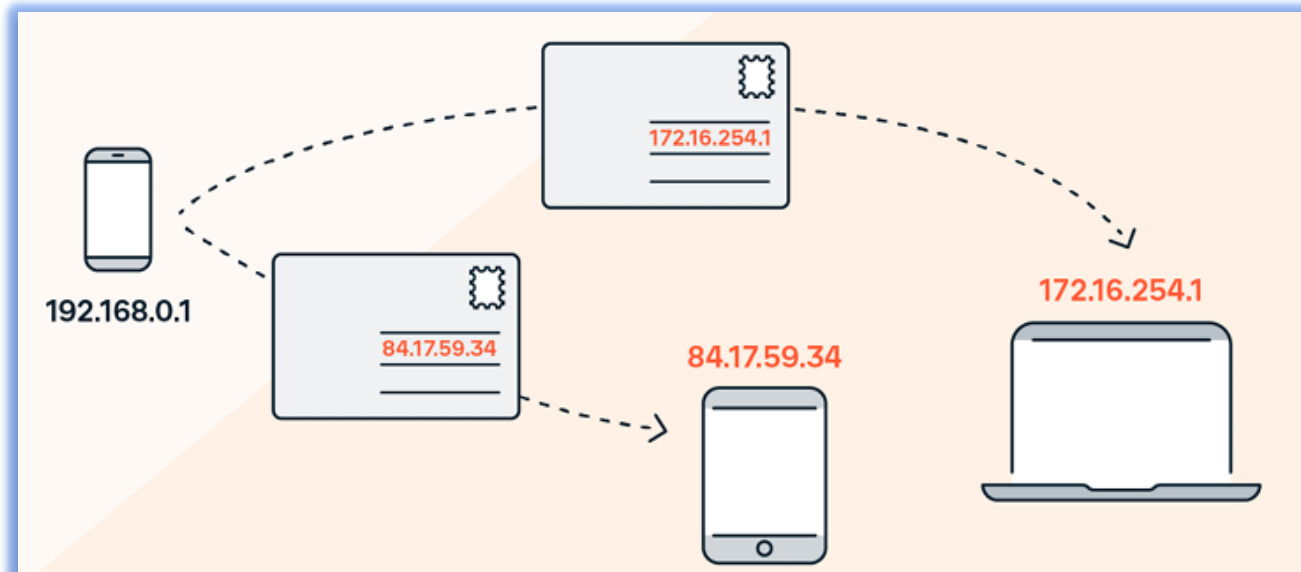


3.1 IP (Internet Protocol) PROTOKOL

IP (Internet Protocol) je osnovni protokol na mrežnom sloju OSI modela i ključna komponenta u komunikaciji na Internetu i drugim mrežama. Njegova glavna funkcija je da omogućava adresiranje i rutiranje paketa između uređaja na mreži. IP se koristi za usmjeravanje paketa podataka od izvora do odredišta preko različitih mrežnih segmenata i mreža.

IP pruža mehanizam za dodjeljivanje jedinstvenih logičkih adresa uređajima na mreži, što omogućava identifikaciju i komunikaciju između njih. Postoje dve glavne verzije IP-a: **IPv4** i **IPv6**.

IPv4 je najčešće korišćena verzija IP-a i koristi 32-bitne adrese, što omogućava oko 4,3 milijarde jedinstvenih adresa. Međutim, zbog brzog rasta broja uređaja povezanih na Internet, kapacitet IPv4 adresa postao je ograničen. Da bi se prevazišao ovaj problem, razvijen je IPv6, koji koristi 128 bitne adrese i omogućava gotovo neograničen broj jedinstvenih adresa.



IP također definiše format paketa i način na koji se podaci prenose kroz mrežu. Svaki IP paket sadrži zaglavlje koje uključuje informacije kao što su izvorna i odredišna IP adresa, verzija protokola, dužina paketa, kao i druge kontrolne informacije.

```
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::80a4:4986:96b2:f3b2%8(Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 192.168.100.225(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
```

3.2 ICMP (Internet Control Message Protocol)

ICMP (Internet Control Message Protocol) je protokol na mrežnom sloju koji omogućava slanje kontrolnih poruka i informacija o greškama između mrežnih uređaja. Ključan je za održavanje mreže jer omogućava razmjenu informacija o stanju mreže i problemima u prenosu podataka i koristi se za:

Obavješćavanje o greškama: Na primjer, kada ruter ne može da pronađe putanju do odredišta, šalje poruku "Destination Unreachable".

Testiranje veze: Alat ping koristi ICMP za provjeru dostupnosti uređaja na mreži i mjeri vrijeme prenosa paketa.

Praćenje rute: Traceroute koristi ICMP za identifikaciju putanje paketa kroz mrežu.

```
C:\Users\Admin>ping google.com -n 2

Pinging google.com [142.250.201.206] with 32 bytes of data:
Reply from 142.250.201.206: bytes=32 time=10ms TTL=55
Reply from 142.250.201.206: bytes=32 time=10ms TTL=55

Ping statistics for 142.250.201.206:
    Packets: Sent = 2, Received = 2, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 10ms, Maximum = 10ms, Average = 10ms
```

```
C:\Users\Admin>ping google.com

Pinging google.com [142.250.201.206] with 32 bytes of data:
Reply from 142.250.201.206: bytes=32 time=9ms TTL=55
Reply from 142.250.201.206: bytes=32 time=10ms TTL=55
Reply from 142.250.201.206: bytes=32 time=9ms TTL=55
Reply from 142.250.201.206: bytes=32 time=10ms TTL=55

Ping statistics for 142.250.201.206:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 9ms, Maximum = 10ms, Average = 9ms
```

```
C:\Users\Admin>tracert google.com

Tracing route to google.com [142.250.201.206]
over a maximum of 30 hops:

  0  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.100.1
  1  4 ms     3 ms     3 ms     213.91.85.1
  2  2 ms     2 ms     2 ms     61-222-223-31-bl.cable.dyn.broadband.blic.net [31.223.222.61]
  3  6 ms     2 ms     2 ms     145-222-223-31-bl.cable.dyn.broadband.blic.net [31.223.222.145]
  4  2 ms     1 ms     1 ms     rev-72-141.teol.net [81.93.72.141]
  5  6 ms     4 ms     4 ms     195.29.246.137
  6  5 ms     5 ms     4 ms     hdr11-gtr11.ip.t-com.hr [195.29.3.45]
  7  5 ms     4 ms     4 ms     gtr09-hdr11-2.ip.t-com.hr [195.29.225.142]
  8  13 ms    13 ms    13 ms    195.29.224.155
  9  14 ms    13 ms    13 ms    172.253.51.33
 10  10 ms    9 ms     10 ms    142.251.65.221
 11  9 ms     9 ms     9 ms     bud02s35-in-f14.1e100.net [142.250.201.206]

Trace complete.
```

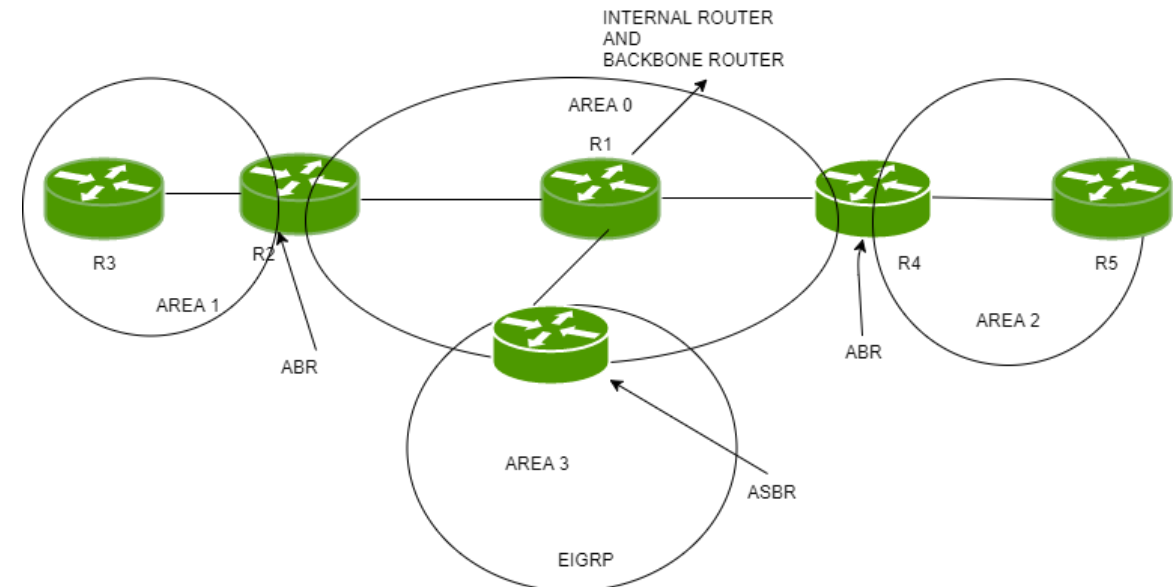
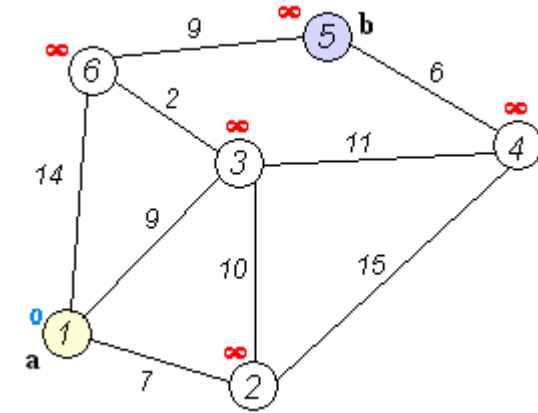
Ova komanda prikazuje sve rutere kroz koje paket prolazi dok ne stigne do odredišta.

3.3 OSPF (Open Shortest Path First)

OSPF (Open Shortest Path First) je protokol za rutiranje u IP mrežama koji određuje najkraću putanju za prenos podataka između uređaja. Zasniva se na stanju linkova i koristi **Dijkstrin algoritam** kako bi ruteri mogli kreirati i održavati tabelu rutiranja.

Osnovne karakteristike OSPF-a:

1. Koristi informacije o stanju linkova svih rutera u mreži za izgradnju topologije
2. Brzo reaguje na promene u mreži, osiguravajući brzu konvergenciju
3. Organizovan je hijerarhijski sa backbone zonom (area 0), što smanjuje veličinu tabela rutiranja
4. Razmenjuje informacije o stanju linkova putem OSPF paketa
5. Pogodan za velike mreže
6. Podržava autentifikaciju za sigurnost rutiranja



HVALA VAM NA VAŠOJ PAŽNJI!