

Uvod u veb i internet tehnologije

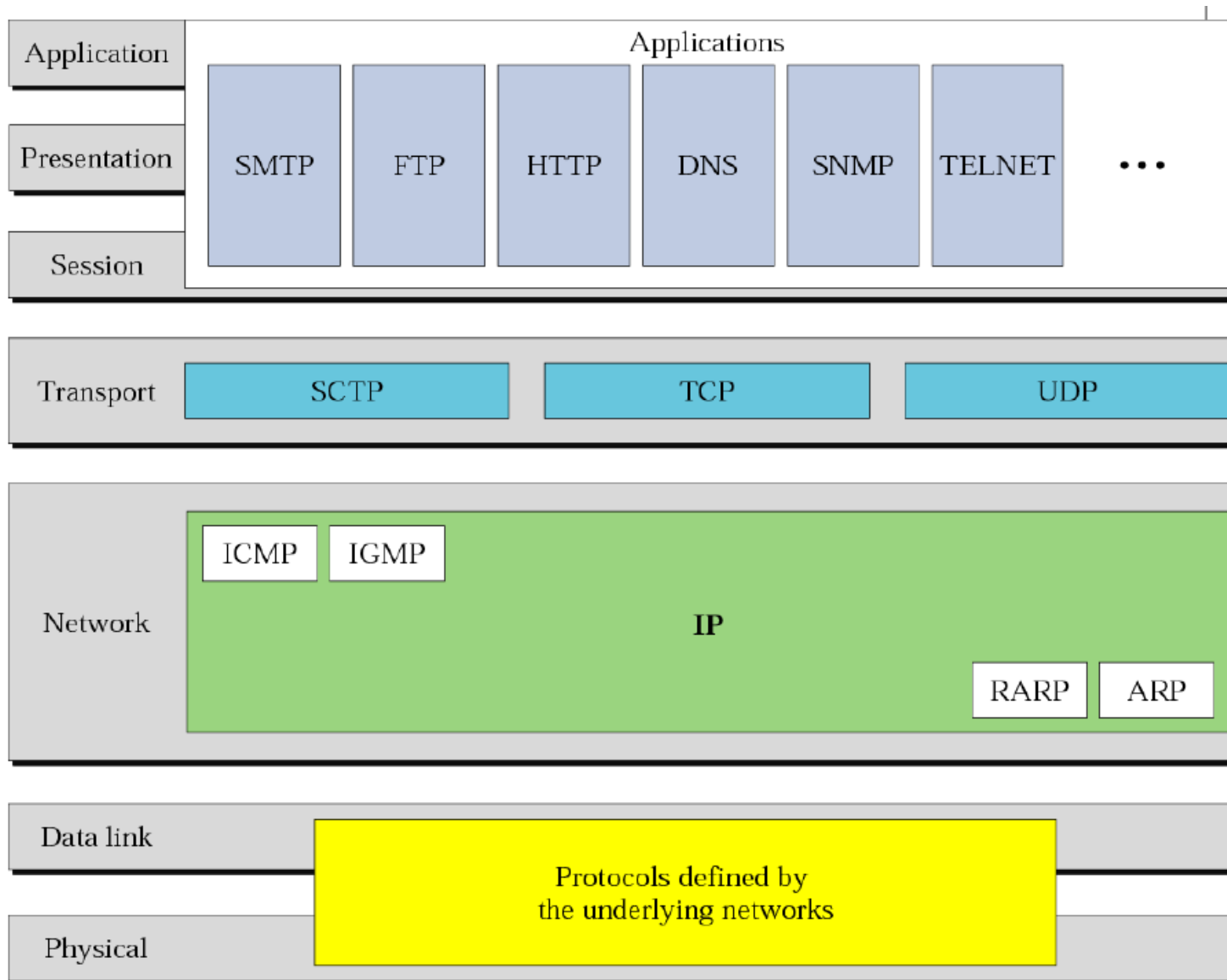




Slojevi kod računarskih mreža međumrežni sloj



Protokoli i slojevi





Međumrežni sloj

Međumrežni sloj (internet layer) - bavi se povezivanjem više računara u mrežu

- Osnovni zadatak u okviru ovog sloja je **rutiranje** (routing), tj. određivanja putanja paketa koji putuju kroz mrežu kako bi se odredio efikasan način da stignu na svoje odredište
 - Kako bi se odredila putanja, neophodno je uvođenje sistema adresiranja
- Ukoliko se povezuju heterogene mreže (sa različitim shemama adresiranja), na ovom sloju se vrši prevođenje adresa
 - Na primer, na nižim slojevima se obično koriste fizičke MAC adrese, a na višim IP adrese
- Svaki čvor u mreži uključen u komunikaciju mora da implementira mrežni protokol, da razume odredišnu adresu i da na osnovu ovoga odluči kome će da prosledi primljenu poruku
 - Najpoznatiji protokol ovog sloja je koji se koristi u okviru Interneta je **Internet Protocol (IP)**



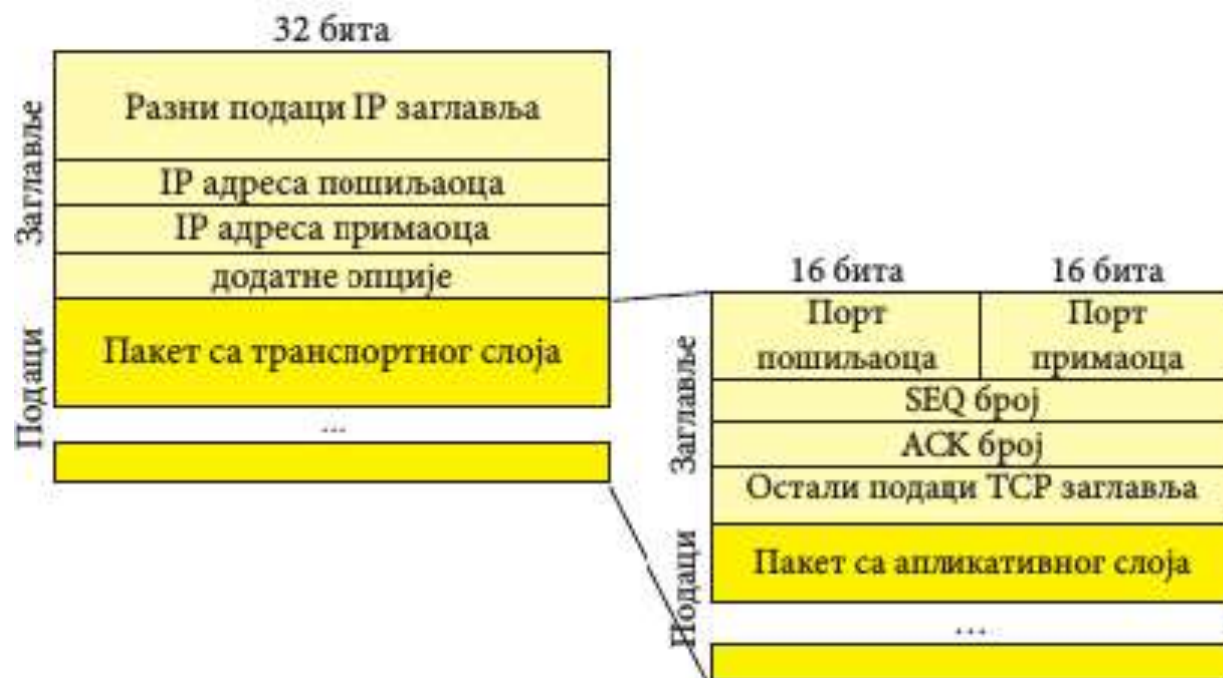
IP protokol međumrežnog sloja

- Internet protokol (Internet Protocol - IP) je protokol koji se koristi za komunikaciju u okviru mrežnog sloja Interneta
- Dve osnovne verzije ovog protokola su IPv4 i IPv6
- Iz istorijskih razloga i veće preglednosti u nastavku će detaljnije biti opisana IPv4 verzija IP protokola
- Osnovni zadatak ovog protokola je da pokuša da dopremi (tj. rutira) paket od izvora do odredišta u okviru mreže sa paketnim komutiranjem, isključivo na osnovu navedene adrese, bez obzira da li su izvor i odredište u okviru iste mreže ili između njih postoji jedna ili više drugih mreža
- Protokol ne daje nikakve garancije da će paketi zaista i biti dopremljeni, ne daje garancije o ispravnosti dopremljenih paketa, ne garantuje da će paketi biti dopremljeni u istom redosledu u kojem su poslani i slično
 - Garancije ovog tipa obezbeđuju se na višim slojevima komunikacije



IP protokol međumrežnog sloja (2)

- Pri prosleđivanju paketa sa transportnog sloja na ovaj sloj dodaju se:
 - адреса pošiljaoca,
 - адреса primaoca, ...
- IP datagram - ide od pošiljaoca do primaoca, preko serije rutera





Hijerarhijska struktura IP adresa

- IP adrese su strukturirane **hijerarhijski**: adresa se deli na bitove koji adresiraju mrežu (vodeći) i bitove koji adresiraju uređaj u okviru mreže
- Paket se dostavlja:
 - korišćenjem lokalnog mrežnog saobraćaja
 - šalje se van mreže "u svet" - preko određenog rutera koji se naziva **izlazna kapija** (gateway)
- Svi uređaji iz iste mreže dele zajednički početak IP adrese
 - Primer: od 147.91.67.0 do 147.91.67.255 - ista prva 24 bita, razlikuju se poslednjih 8



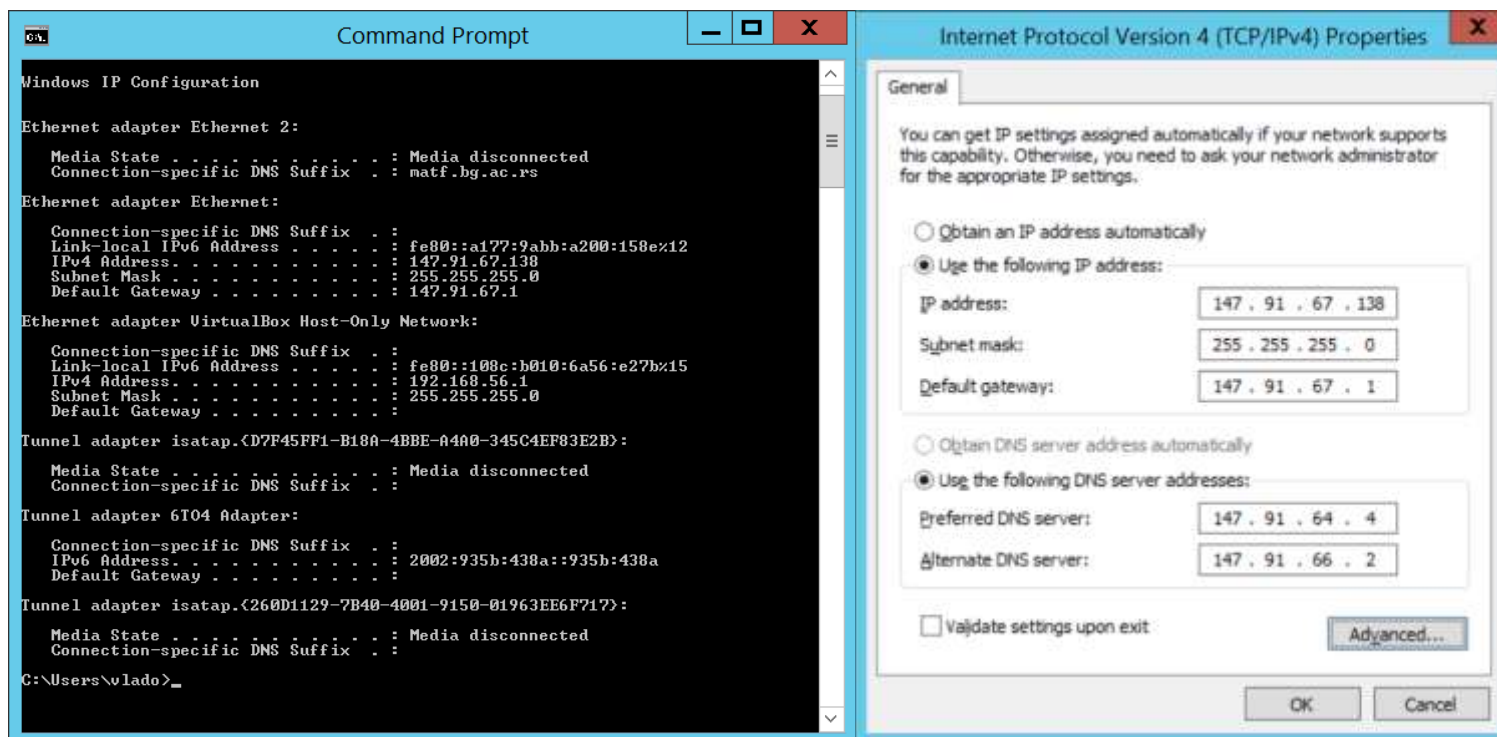
Hijerarhijska struktura IP adresa (2)

- Ranije su IP adrese bile deljene na klase (A, B, C, D, E) i svaka klasa je definisala broj bita za prvi i broj bita za drugi deo deo IP adrese.
 - Adrese klase A (prvi bit u zapisu je 0 - između 0.0.0.0 i 27.255.255.255) su bile dodeljivane jako velikim mrežama (8+24 bita - 128 mreža sa mogućih preko 16.7 miliona korisnika)
 - Adrese klase B (počinje sa 10 - između 128.0.0.0 i 191.255.255.255) su bile dodeljivane srednjim mrežama (16+16 bita - preko 16 hiljada mreža sa mogućih 65536 korisnika)
 - Adrese klase C (počinje sa 110 - između 192.0.0.0 i 223.255.255.255) su bile dodeljivane malim mrežama (24+8 bita - preko dva miliona mreža sa mogućih 256 korisnika).
- Vremenom se pokazalo da ovakva organizacija nije skalabilna
 - Obično su mreže kompanija imale potrebu za više od 256 uređaja, tako su uzimale adrese klase B, pa je veliki broj adresa ostajao nedodeljen



Hijerarhijska struktura IP adresa (3)

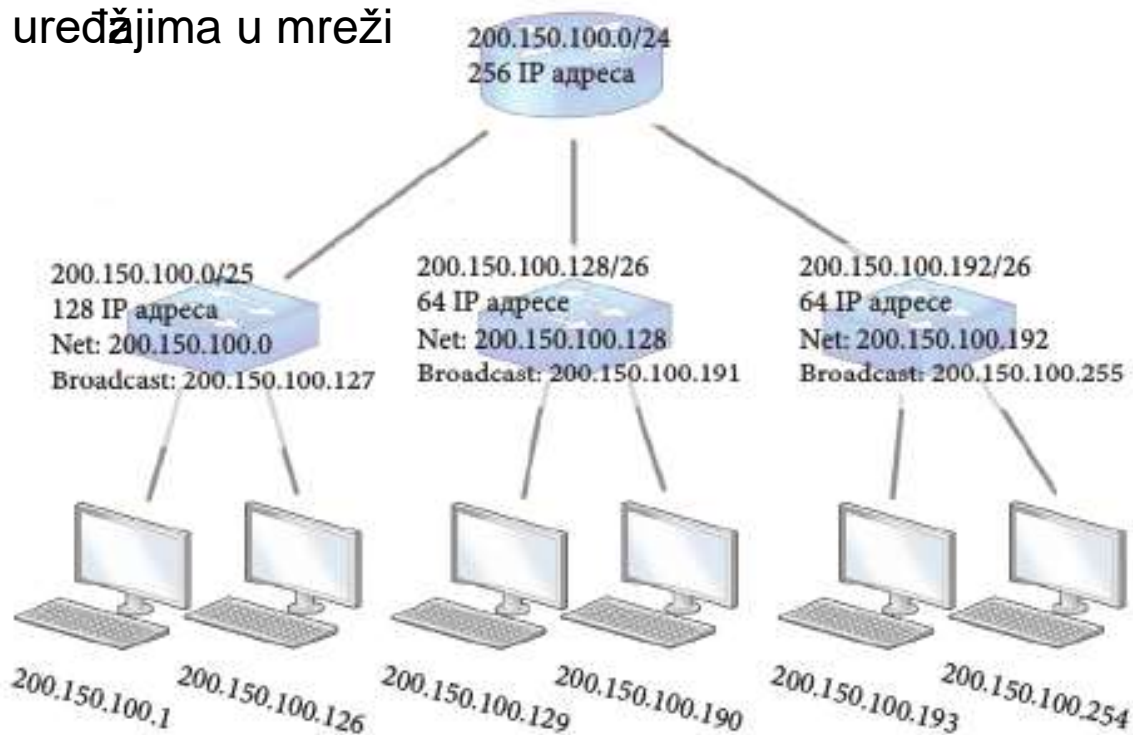
- Dva načina zapisa skalabilnog zapisa IP adresa:
 - CIDR notacija - adresa 147.91.67.138/24
 - Maska pod mreže (subnet mask) - uz adresu 147.91.67.138 navodi se maska pod mreže 255.255.255.0 (24 jedinice i 8 nula)





Povezivanje uređaja u lokalnoj mreži

- U okviru svake mreže postoje dve adrese sa specijalnom namenom:
 - prva adresa (250.150.100.0) smatra se adresom mreže
 - poslednja adresa (250.150.100.255) - adresa za javno emitovanje (broadcast address) - svaka poruka poslata na tu adresu dostavlja se svim uređajima u mreži

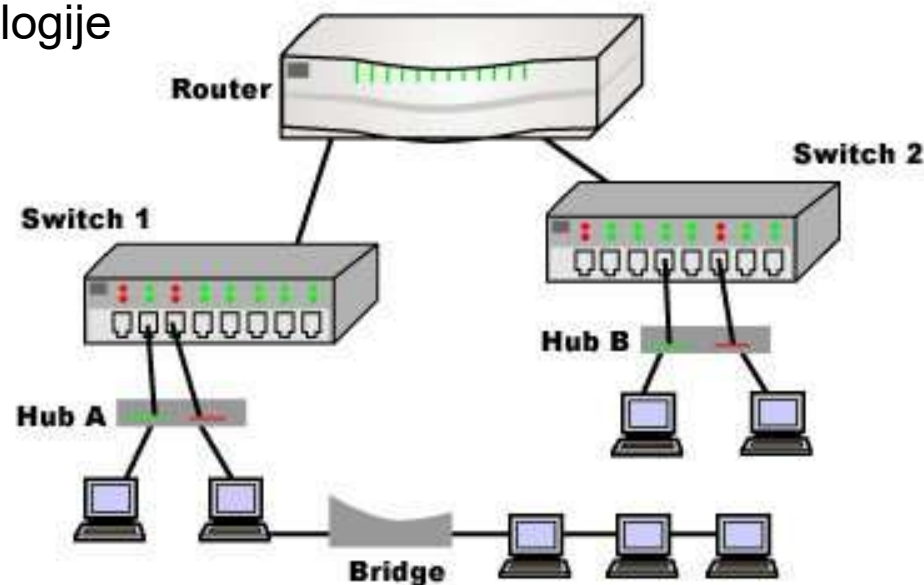




Povezivanje uređaja u lokalnoj mreži (2)

Elementi mrežnog hardvera koji se koriste:

- **Ruter** (router) - kompleksniji uređaj namenjen povezivanju raznorodnih mreža i povezivanju mreža sa Internetom
 - Obično ima javnu IP adresu koju deli cela mreža
 - Koristi IP adrese za prosleđivanje paketa, što dopušta mrežnu komunikaciju po različitim protokolima
 - Prosleđuje pakete na osnovu softvera, dok svič radi hardverski
 - Podržava različite WAN tehnologije
 - Radi na međumrežnom sloju





Povezivanje uređaja u lokalnoj mreži (3)

Elementi mrežnog hardvera koji se koriste:

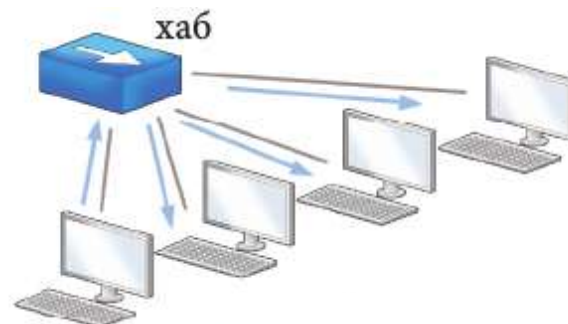
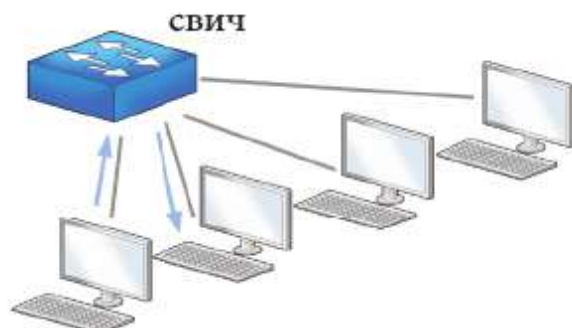
- Svič (switch) - povezuje dve ili više nezavisnih mreža
 - Postavljanjem sviča između povezanih uređaja poruka se prosleđuje samo uređaju kome je namenjena (efikasnija komunikacija)
 - Svič čuva tabelu koja preslikava MAC adrese priključenih uređaja na redne brojeve priključaka
 - Tabela se gradi i održava automatski tokom komunikacije
 - Podržava veći broj ulaznih i izlaznih portova
 - Vršiti kontrolu greške pre prosleđivanja paketa
 - U zavisnosti od tipa, realizuju prosleđivanje na nivou „host-prema-mreži“ (zasnovano na MAC adresama) i na međumrežnom nivou (zasnovano na IP adresama)
 - Pakete prosleđuje samo mreži u kojoj se nalazi primalac
 - Kod velikih mreža se svičevi koriste umesto habova za povezivanje računara u podmrežama



Povezivanje uređaja u lokalnoj mreži (4)

Elementi mrežnog hardvera koji se koriste:

- **Hab** (hub) - dobijene poruke prosleđuje svim priključenim uređajima
 - Postavljanje haba između povezanih uređaja - primljeni paketi se prosleđuju svim uređajima povezanim na njega (jednostavno, ali je verovatnoća sudara velika)
 - Ne može kontrolisati propuštanje paketa koje šalje povezanim uređajima
 - Ne može odrediti najbolji put za slanje paketa
 - Nisu efikasni
 - Koriste se u malim mrežama, sa niskim nivoom komunikacije
 - Radi na nivou sloja „host-prema-mreži“ – nisko, najbliže fizičkom sloju





Povezivanje uređaja u lokalnoj mreži (5)

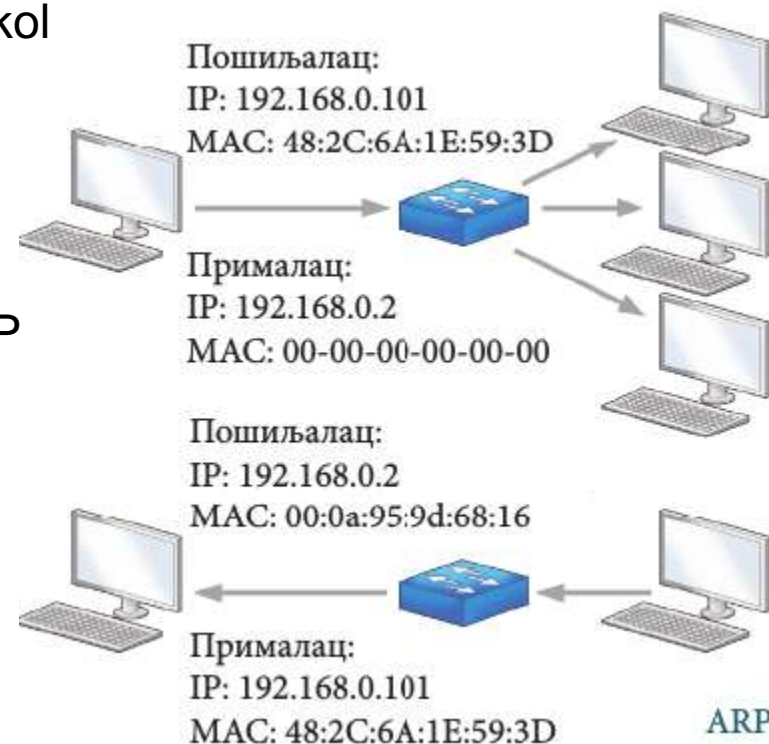
Elementi mrežnog hardvera koji se koriste:

- **Most** (bridge) - povezuje lokalnu mrežu sa drugom lokalnim mrežom koja koristi isti protokol
 - Ima jedinstveni ulazni i jedinstveni izlazni port
 - Kontrolise propuštanje paketa na mreži na osnovu MAC adrese odredišta – ne šalje sve pakete bez kontrole
 - Pakete prosleđuje samo mreži u kojoj se nalazi primalac
 - Radi na nivou sloja „host-prema-mreži“



Povezivanje uređaja u lokalnoj mreži (6)

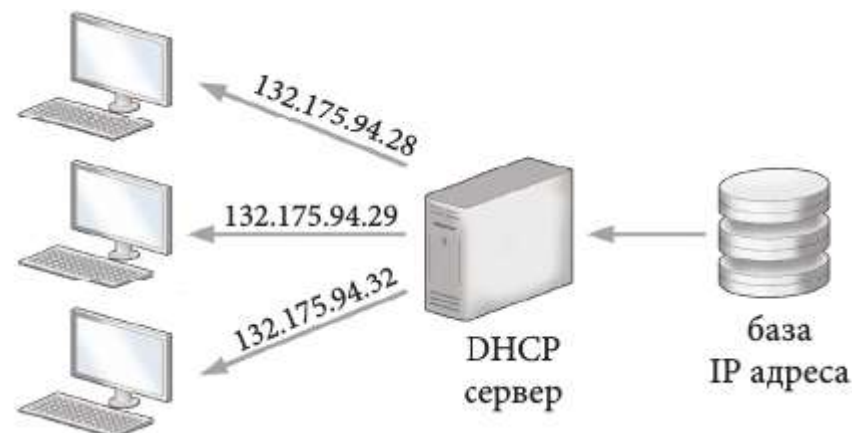
- Kako uređaj koji zna IP adresu primaoca određuje MAC adresu na koju prosleđuje IP datagram?
 - na osnovu mrežne maske utvrđuje da li je primalac u istoj mreži; ako jeste šalje njemu, ako nije šalje izlaznoj kapiji
 - u oba slučaja zna IP adresu uređaja u lokalnoj mreži
 - za dobijanje adrese koristi se protokol razrešavanja adresa (address resolution protocol, ARP)
 - javno se emituje ARP zahtev sa IP adresom
 - uređaj sa tom IP adresom šalje ARP odgovor sa svojom MAC adresom





IP adrese i DHCP

- Dinamičke IP adrese se dodeljuju korišćenjem specijalizovanog protokola za dinamičku konfiguraciju (Dynamic Host Configuration Protocol - **DHCP**)
- Specijalizovani server (tzv. DHCP server) je zadužen za skup IP adresa koje određuje administrator mreže i na zahtev uređaja koji se priključuje na mrežu dodeljuje mu neku u tom trenutku slobodnu adresu
- Server se može konfigurisati tako da dodeljuje bilo koju slobodnu IP adresu, ili uvek istu adresu koja se određuje na osnovu MAC adrese uređaja koji zahteva IP adresu, i slično





Javne i privatne IP adrese

- Da ne bi došlo do nestašice IPv4 adresa uvode se privatne adrese:
 - 10.0.0.0/8 (od 10.0.0.0 do 10.255.255.255) - 16.7 miliona adresa
 - 172.16.0.0/12 (od 172.16.0.0 do 172.31.255.255) - milion adresa
 - 192.168.0.0/16 (od 192.168.0.0 do 192.168.255.255) - 65536 adresa
- Privatne adrese se koriste samo za lokalnu mrežnu komunikaciju
- Prilikom pristupa Internetu:
 - ruter (izlazna kapija) menja lokalnu adresu svojom (javnom) adresom
 - primalac odgovor šalje nazad ruteru, a on menja adresu privatnom adresom uređaja koji je poslao zahtev i prosleđuje odgovor





Javne i privatne IP adrese (2)

- Ovaj proces se naziva preslikavanja mrežnih adresa (network address translation - NAT)
- Korišćenje NAT-a prilikom slanja paketa:
 - U slučaju da ruter detektuje odredišnu adresu iz opsega adresa privatne mreže sa kojom je povezan, jasno je da je paket namenjen za lokalnu komunikaciju i šalje se jedinstvenom uređaju sa navedenom lokalnom adresom
 - Ako je odredišna adresa javna, ruter adresu pošiljaoca zamenjuje svojom adresom (globalno jedinstvenom) i paket prosledjuje na odredište.



Javne i privatne IP adrese (3)

- Korišćenje NAT-a prilikom prijema paketa:
 - U slučaju dolaznog paketa, nije odmah jasno na koju privatnu adresu je potrebno poslati paket koji je pristigao
 - Kako bi se ovo razrešilo, lokalna adresa se pakuje i postaje sastavni deo paketa koji se šalje
 - Ruter, pre prosledivanja dolaznog paketa, vrši njegovo raspakivanje i određivanje lokalne adrese
- Sve ovo narušava osnovne principe i koncepte IP protokola, pa se zato NAT smatra prelaznim rešenjem problema nestašice IP adresa, dok ne zaživi IPv6



Rutiranje

- U većim mrežama postoji veliki broj povezanih rutera
- Uloga rutera: na osnovu IP adrese primaoca i na osnovu tabela koje su zapisane u njihovoj memoriji (tabela rutiranja) odrediti kome od povezanih čvorova treba proslediti paket da bi efikasno stigao do cilja
- Tabele rutiranja sadrže spisak mrežnih adresa različitog nivoa hijerarhije i za svaku od njih kom uređaju treba dostaviti paket
- Primer: Neka je u tabeli rutiranja rutera

```
0.0.0.0/0 via 200.170.10.10  
200.0.0.0/8 via 200.100.5.20  
200.160.0.0/16 is directly connected, Serial0/1
```

- Ako ruter primi paket namenjen adresi 200.150.100.23, on se dostavlja preko rutera 200.100.5.20
- Šablonom 0.0.0.0/0 zadaje se gde proslediti paket ako adresa nije prepoznata na neki drugi način
- Traži se najpreciznije poklapanje sa šablonom - poklapanje sa najvećim brojem bitova



Rutiranje (2)

- Kvalitet rutiranja zavisi od tabela rutiranja
- Tabele rutiranja se mogu graditi statički ili dinamički



Zahvalnica

Delovi materijala ove prezentacije su preuzeti iz:

- Skripte iz predmeta Uvod u veb i internet tehnologije, na Matematičkom fakultetu Univeziteta u Beogradu, autor prof. dr Filip Marić
- Prezentacija iz predmeta Uvod u veb i internet tehnologije, na Matematičkom fakultetu Univeziteta u Beogradu, autor dr Vesna Marinković
- Skripte iz predmeta Informatika na Univerzitetu Milano Bicocca, autor dr Dario Pescini