

Uvod u veb i internet tehnologije





Slojevi kod računarskih mreža međumrežni sloj



Protokoli i slojevi

OSI sloj	TCP/IP sloj	Jedinica	Protokol
aplikativni sloj (mrežni procesi vezani za aplikaciju)	aplikativni sloj	podatak	HTTP, FTP, Telnet, DNS, DHCP, POP/SMTP, NNTP
sloj prezentacije (enkripcija i kodiranje podataka)		podatak	MIME, TLS, SSL
sloj sesije (uspostavljanje sesije krajnjih korisnika)		podatak	SSH, Named Pipes, PPTP
transportni sloj (veza, pouzdanost, transport)	transpotni sloj	segment datagram	TCP, UDP, SCTP, DCCP
mrežni sloj (logičko adresiranje i rutiranje)	međumrežni sloj	paket	IP (IPv4 , IPv6), ICMP, ARP , RARP
sloj veze podataka (fizičko adresiranje, pristup medijumu)	sloj pristupa mreži	okvir	PPP, HDLC, Frame Relay
fizički sloj (prenos signala)		bit	Token Ring, RS-232, T1, E1, POTS, OTN, DSL, 802.11a/b/g/n PHY, 802.15.x PHY, Ethernet, USB, Bluetooth, Firewire (IEEE 1394)



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)**



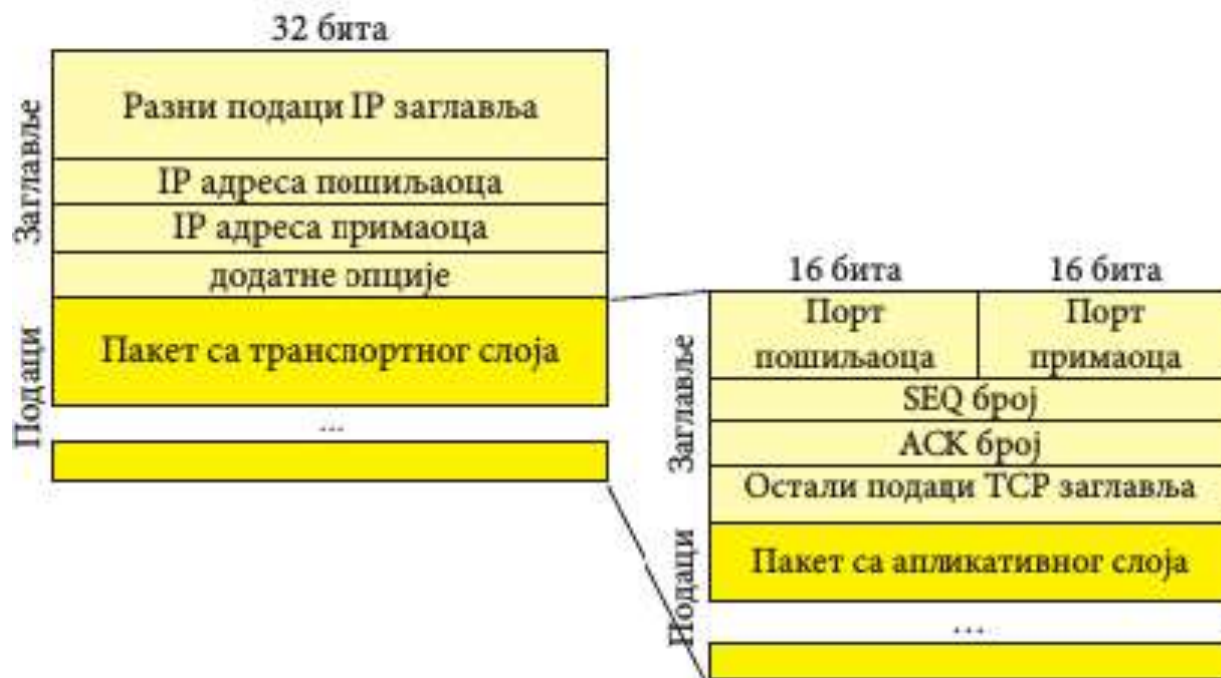
IP protokol međumrežnog sloja

- 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:
 - adresa pošiljaoca,
 - adresa 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)

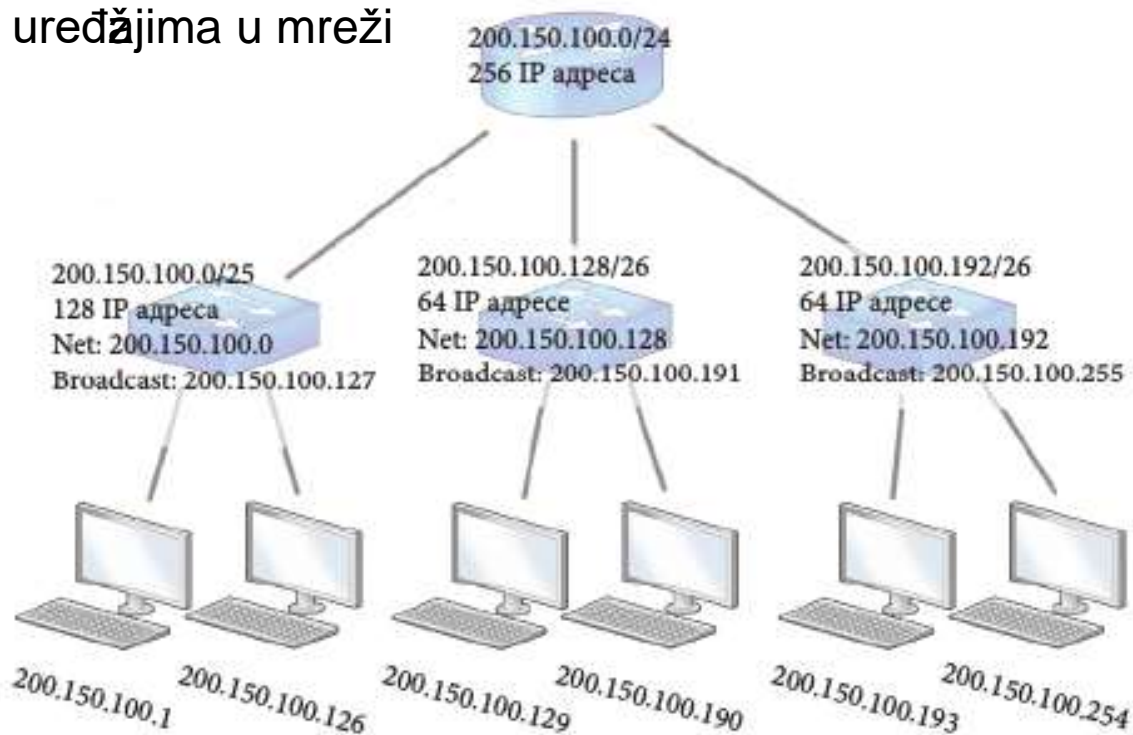
- Dva načina zapisa skalabilnog zapisa IP adresa:
 - CIDR notacija - adresa 147.91.67.138/24
 - Maska podmreže (subnet mask) - uz adresu 147.91.67.138 navodi se maska podmreže 255.255.255.0 (24 jedinice i 8 nula)

The screenshot shows two windows from a Windows operating system. The left window is the Command Prompt, displaying the output of the 'ipconfig /all' command. It shows the configuration for several network adapters: Ethernet 2 (media disconnected), Ethernet (147.91.67.138, 255.255.255.0), VirtualBox Host-Only Network (192.168.56.1, 255.255.255.0), isatap (media disconnected), and another isatap adapter (media disconnected). The right window is the 'Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) Properties' dialog box. The 'General' tab is active, showing the 'Use the following IP address' option selected. The IP address is 147.91.67.138, the Subnet mask is 255.255.255.0, and the Default gateway is 147.91.67.1. The 'Use the following DNS server addresses' option is also selected, with Preferred DNS server at 147.91.64.4 and Alternate DNS server at 147.91.66.2. The 'Validate settings upon exit' checkbox is unchecked.



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

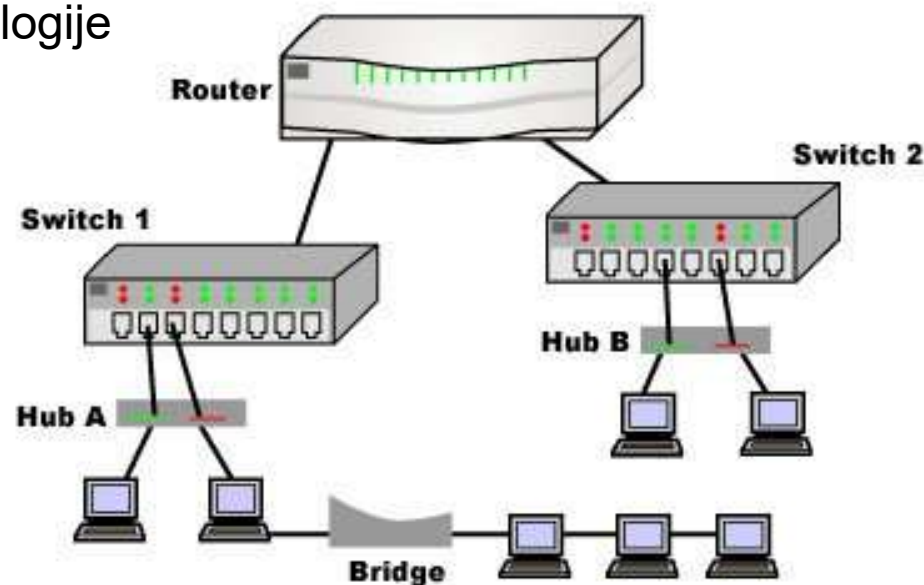




Povezivanje uređaja u lokalnoj mreži (2)

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:

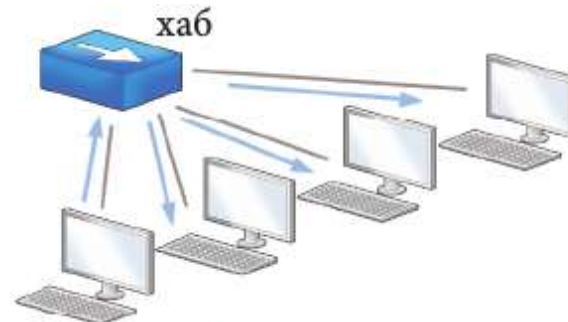
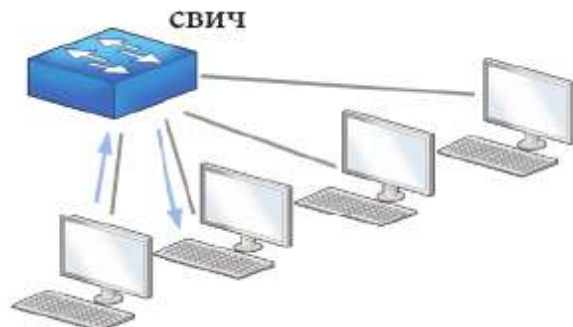
- Svič (switch) - povezuje dve ili više nezavisnih mreža
 - Postavljanjem sviča između povezanih uređaja poruka se prosleđuje samo uređaju kome je namenjena (efikasnija komunikacija)
 - Svič čuva tabelu koja preslikava MAC adrese priključenih uređaja na redne brojeve priključaka
 - Tabela se gradi i 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)

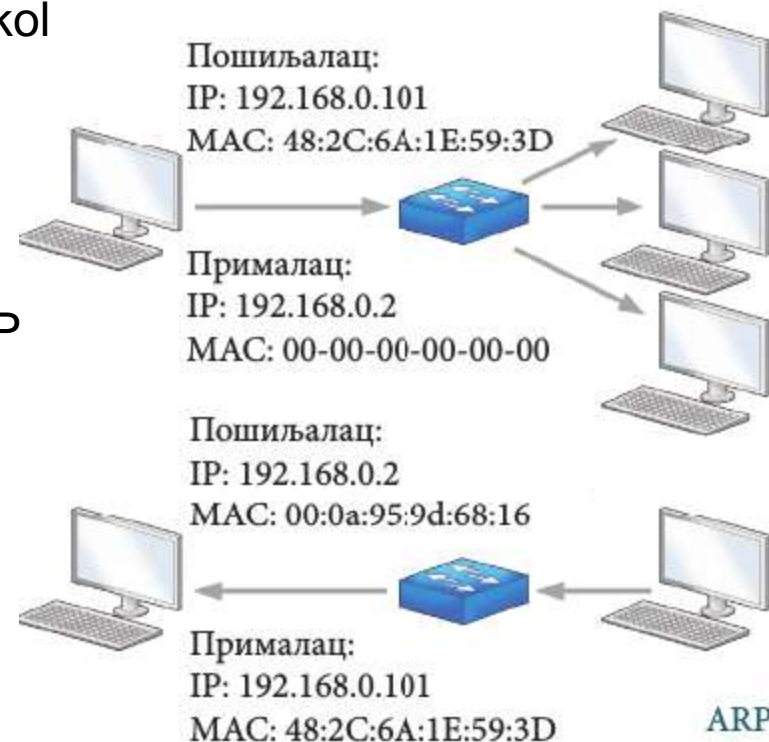
Elementi mrežnog hardvera koji se koriste:

- **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)

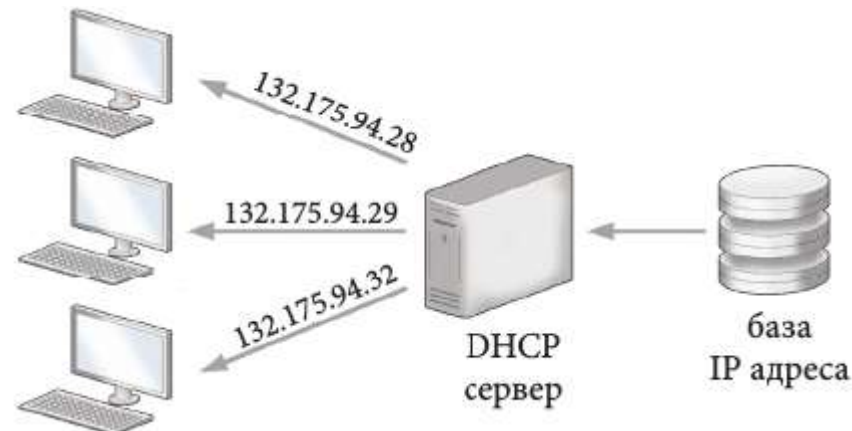
- Kako uređaj koji zna IP adresu primaoca određuje MAC adresu na koju prosleđuje IP datagram?
 - na osnovu mrežne maske utvrđuje da li je primalac u istoj mreži; ako jeste šalje njemu, ako nije šalje izlaznoj kapiji
 - u oba slučaja zna IP adresu uređaja u lokalnoj mreži
 - za dobijanje adrese koristi 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 адреса javna, ruter adresu pošiljaoca zamenjuje svojom adresom (globalno jedinstvenom) i paket prosleđuje 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