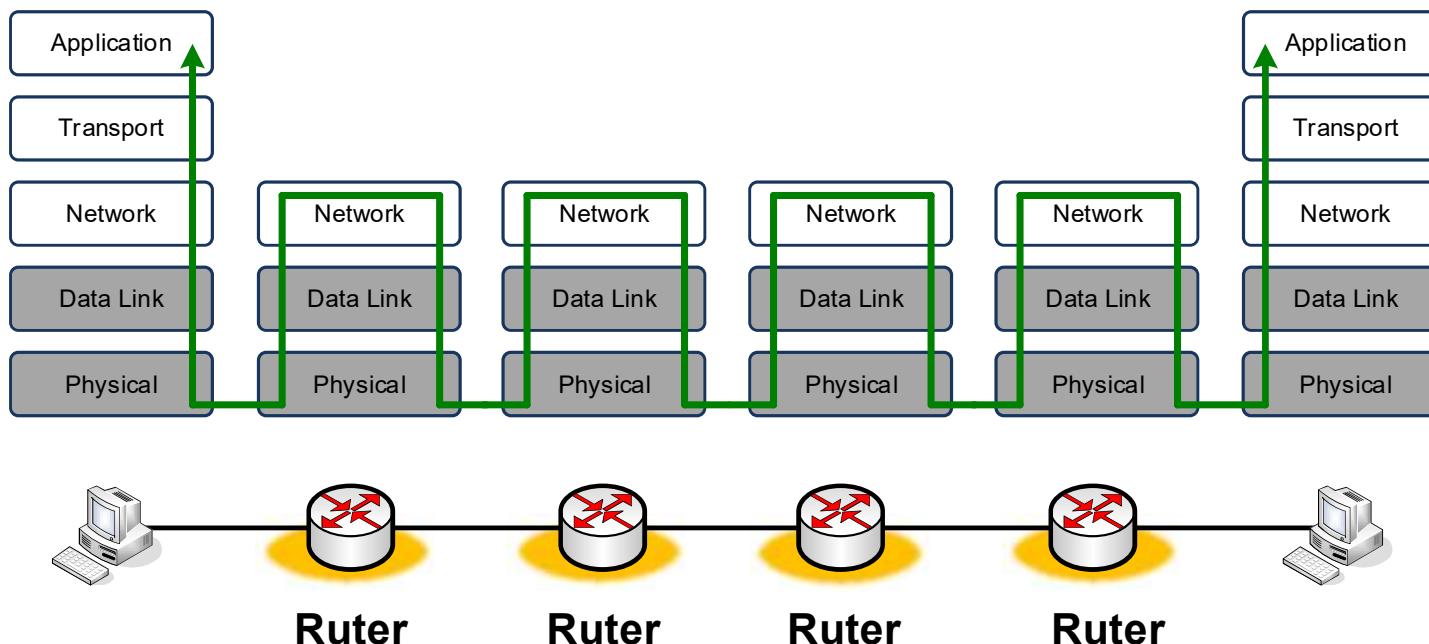


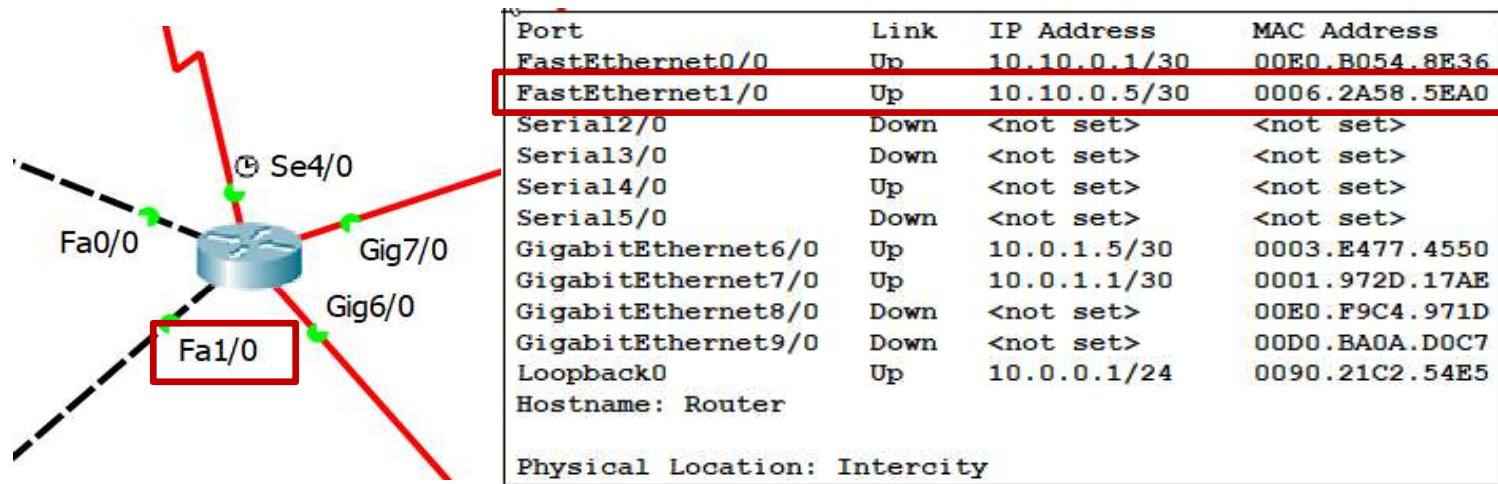
Ruteri

- Ruter (*router, gateway*) - komunikacioni uređaj trećeg nivoa
 - Primaju pakete na ulazni interfejs i raspakuju ga do trećeg nivoa
 - Gledaju odredišnu IP adresu iz zaglavlja paketa
 - Određuju izlazni interfejs koji na vodi do odredišta



Ruteri

- Interfejsi ratera imaju:
 - Naziv
 - Simboličko ime vrste interfejsa (*Serial, FastEthernet, GigabitEthernet...*)
 - Numerička oznaka (indeks) interfejsa (modul/kartica/port)
 - IP adresa
 - MAC adresa – za LAN portove



Next-hop

- **Next-hop**
 - “Sledeći korak na putu paketa prema odredišnoj mreži”
 - **IP adresa interfejsa susednog rutera na zajedničkom linku ili mreži**
- Primer
 - Za mreže $10.20.30.0/24$ i $10.20.31.0/24$ na Ruteru 1, *next-hop* je adresa **10.10.10.1**

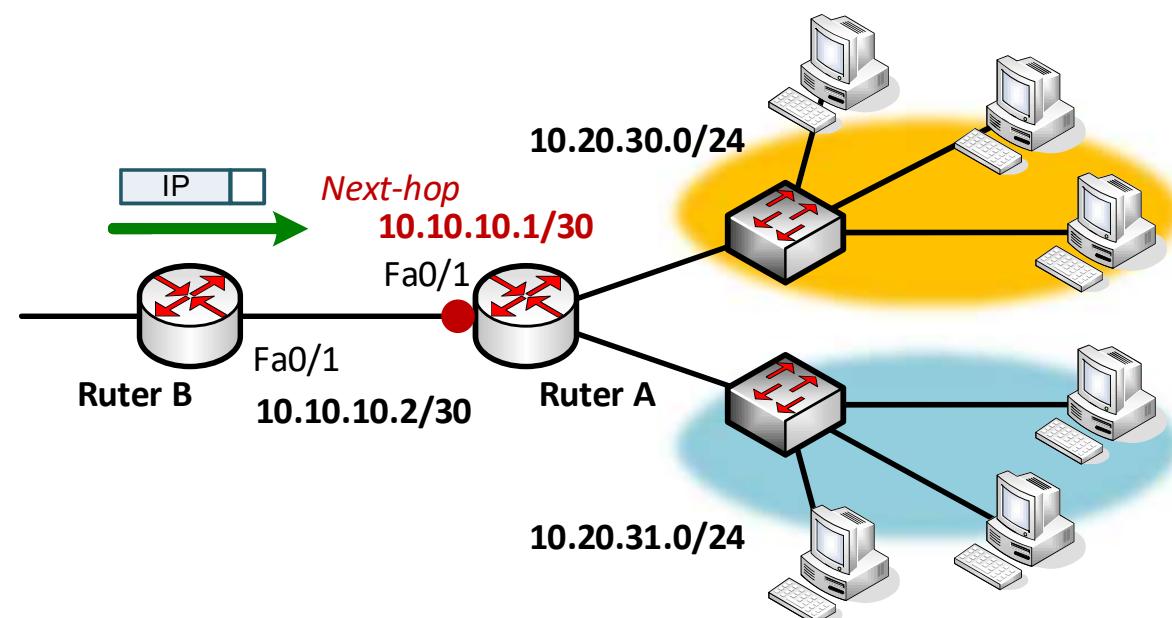
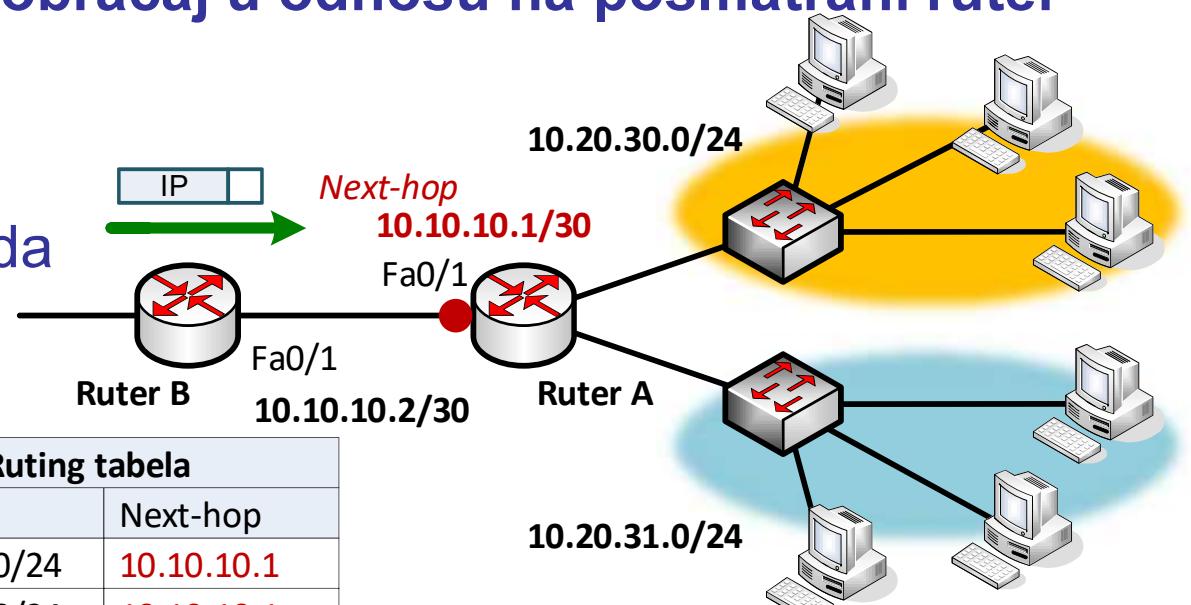


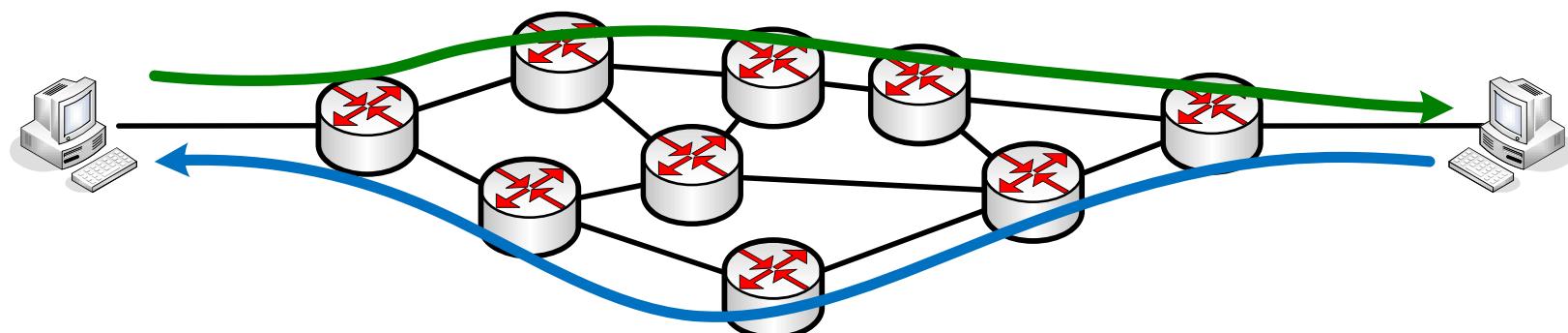
Tabela rutiranja

- Rutiranje
 - Prosleđivanje paketa na određenu *next-hop* adresu prema odredištu – *Destination-based* (tačnije: prema odredišnoj IP mreži !)
- Tabela rutiranja (ruting tabela)
 - Sadrži IP mreže i njima pridružene *next-hop* adrese (koje vode do njih)
 - „Ruta“ – red u ruting tabeli (mreža i *next-hop*)
 - Ruterov pogled na ostatak mreže – „gde se nalazi koja mreža“
 - **Utiču samo na odlazni saobraćaj u odnosu na posmatrani ruter**
- Rutiranje
 - Za odredišnu IP adresu se traži mreža kojoj ona pripada i paket se upućuje na odgovarajući *next-hop*



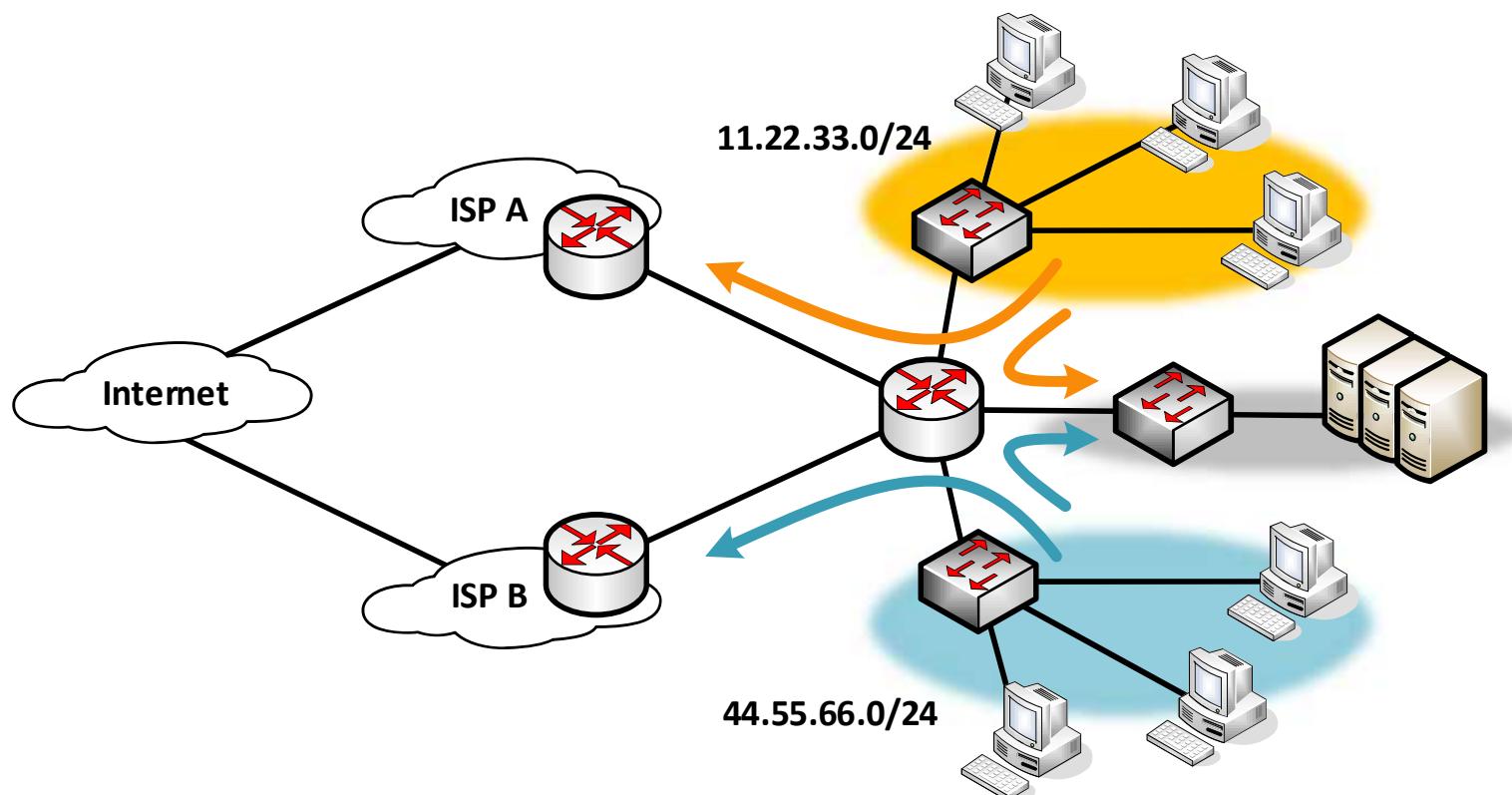
Principi rutiranja

- Principi rutiranja:
 - Svaki ruter samostalno donosi odluku o rutiranju, na osnovu ruta iz svoje ruting tabele
 - Različiti ruteri sadrže različite ruting tabele
 - Ruting tabela jednog rutera utiču na prosleđivanje paket prema odredištu, ali ne i na povratni put
- Posledice:
 - Paketi se rutiraju kroz mrežu od jednog rutra do drugog (*hop-by-hop*)
 - Paketi se nezavisno rutiraju u oba smera
 - Po istom putu (simetrično) ili po različitim putevima (asimetrično)



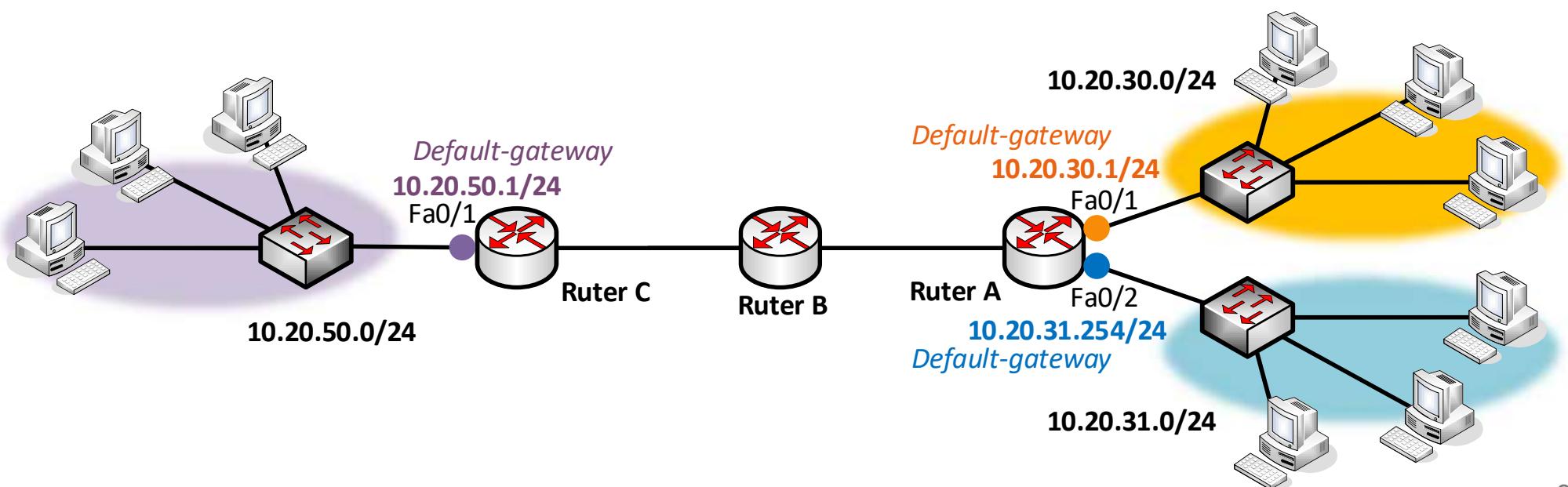
Rutiranje – *Destination vs. Source*

- Rutiranje na osnovu odredišne adrese (*Destination-based*)
 - Uobičajeno rutiranje na osnovu ruting tabele
- Rutiranje na osnovu izvorišne adrese (*Source-based*)
 - U zavisnosti od izvorišne adrese paketi se rutiraju na određene *next-hop* adrese
 - Specifični slučajevi „forsiranja“ rutiranja na određene interfejse



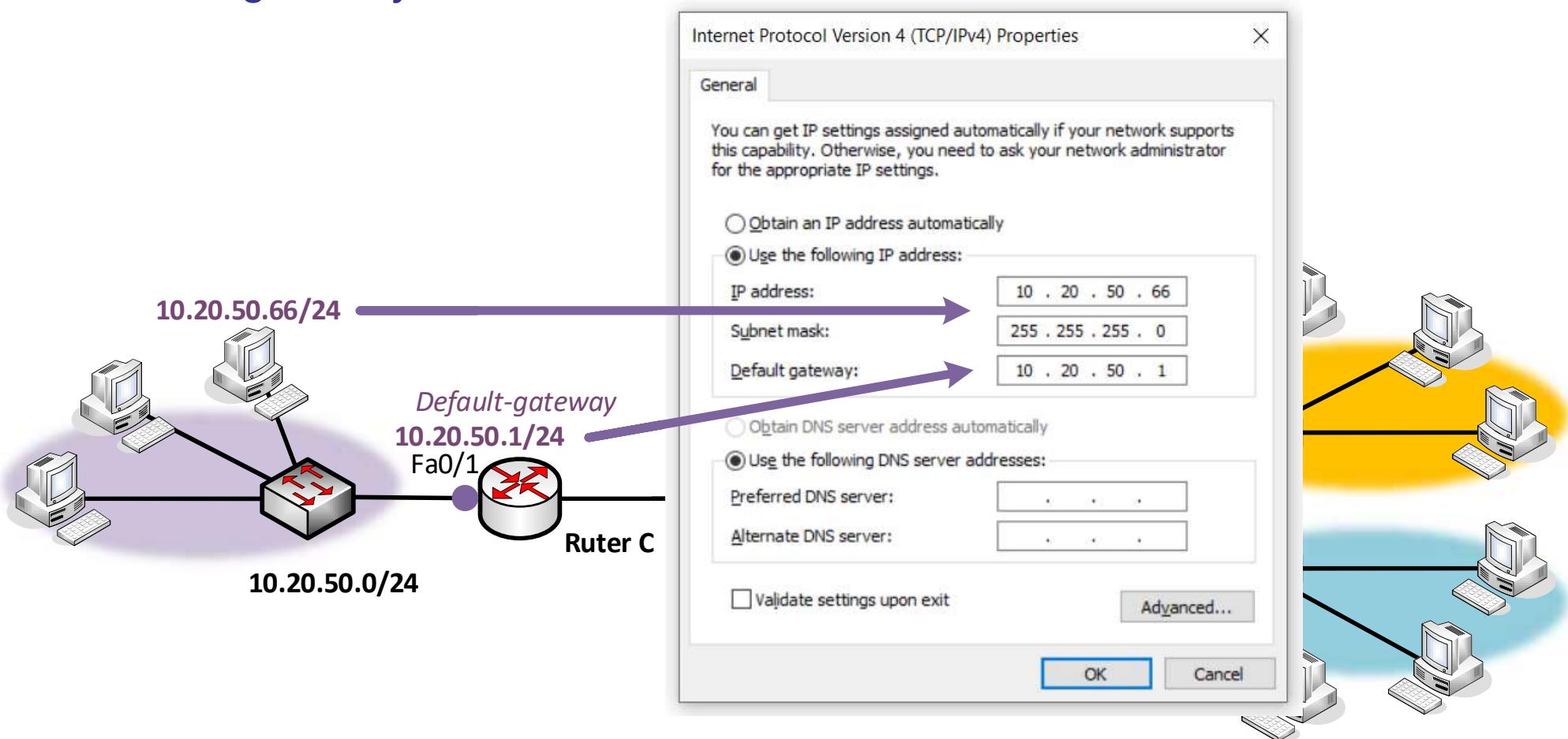
Default gateway

- IP komunikacija
 - Unutar iste IP mreže – obavlja se direktno
 - Između različitih IP mreža – preko rutera
- ***Default gateway***
 - Predefinisani izlaz iz IP mreže
 - Port rутera koji pripada podmreži za koju predstavlja predefinisani izlaz
 - IP adresa i maska iz IP mreže



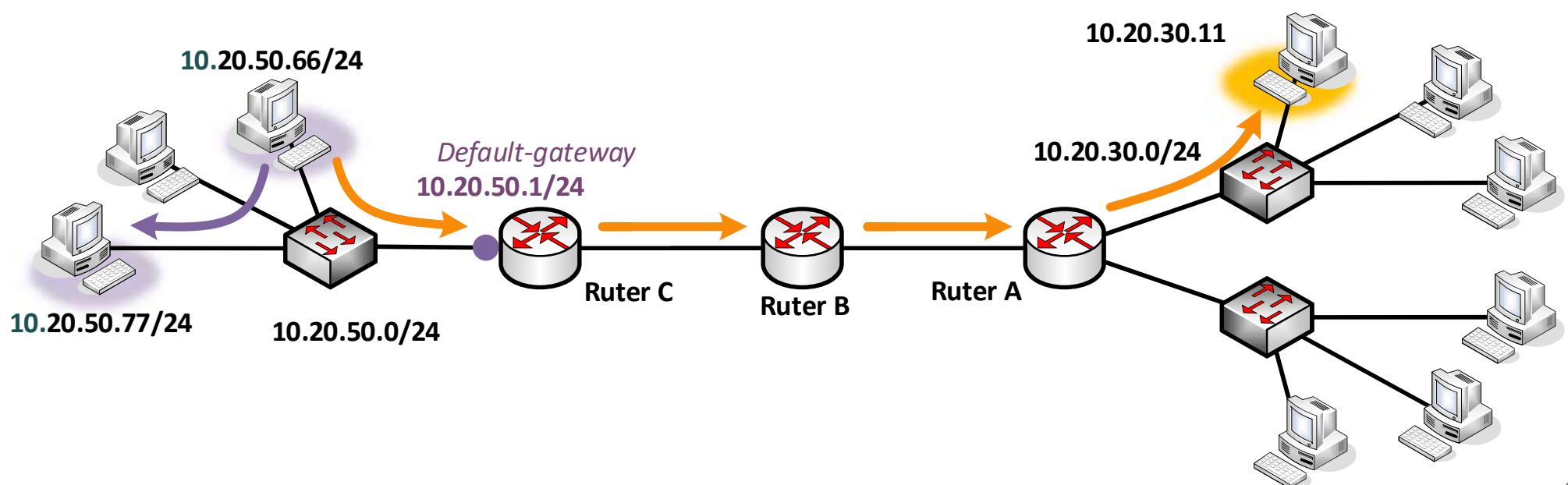
Default gateway

- Hostovi na IP nivou imaju definisano:
 - IP adresu
 - Masku
 - *Default gateway*



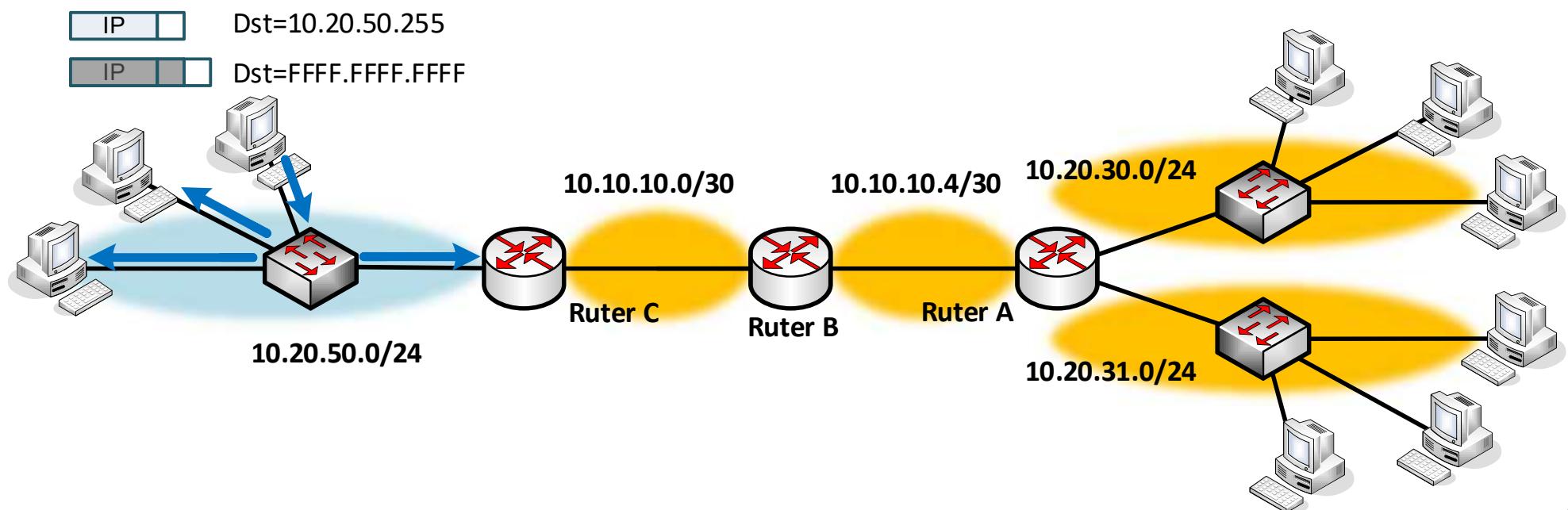
Default gateway

- Uređaj koji šalje paket zna
 - Odredišnu IP adresu, ali ne i masku
 - Da li je odredište u istoj mreži (poređenjem sa svojom IP adresom i maskom)
- 1 slučaj - izvorišna i odredišna adresa su u istoj mreži:
 - Paket se direktno šalje odredišnom uređaju ($10.20.50.66/24 \Rightarrow 10.20.50.77$)
- 2 slučaj - izvorišna i odredišna adrese su u različitim mrežama
 - Paket se šalje na izlazni ruter (*default gateway*) da se pobrine za njega ($10.20.50.66/24 \Rightarrow 10.20.30.11$)



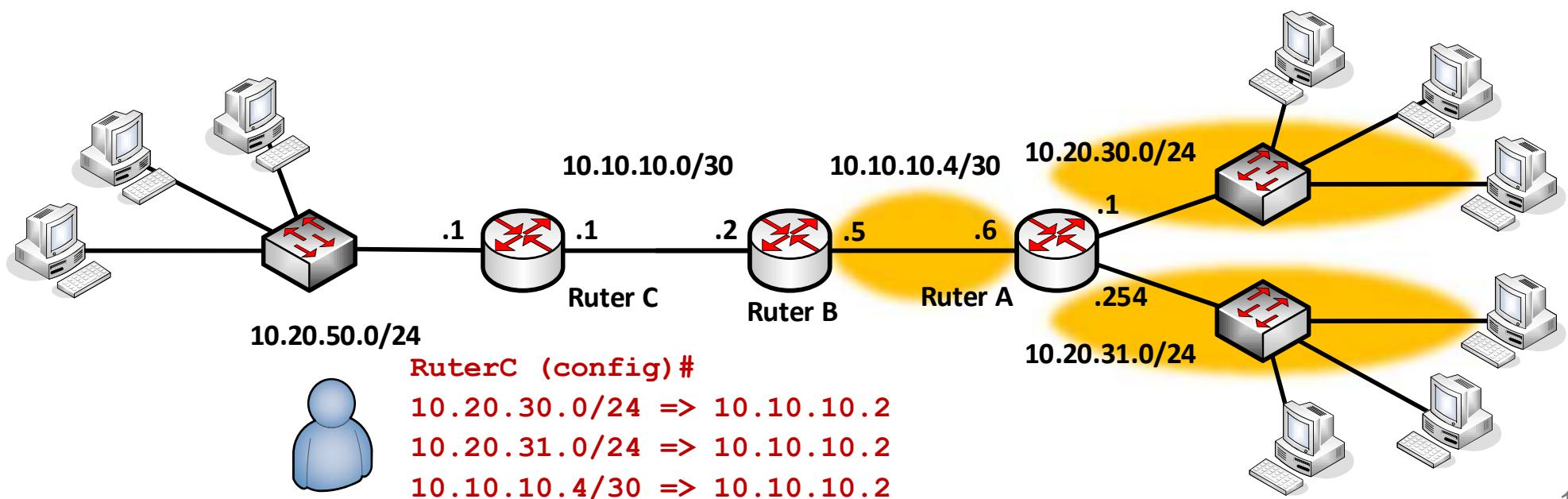
Brodkast domeni

- Brodkast IP paket
 - Odredišna adresa ima sve jedinice u host delu (npr. 10.20.50.255 u mreži 10.20.50.0/24)
- Brodkast L2 paket
 - Odredišna adresa ima sve jedinice - FFFF.FFFF.FFFF
 - Enkapsulira brodkast IP paket
- Brodkast domen – jedan L2 segment mapiran u IP mrežu



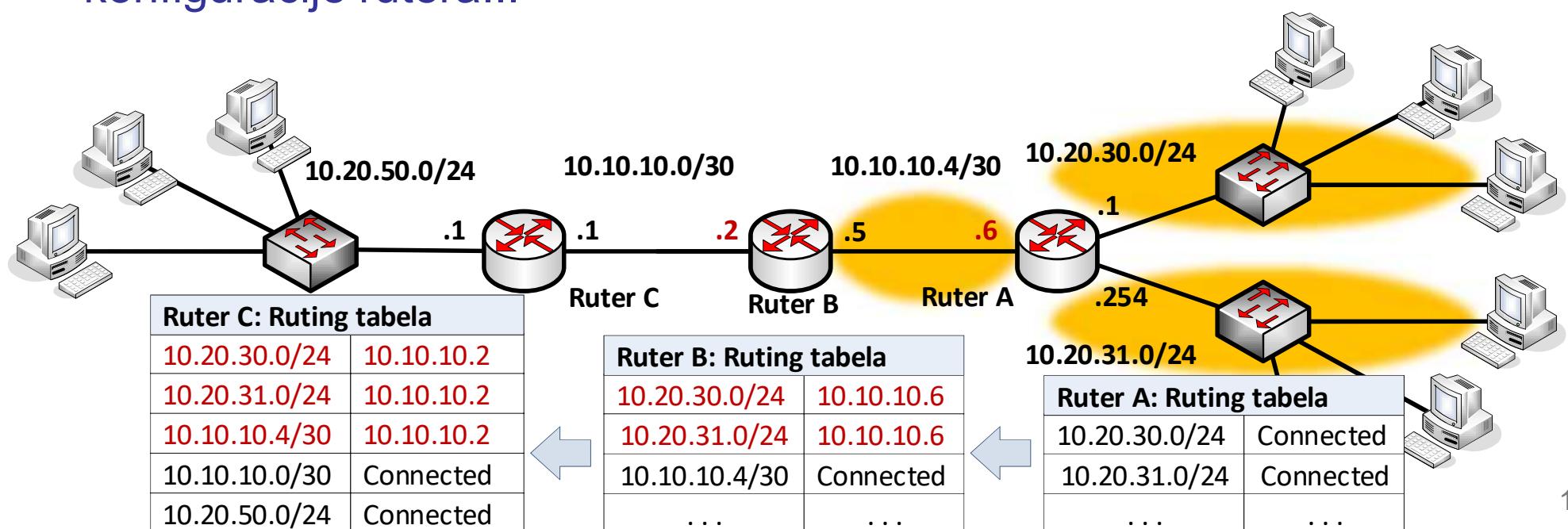
Statičke rute

- Statičke rute (*Static Routes*)
 - Manuelno konfigurisanje ruta za određene mreže
 - “Koristi *next-hop* 10.10.10.2 za mrežu 10.20.30.0/24”
- Osobine:
 - Prednosti: jednostavno, ne zahteva dodatne resurse, pregledno
 - Nedostaci – promene u mreži zahtevaju manuelnu rekonfiguraciju na većem broju uređaja, neskalabilno za veće mreže



Dinamičke rute

- Ruteri samostalno razmenjuju informacije o mrežama
 - Koriste se protokoli rutiranja
 - Ruteri znaju za direktno povezane mreže na osnovu IP adresa i maski konfigurisanim na svojim interfejsima
- Osobine:
 - Skalabilnost i fleksibilnost – prilagođavaju se promenama u mreži
 - Zahteva se pažljivi dizajn mreže i adresnog prostora, usaglašene konfiguracije rutora...

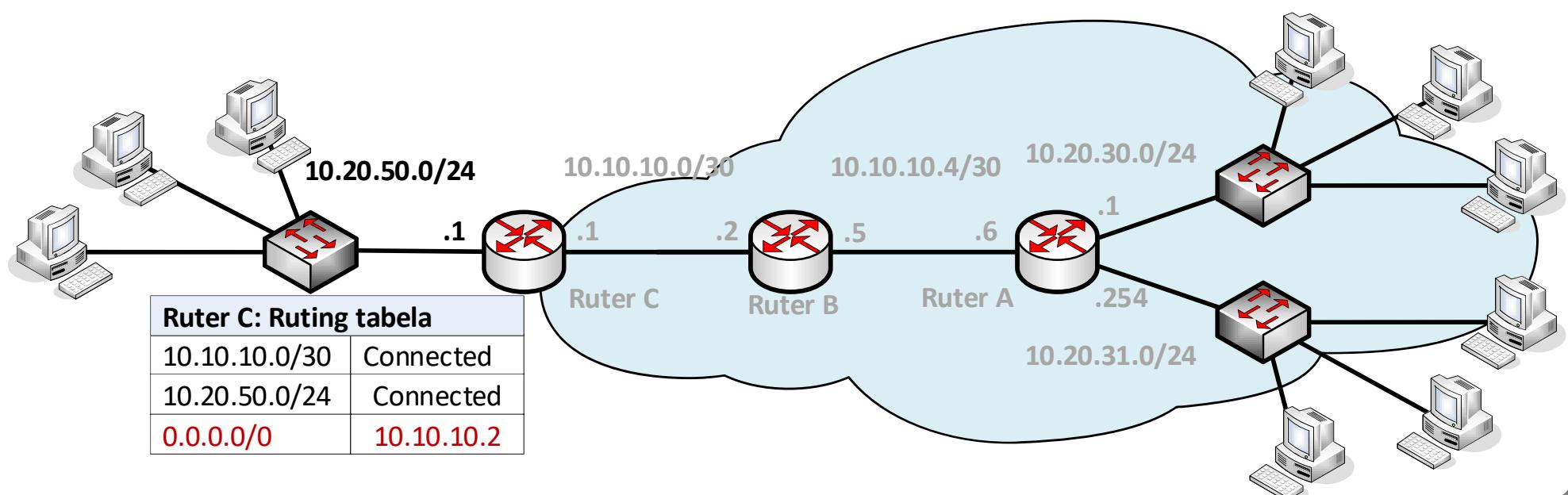


Statičko vs. dinamičko rutiranje

- Statičko rutiranje
 - Ručna konfiguracija
 - Definiše se na svakom ruteru za svaku IP mrežu
 - Neskalabilno
 - Dodavanje samo jedne mreže izaziva promenu konfiguracije na svim ruterima
 - Neadaptivno
 - U slučaju prekida nekih veza, neće se pronaći alternativni put do odredišta
 - Korisno u pojedinim specifičnim slučajevima
 - Privremeno testiranje, pojedinačne mreže itd.
- Dinamičko rutiranje
 - Skalabilno
 - Dodavanje nove mreže svi ruteri će automatski da prepoznaju
 - Adaptivno
 - Prilagođava se promeni topologije – prekid veza ili dodavanje novih veza
 - Primjenjuje se u svim iole većim mrežama

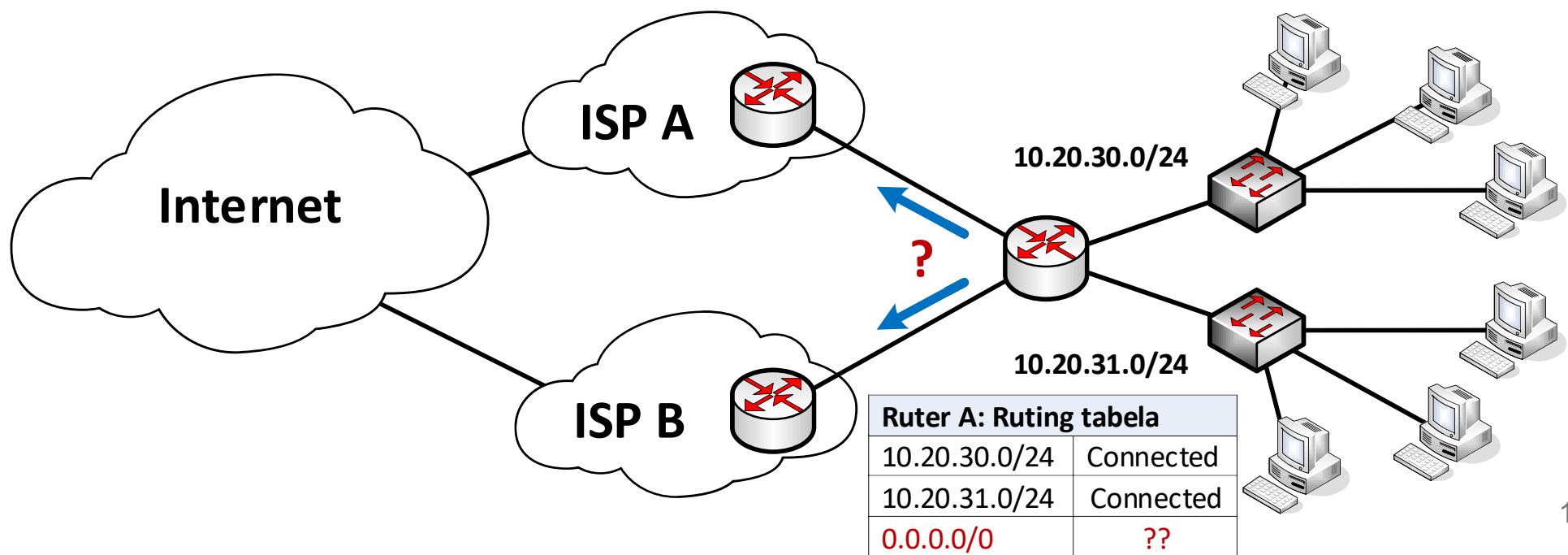
Default ruta – 0.0.0.0

- Difoltna ruta (*default route*)
 - Predefinisana ruta za sve mreže za koje ne postoje pojedinačne rute
 - Oznaka: „0.0.0.0”, odnosno sadrži masku „/0“ koja obuhvata sve mreže
- Ako postoji samo jedna veza do ostatka mreže, ruting tabela može da sadrži:
 - Manji broj ruta samo do određenih „unutrašnjih“ mreža
 - Difoltnu rutu za sve ostale mreže, uključujući i ceo Internet



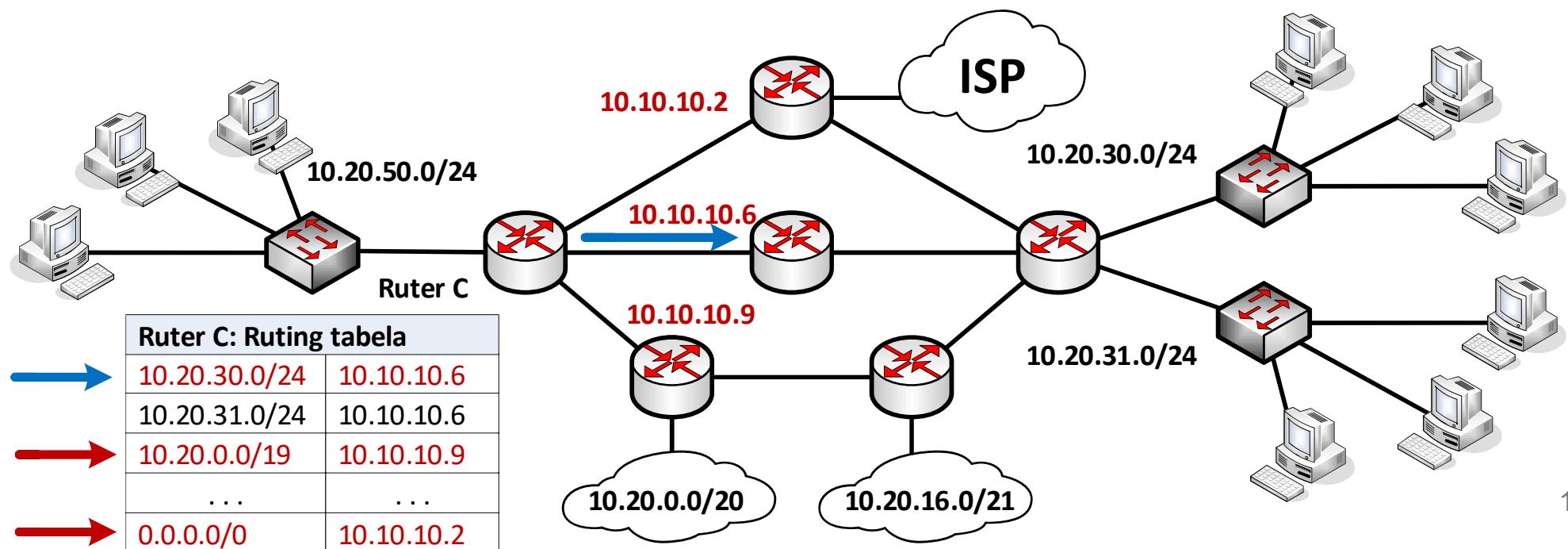
Default ruta – 0.0.0.0

- Potpuna ruting tabela – sve mreže na Internetu (agregirano)
 - Preko 950.000 ruta
- Osobine:
 - Manje ruting tabele, pojednostavljeni rutiranje
 - Neoptimalno kada postoji više veza
 - Difoltna ruta odvodi saobraćaj samo na jednu vezu, dok se druga ne koristi
- Ako ruting tabela nema rutu prema određenoj mreži, a nema ni *default* rutu, paketi za tu mrežu se odbacuju



Najspecifičnija ruta

- Za odredišnu IP adresu iz zaglavlja se u ruting tabeli traži pripadajuća mreža
- Ako u ruting tabeli postoji više mreža kojima pripada odredište (npr. agregirane mreže, podmreže, difoltna ruta itd):
 - Koristi se pravilo najspecifičnije rute (“more specific”, “longest match”) – **Bira se najmanja mreža, ona sa najdužim prefiksom (maskom)**



Šta je next-hop za odredišnu adresu 10.20.32.70?

Ruting tabela	
10.20.32.0/27	10.10.10.1
10.20.32.0/26	10.10.10.2
10.20.32.0/25	10.10.10.3
10.20.32.0/24	10.10.10.4
10.20.32.0/23	10.10.10.5
10.20.32.0/22	10.10.10.6
0.0.0.0/0	10.10.10.7

10.10.10.1

10.10.10.2

10.10.10.3

10.10.10.4

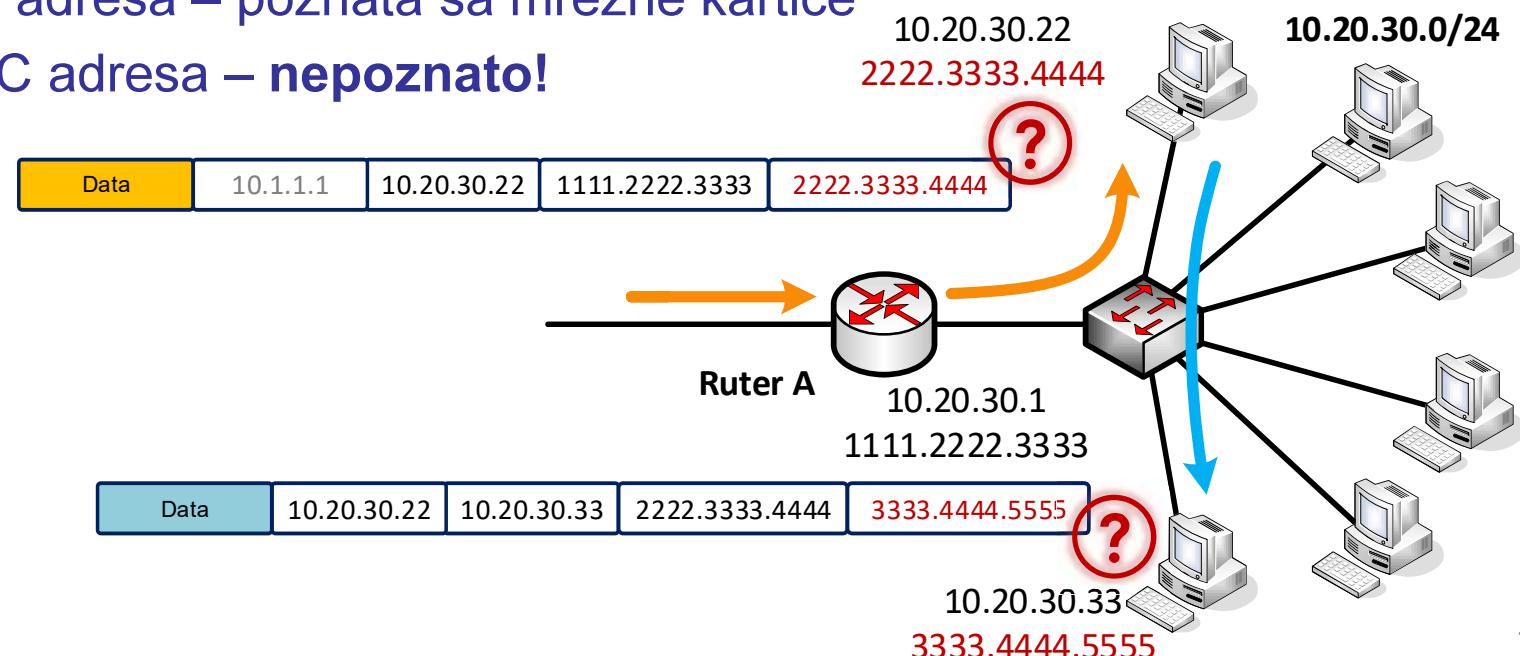
10.10.10.5

10.10.10.6

10.10.10.7

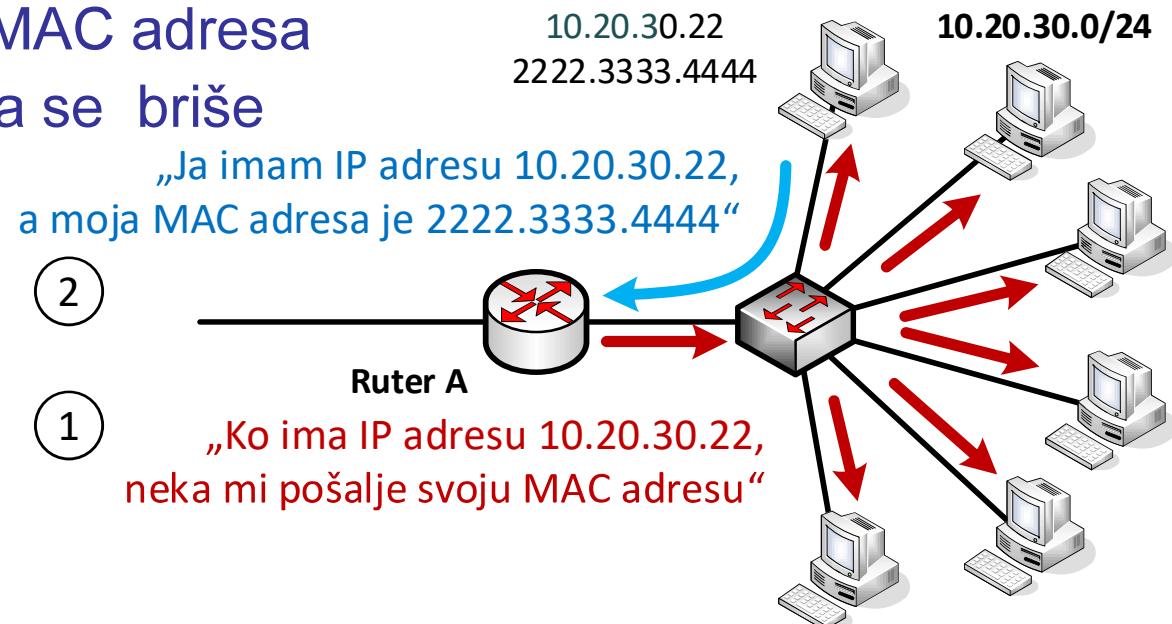
ARP – Address Resolution Protocol

- Komunikacija u LAN mrežama (uključujući i ruter)
 - Na L3 nivou - preko IP protokola: src IP => dst IP
 - IP paketi se enkapsuliraju u Ethernet okvire na L2 nivou
 - Na L2 nivou – preko Ethernet protokola: src MAC => dst MAC
- Potrebne adrese za IP i Ethernet zaglavlja
 - Izvorišna IP adresa – poznata iz lokalne konfiguracije
 - Odredišna IP adresa – poznata preko aplikacije koja zahteva komunikaciju
 - Izvorišna MAC adresa – poznata sa mrežne kartice
 - Odredišna MAC adresa – **nepoznato!**



ARP protokol

- ARP – *Address Resolution Protocol*
 - Automatsko pronalaženje MAC adrese na osnovu IP adrese
- ARP sprovode svi IP uređaji na LAN mreži, u dva koraka
 1. **ARP Request**
 - „Hej društvo, ko ima ovu IP adresu, neka mi pošalje svoju MAC adresu“
 2. **ARP Reply**
 - „To je moja IP adresa, evo ti i moja MAC adresa“
- **ARP tabela** – keš koji privremeno čuva otkrivene MAC adrese
 - Sadrži parove IP adresa i MAC adresa
 - Vreme trajanja, nakon čega se briše red u tabeli (IP-MAC)



ARP protokol

- ARP paketi se prenose u Ethernet okvirima
 - Protokol 3. nivoa sa identifikacijom 806_{hex}

1. *ARP request* paket

- Šalje se **na brodkast MAC adresu** (FFFF.FFFF.FFFF)
- Paket sadrži:
 - IP i MAC adresu pošiljaoca
 - IP adresu uređaji za koji se traži MAC adresa
- Svi primaju ovaj okvir, ali odgovara samo uređaj sa naznačenom IP adresom
- Ako niko ne odgovori, ARP javlja grešku IP nivou – L2 sloj ne može da pošalje IP poruku

2. *ARP Reply* paket

- Šalje se **na unikast MAC adresu** uređaja koji je poslao *ARP Request*
 - MAC adresa se prepoznaće iz tela ARP paketa, a ne iz zaglavlja Ethernet okvira
- Uređaj koji primi *ARP Reply* paket, ažurira svoju ARP tabelu (keš)

ARP protokol

- Format ARP paketa
- **ARP Request**
 - *Sender HA (Hardware Address)* – MAC adresa pošiljaoca
 - *Target HA* – MAC adresa koja se traži (prazno za ARP Request)
- **ARP Reply**
 - *Target IP i Target HA* – adrese kome se šalje paket
 - *Sender IP i Sender HA* – adrese pošiljaoca – MAC adresa koja se tražila

1. bajt	2. bajt	3. bajt	4. bajt
Hardware Type		Protocol Type (0x0800)	
HLEN	PLEN	Operation	
Sender HA (1..4)			
Sender HA (5..6)		Sender IP (1..2)	
Sender IP (3..4)		Target HA (0..1)	
Target HA (3..6)			
Target IP (1..4)			

ARP protokol

- ARP automatski sprovode svi IP uređaji na LAN mreži (hostovi, ruteri, štampači...)
- ARP tabele se mogu izlistati ili obrisati:
 - *Windows:*
 - „arp -a“
 - Ruteri
 - „show arp“
 - „clear arp“

```
C:\>arp -a
Interface: 147.91.4.8 --- 0x60003
      Internet Address          Physical Address      Type
        147.91.4.1                00-1b-90-41-78-00  dynamic
        147.91.4.48               00-e0-18-3e-09-c9  dynamic
        147.91.4.50               00-0b-cd-38-79-cb  dynamic
        147.91.4.58               00-60-b0-ef-90-ba  dynamic
```

```
cisco:> show arp

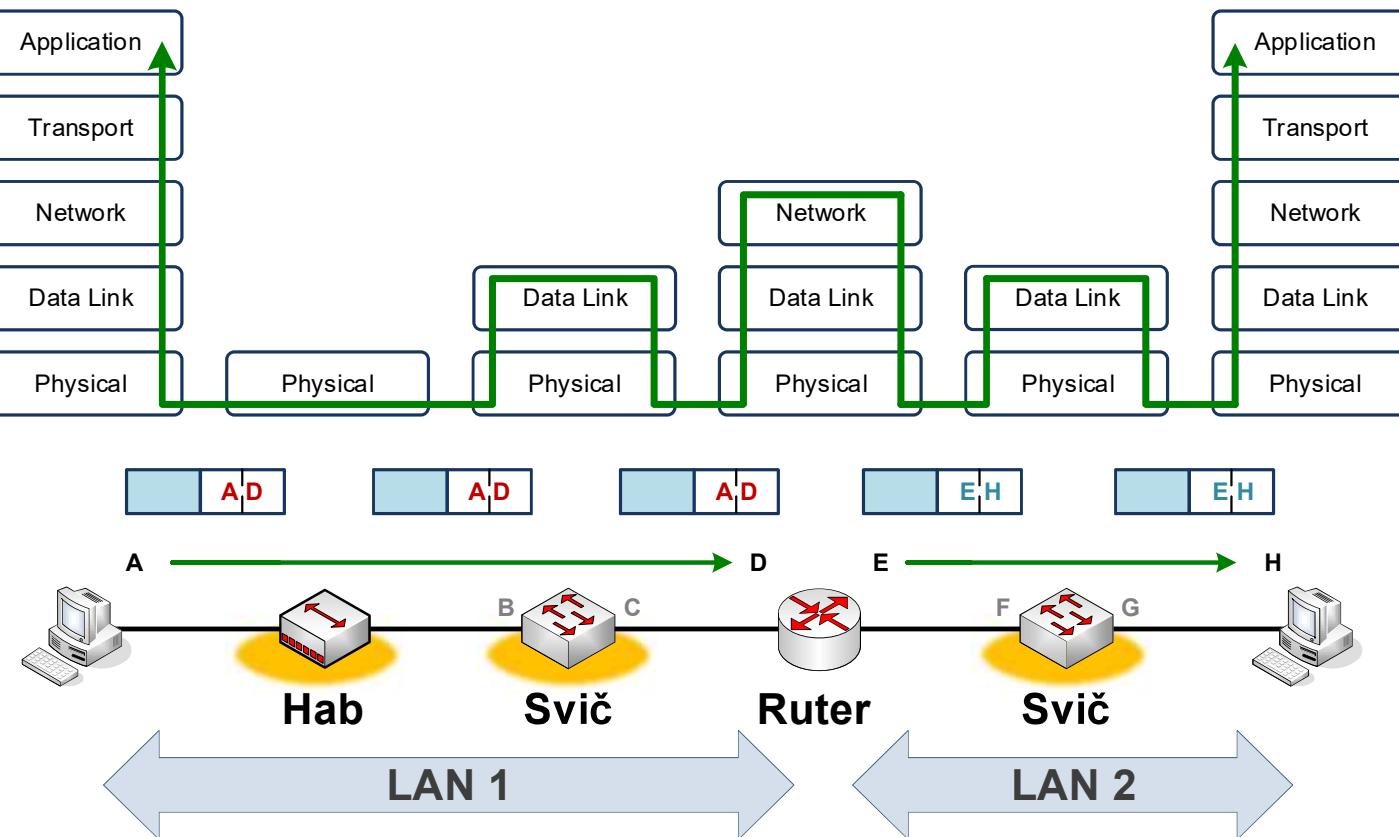
Protocol    Address          Age (min)    Hardware Addr    Type    Interface
Internet   147.91.108.160    0            000c.4212.23c9  ARPA   FastEthernet3/41
Internet   147.91.108.180    20           0017.a4d5.9b88  ARPA   FastEthernet3/41
Internet   147.91.108.181    3             0019.e010.a2c3  ARPA   FastEthernet3/41
Internet   147.91.108.177    10            0004.7612.e85b  ARPA   FastEthernet3/41
```

- Zastarevanja ARP ulaza
 - Windows: inicijalno 2 min, ako se tokom tog period koristi, vreme se povećava na 10 min.
 - Cisco – 4h
 - Juniper – 20 min

Rutiranje

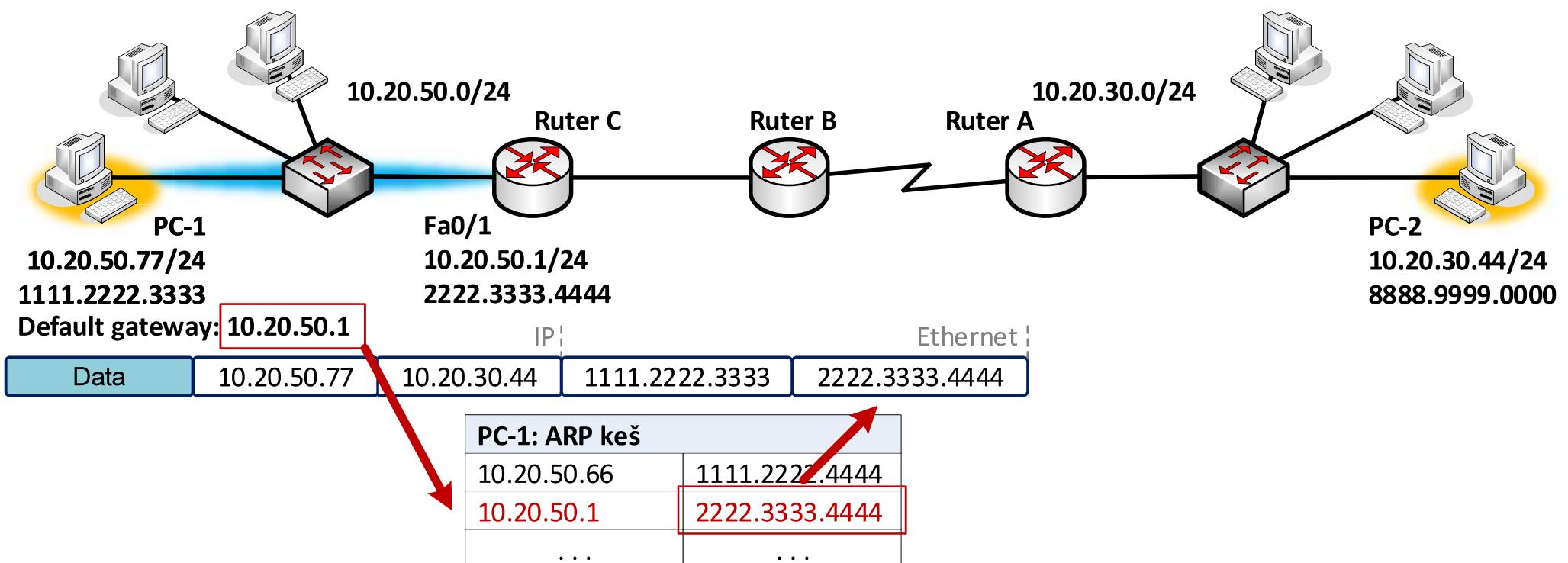
- **Ruteri – Layer 3 uređaji**

- Povezuju LAN mreže (predstavljaju granicu LAN mreža)
- Portovi rutora imaju MAC adrese - koriste se u zaglavlju L2 okvira
- Prilikom rutiranja paketu u rutur:
 - **Ne menjaju se IP adrese** (src i dst) – IP paket je (skoro) neizmenjen
 - **Menjaju se MAC adrese** (src i dst) – iz rutora izlazi novi L2 okvir



Primer rutiranja

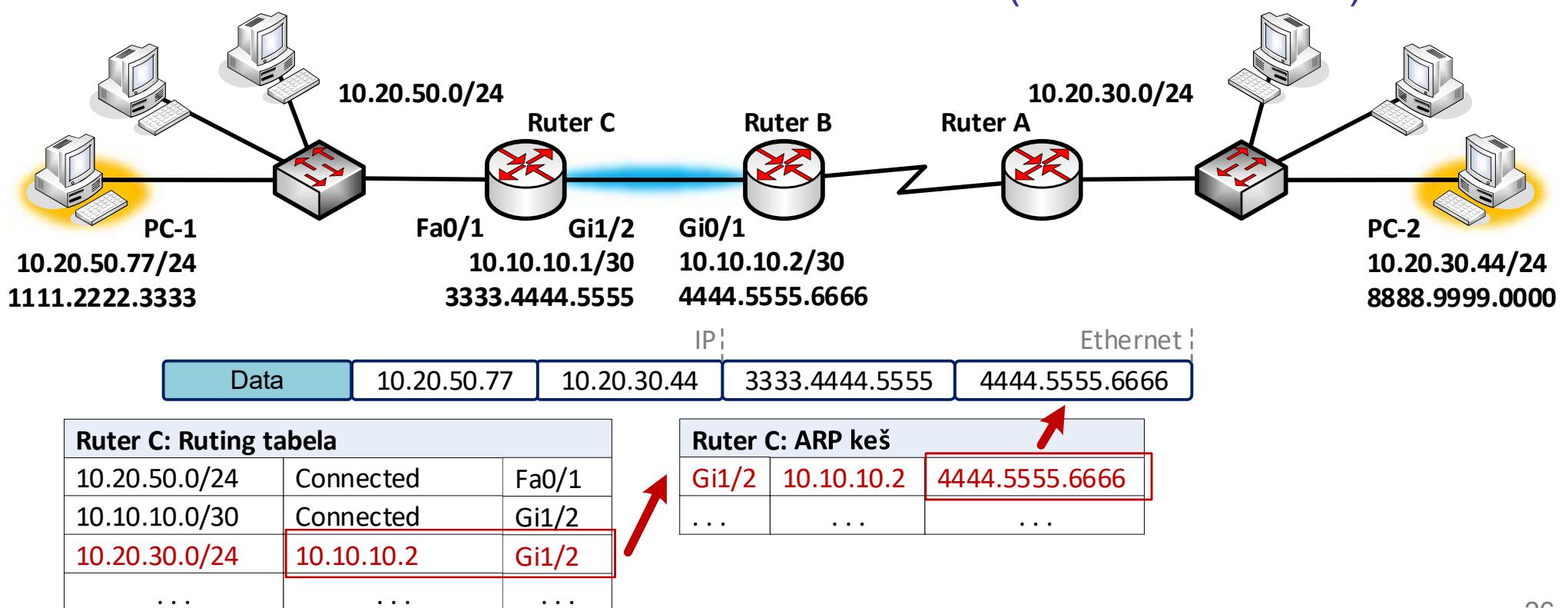
- PC-1 šalje IP paket za PC-2: 10.20.50.77 => 10.20.30.44
 - PC-1 prosleđuje paket na *default gateway* (10.20.50.1)
 - Gleda se ARP keš za adresu 10.20.50.1
 - Nađena MAC adresa se koristi kao odredište u Ethernet okviru (2222.3333.4444)



Primer rutiranja

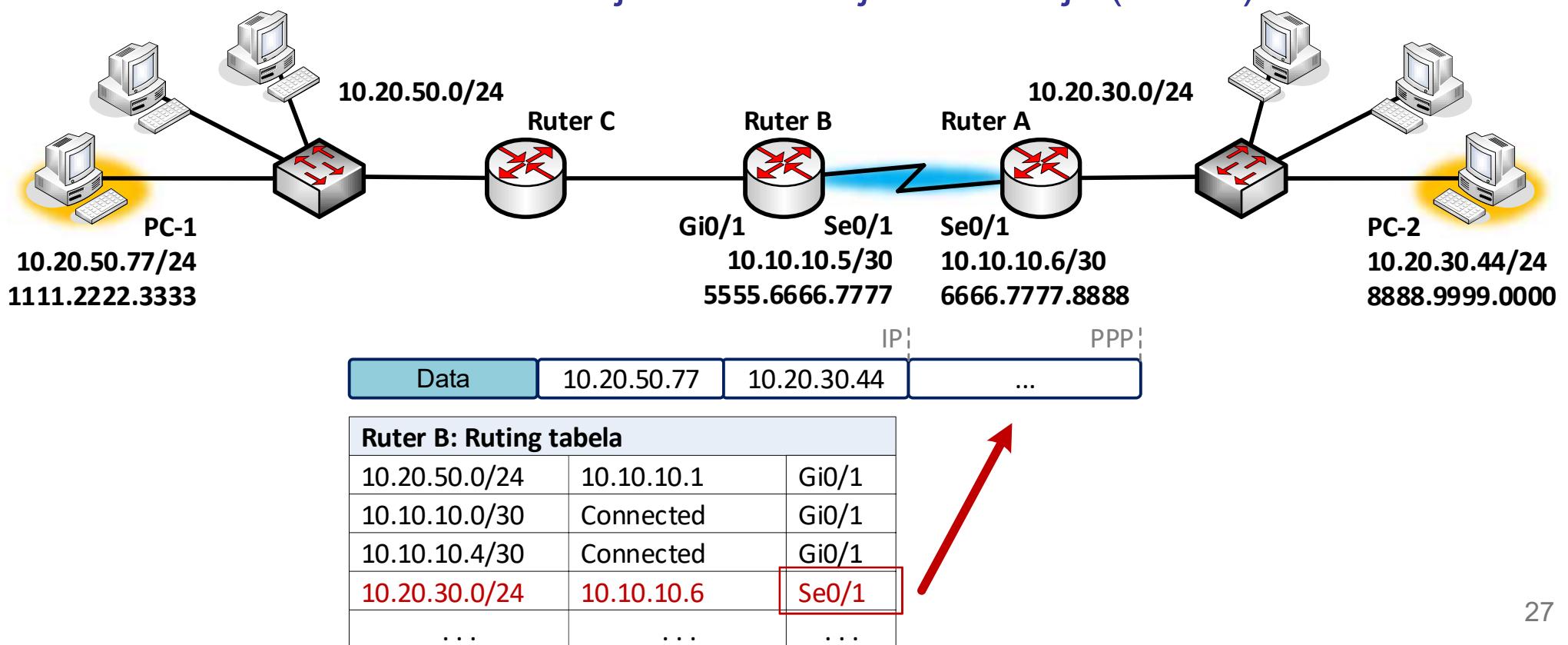
- Ruter C

- Preuzima Ethernet okvir i gleda odredišnu IP adresu
- U ruting tabeli se nalazi uparena mreža ($10.20.30.0/24$) i *next-hop* ($10.10.10.2$)
- Za *next-hop* se traži ulaz u ARP kešu
- Nađena MAC adresa se koristi kao odredište ($4444.5555.6666$)



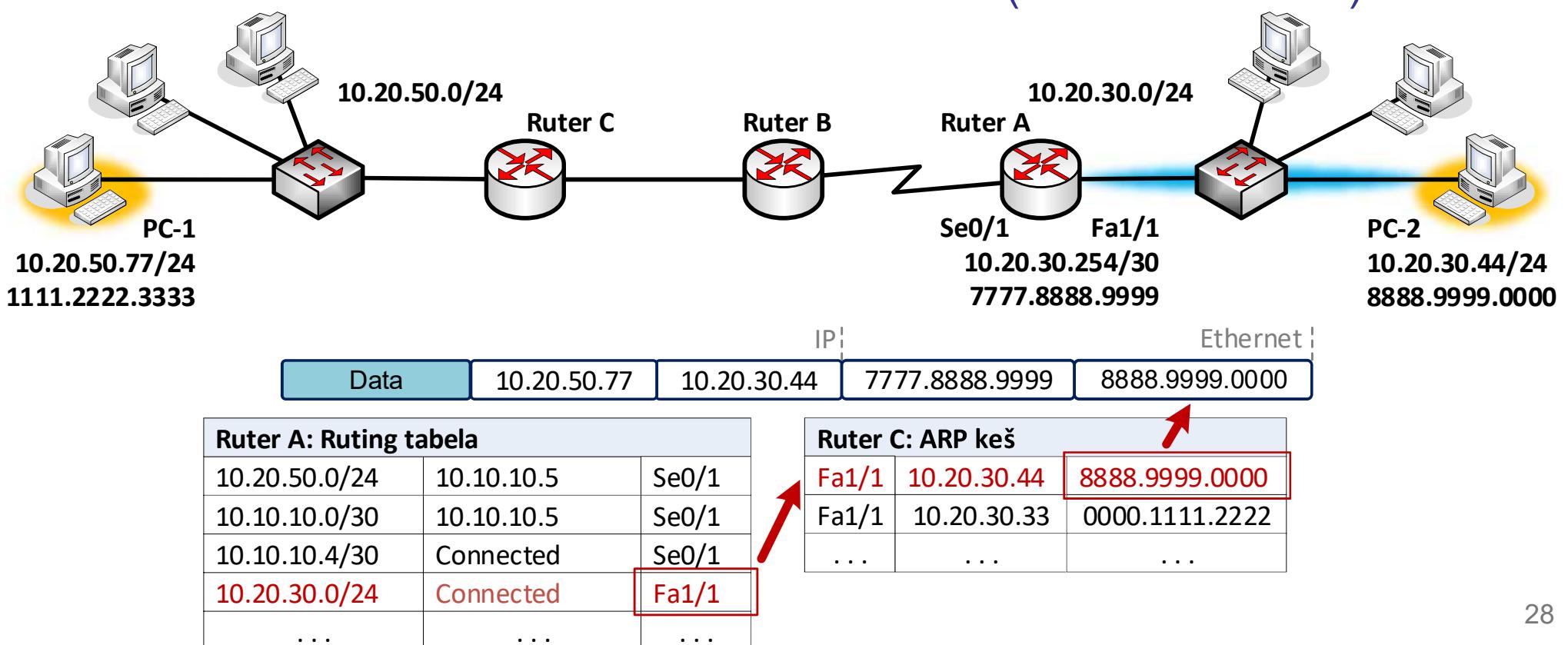
Primer rutiranja

- Ruter B
 - Preuzima Ethernet okvir i gleda odredišnu IP adresu
 - U ruting tabeli se nalazi uparena mreža ($10.20.30.0/24$) i *next-hop* ($10.10.10.6$)
 - *Next-hop* je na serijskom interfejsu sa PPP protokolom
 - Formira se PPP okvir i šalje se na serijski interfejs (Se0/1)



Primer rutiranja

- Ruter A
 - Preuzima PPP okvir i gleda odredišnu IP adresu
 - U ruting tabeli se nalazi uparena mreža (10.20.30.0/24) koja je direktno povezana na ruter
 - Za odredišnu adresu (10.20.30.44) se traži ulaz u ARP kešu
 - Nađena MAC adresa se koristi kao odredište (8888.9999.0000)



ICMP - *Internet Control Message Protocol*

- Za slanje kontrolnih poruka o radu IP mreže
- Enkapsulira se u IP poruku
 - Ne smatra protokolom transportnog nivoa, jer ne služi za transport aplikativnih podataka
- Dve osnovne grupe
 - *Error message* – poruke o greškama
 - *Query message* – poruke uputa (*Request*) i odgovora na upite (*Reply*)
- Vrste ICMP poruka
 - *Destination Unreachable*
 - *Time Exceeded*
 - *Redirect*
 - *Echo Request, Echo Reply*

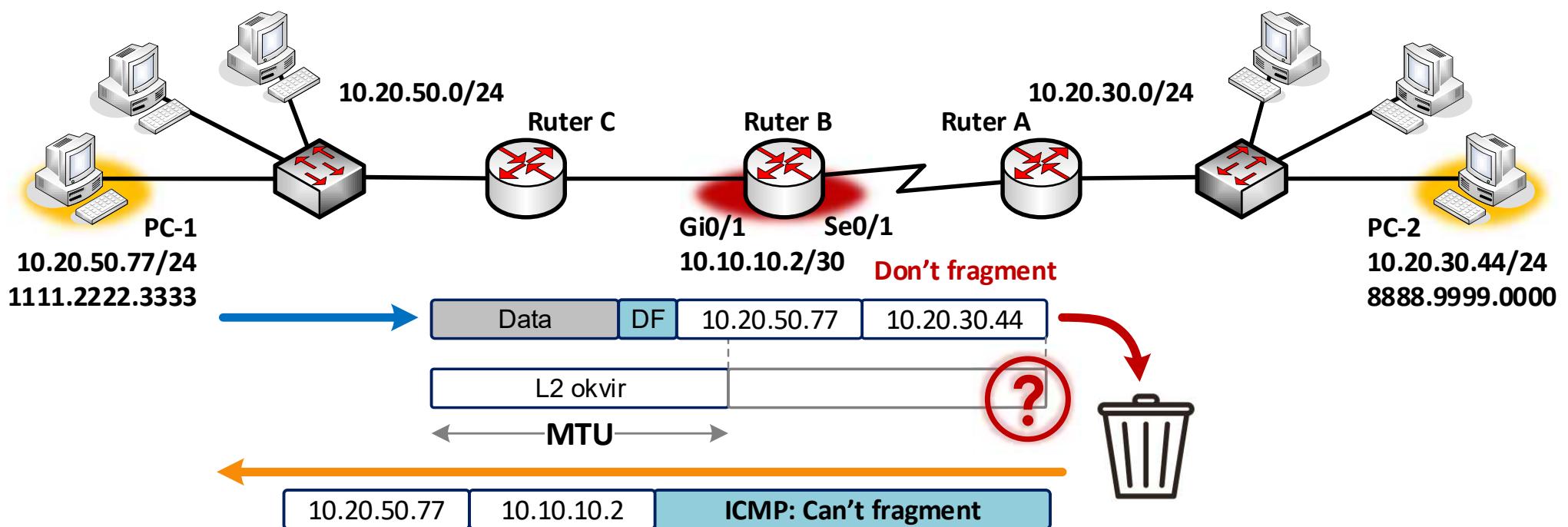
ICMP - Destination Unreachable

- Poruke o grešci – ICMP *Error Message*
- Kada paket ne može da se dalje prenese:
 - Paket se odbacuje
 - Obaveštava se izvorišni uređaj da je paket odbačen
ICMP Destination Unreachable
 - Sadrži prvih 100 bajtova originalnog paketa, da bi izvorišni uređaj prepoznao koji je paket odbačen
- Vrste ICMP *Destination Unreachable* poruka
 1. *Can't fragment*
 2. *Network Unreachable*
 3. *Host unreachable*
 4. *Protocol unreachable*
 5. *Port unreachable*

ICMP Destination Unreachable

- **ICMP Can't fragment**

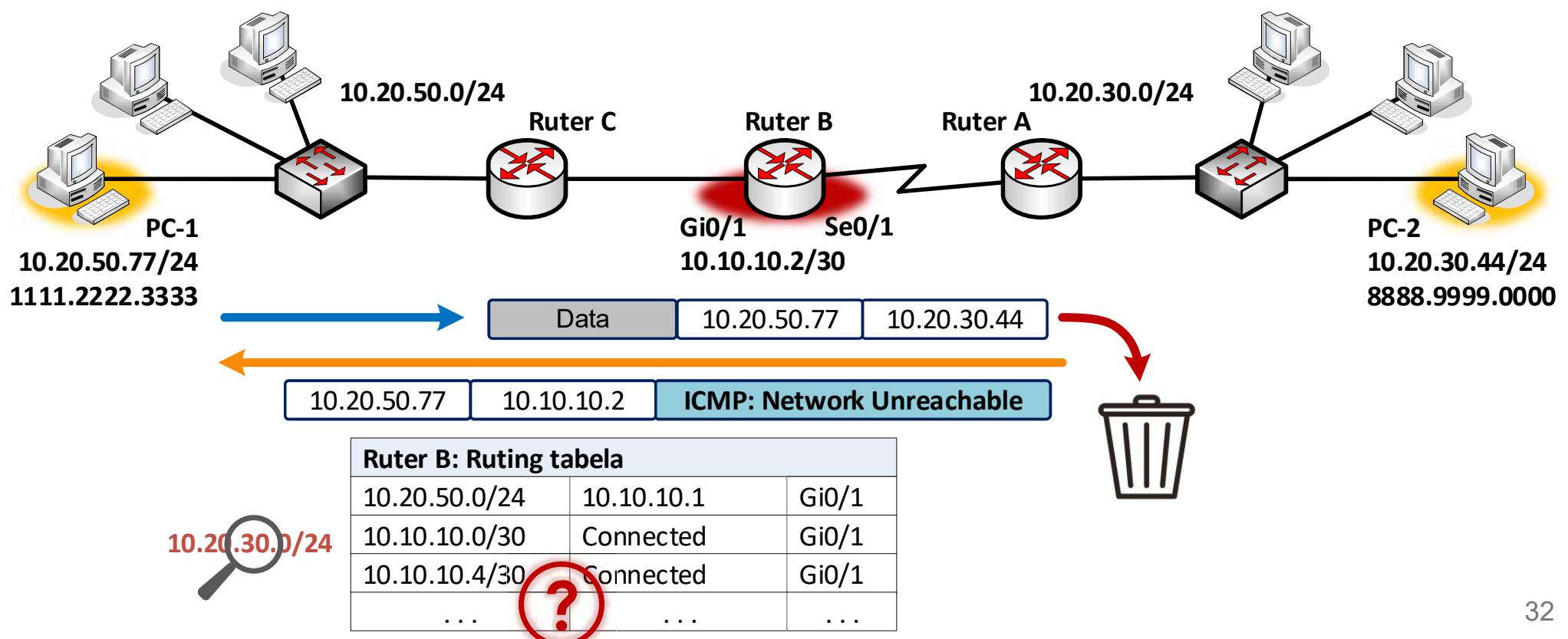
- IP paket je veći od MTU vrednosti u narednom L2 segmentu, a setovan je „Don't fragment“ flag
- Paket se odbacuje, jer ne može da se fragmentira
- **Ruter** obaveštava izvorišni uređaj da je paket uništen



ICMP Destination Unreachable

- **ICMP Network Unreachable**

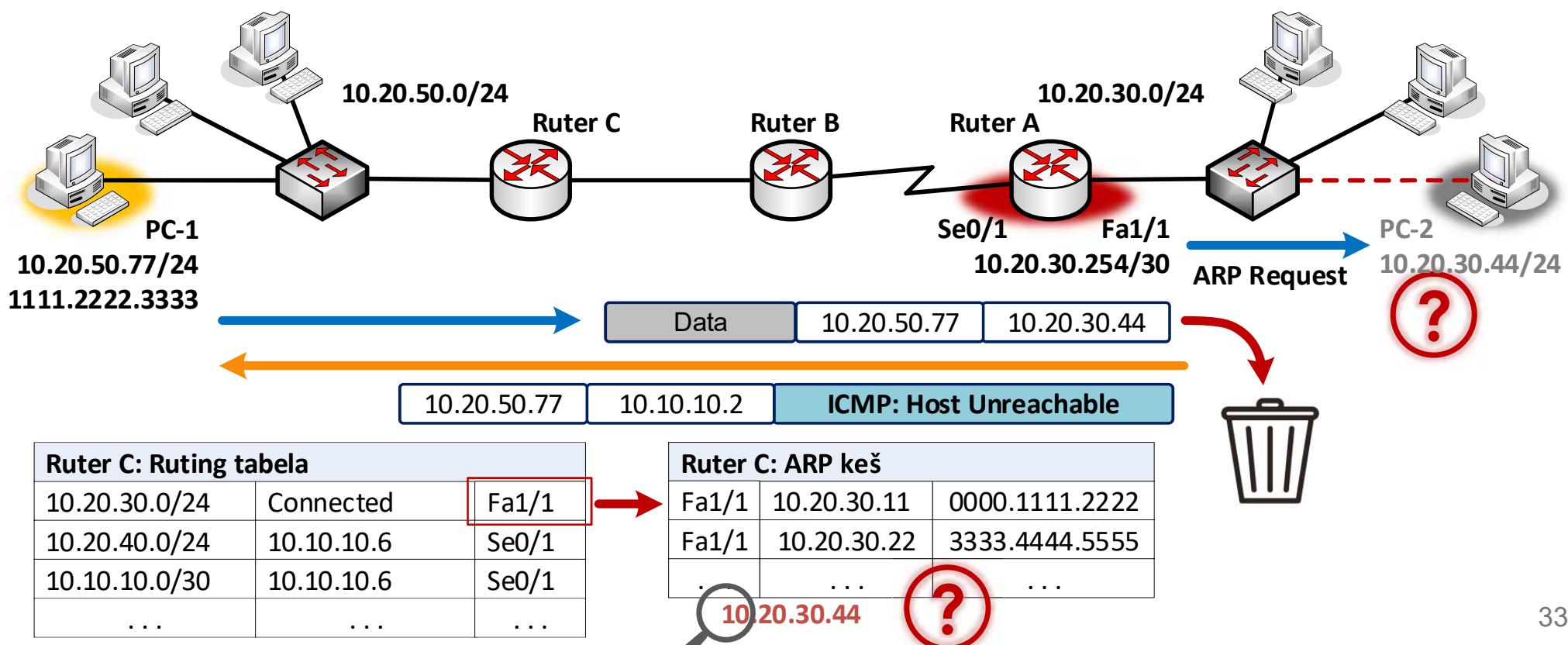
- U ruting tabeli rutera ne postoji mreža kojoj odgovara odredišna adresa
- Paket se odbacuje, jer ne može da se rutira
- **Ruter** obaveštava izvorišni uređaj da je paket uništen



ICMP Destination Unreachable

- **ICMP Host Unreachable**

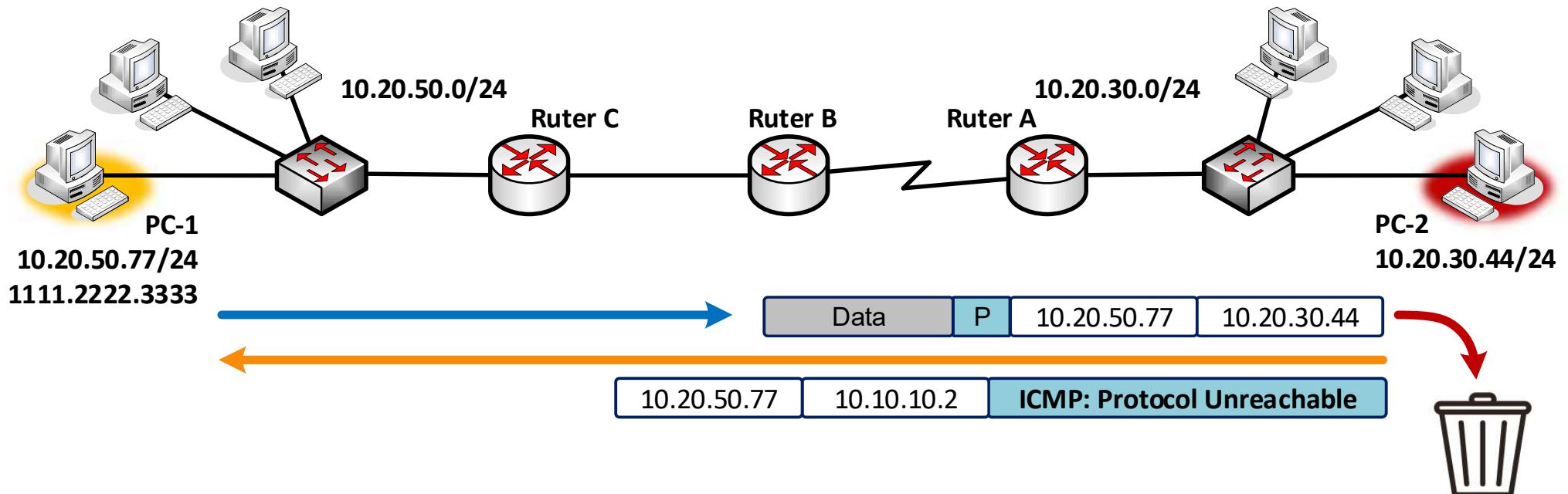
- IP poruka treba da se prosledi na direktno povezani mrežu
- IP adresa odredišta se ne nalazi u ARP kešu
- Šalje se ARP Request poruka, ali se niko ne odaziva (uređaj nedostupan)
- Paket se odbacuje, o čemu **ruter** obaveštava izvorišni uređaj



ICMP Destination Unreachable

• ICMP Protocol Unreachable

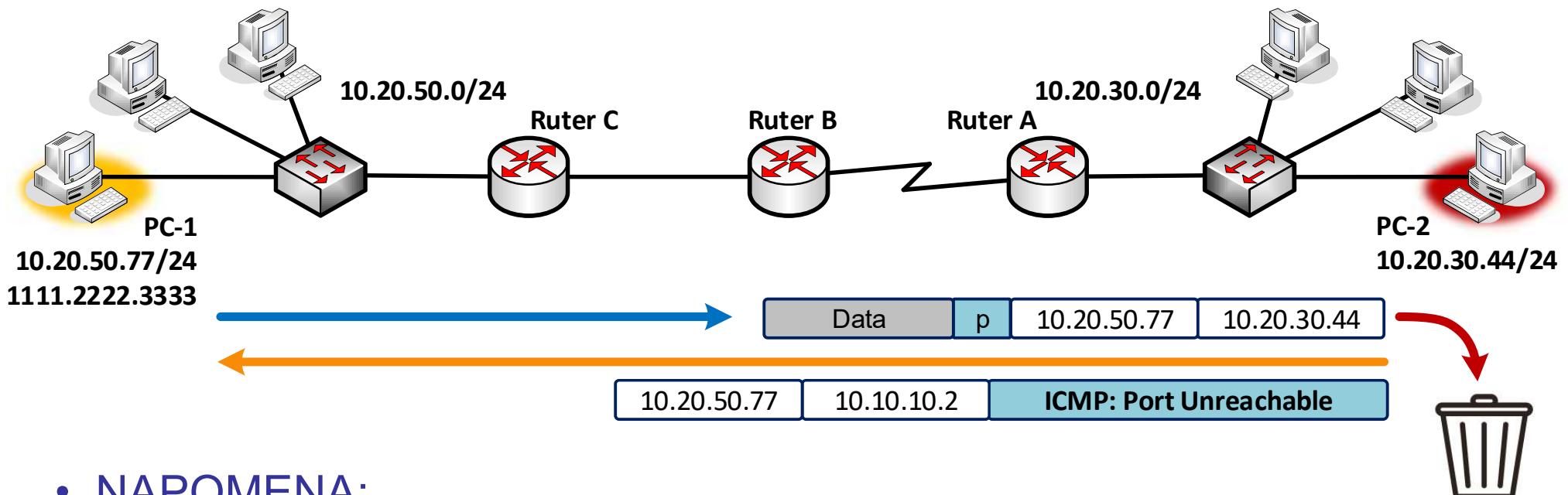
- Paket je stigao do IP nivoa odredišnog uređaja
- Ne postoji protokol na 4. nivou koji je naznačen u zaglavju IP paketa
- Paket se odbacuje, o čemu **odredišni uređaj** obaveštava izvorišni uređaj



ICMP Destination Unreachable

• ICMP Port Unreachable

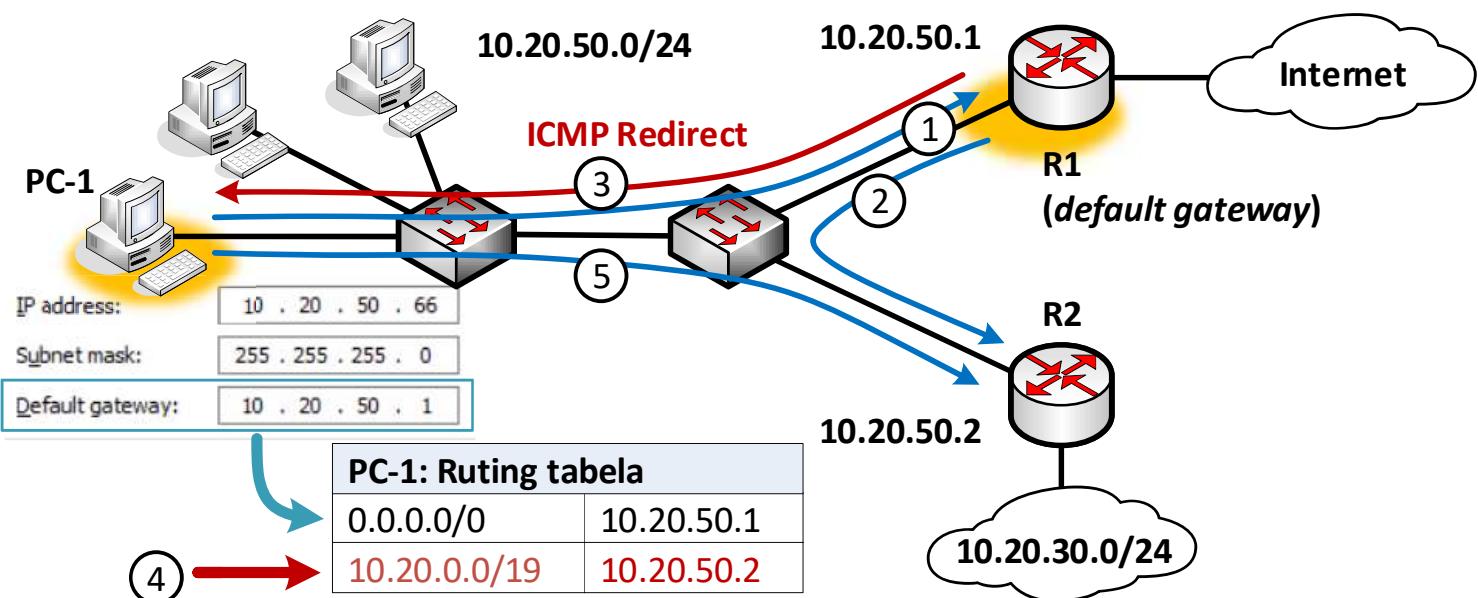
- Paket je stigao do 4. nivoa odredišnog uređaja
- Ne postoji aplikacija („otvoren port“) koja je naznačena u zaglavlju poruke 4. nivoa
- Paket se odbacuje, o čemu **odredišni uređaj** obaveštava izvořišni uređaj



- NAPOMENA:
 - Port – broj od dva bajta koji identificiše aplikaciju na uređaju

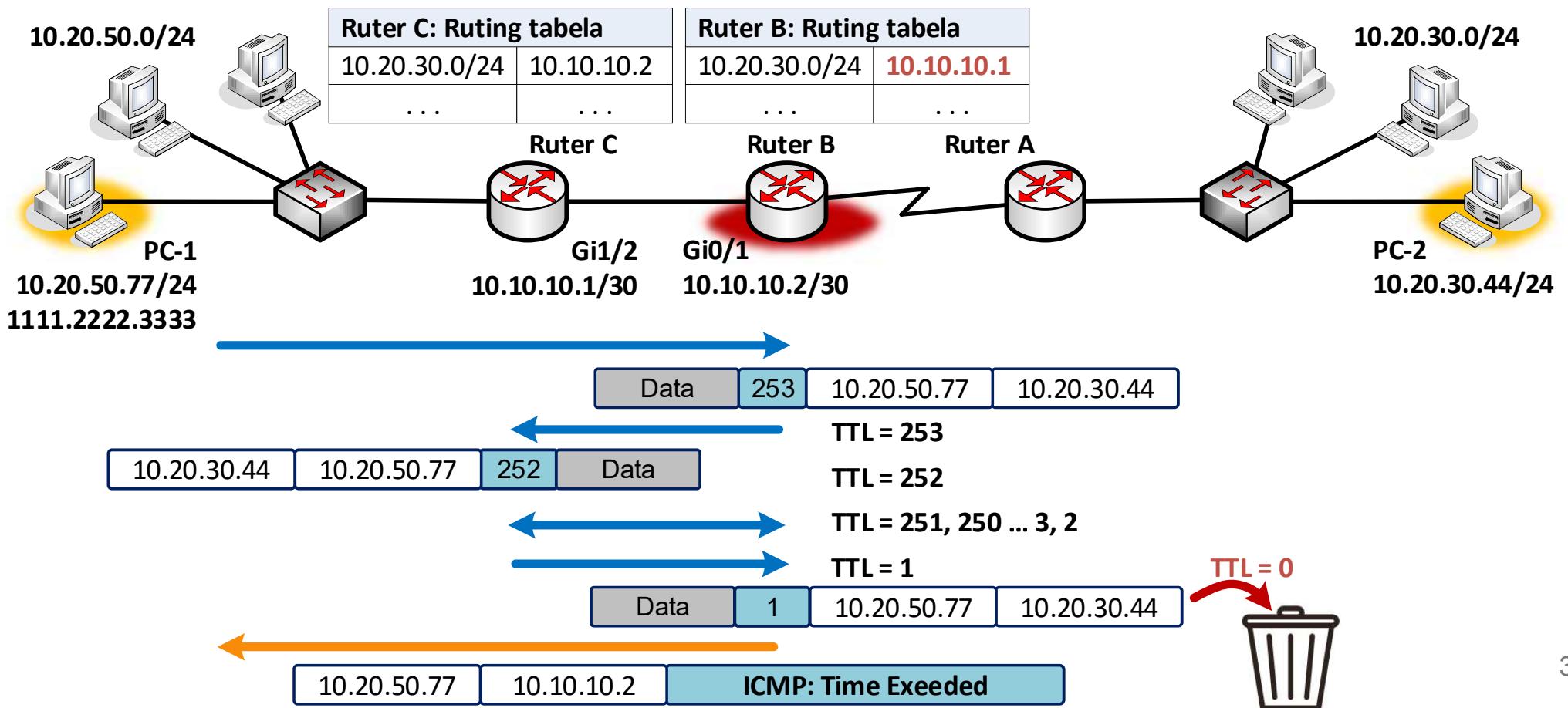
ICMP Redirect

- Kada je više rutora povezano na LAN mrežu
- *Default gateway* obaveštava uređaj da za odredište postoji bolja specifičnija ruta
 1. PC-1 šalje paket na *default gateway* za mrežu 10.20.30.0/24
 2. *Default gateway* prosleđuje paket do drugog rutora na istoj LAN mreži
 3. *Default gateway* obaveštava PC-1 da za odredište postoji bolja ruta
 4. Nova specifičnija ruta se upisuje u ruting tabelu računara PC-1
 5. PC-1, koristeći novu rutu, naredne pakete šalje direktno na ruter R2



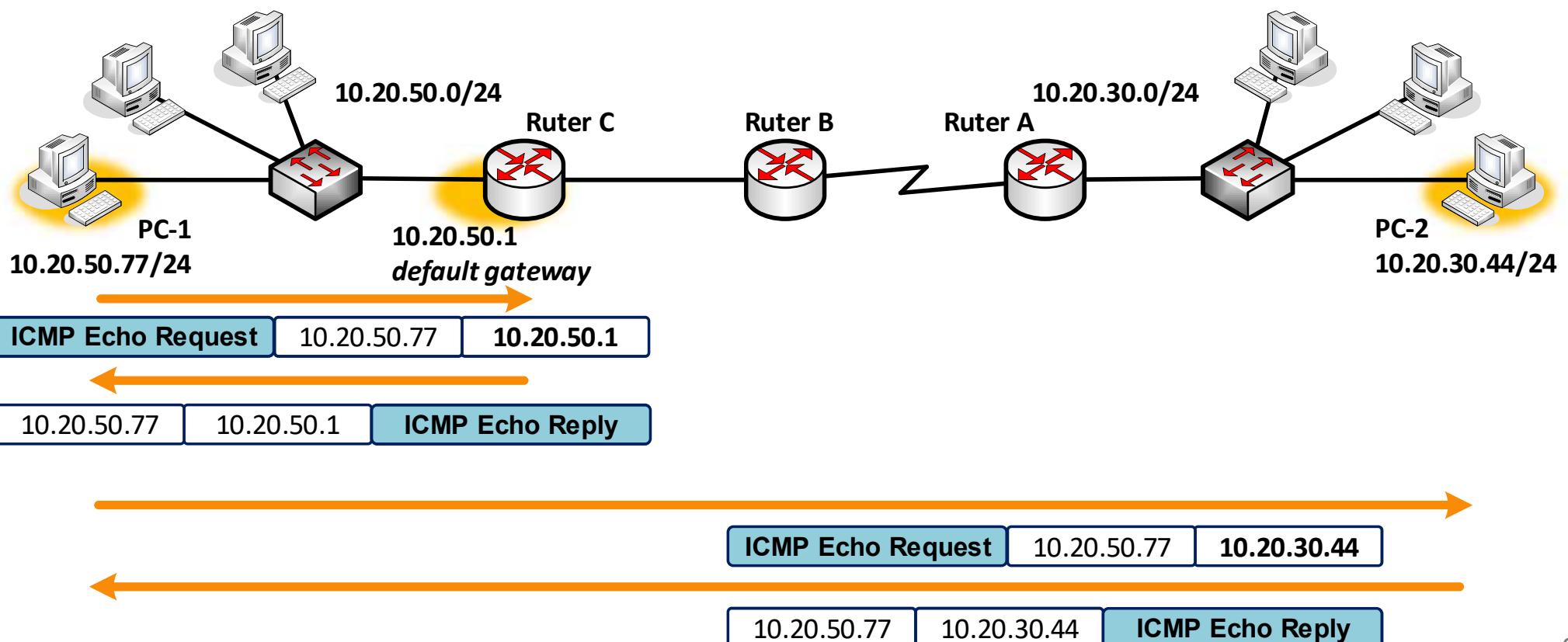
ICMP Time Exceeded

- IP paketi se šalju sa postavljenim poljem TTL (*Time-To-Live*), npr. 255
 - Svaki ruter pri rutiranju smanjuje TTL za 1
 - Kada TTL dostigne nula, paket se odbacuje, o čemu **ruter** obaveštava izvorišni uređaj
 - Obično se javlja kada postoji petlja u rutiranju (Ruter A \leftrightarrow Ruter B)



ICMP Echo Request/Reply - ping

- Ping komanda - provera dostupnost na IP nivou (*reachability*)
 - Šalje se ICMP Echo Request na proizvoljnu IP adresu
 - Odgovara se sa ICMP Echo Reply porukom



Komande za dijagnostiku - *ping*

- Ping komanda (Windows, Linux, ruteri)
 - Prikazuje se broj poslatih i primljenih paketa, procenat izgubljenih paketa, vreme između slanja i prijema paketa (RRT – *Round Trip Time*)
 - Provera dostupnosti i kvaliteta veze

```
amres-core-R>ping www.google.com
Translating "www.google.com"...domain server (147.91.1.5) [OK]
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 216.58.206.68, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 32/33/36 ms
amres-core-R>
```

```
C:\Windows\System32>ping www.google.com

Pinging www.google.com [216.58.214.196] with 32 bytes of data:
Reply from 216.58.214.196: bytes=32 time=39ms TTL=50

Ping statistics for 216.58.214.196:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 39ms, Maximum = 39ms, Average = 39ms

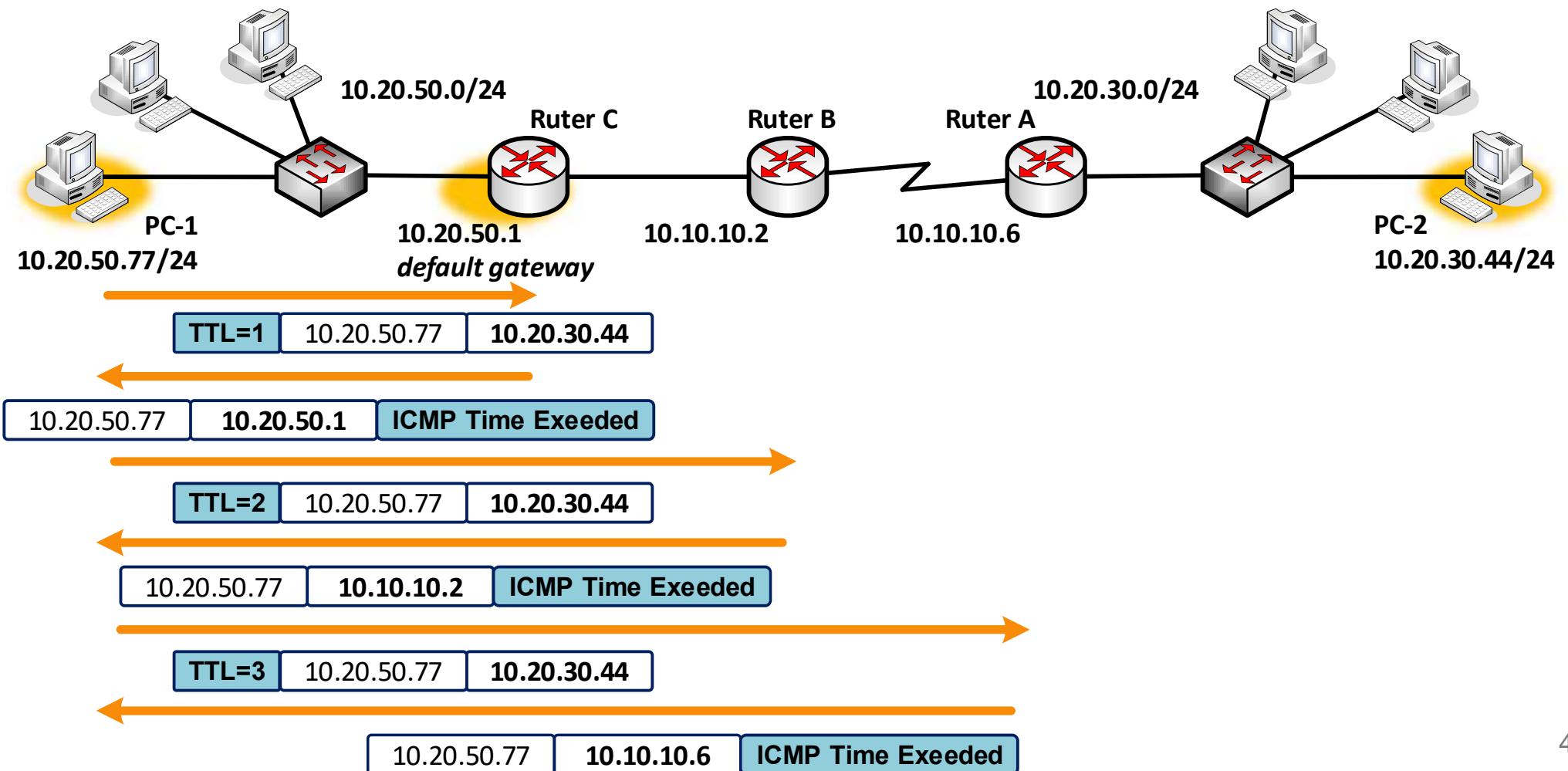
C:\Windows\System32>
```

```
Linux# ping -c 3 www.google.com
PING www.google.com (216.58.206.68) 56(84) bytes of data.
64 bytes from mil07s08-in-f4.1e100.net (216.58.206.68): icmp_seq=1 ttl=53 time=22.4 ms
64 bytes from mil07s08-in-f4.1e100.net (216.58.206.68): icmp_seq=2 ttl=53 time=22.5 ms
64 bytes from mil07s08-in-f4.1e100.net (216.58.206.68): icmp_seq=3 ttl=53 time=22.5 ms

--- www.google.com ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4006ms
rtt min/avg/max/mdev = 22.490/22.556/22.621/0.048 ms
```

Komande za dijagnostiku - traceroute

- Traceroute – pronađi rutere na putu do odredišta
- Šalje paketa sa TTL=1, 2, 3, ...
- Ruteri na putu redom odgovaraju sa ICMP Time Exceeded



Komande za dijagnostiku - *traceroute*

- Primer
 - Windows: **tracert**, Linux, Cisco: **traceroute**
 - Šalju se po 3 ICMP ili UDP poruke u svakom koraku
 - Prikazuje se RTT vreme za svaku poslatu poruku
- Ruteri ponekad zabranjuju ICMP *Echo* poruke
 - Ruter u tom koraku ostaje neotkriven

```
C:\Windows\System32>tracert www.google.com

Tracing route to www.google.com [216.58.214.196]
over a maximum of 30 hops:

 1  <1 ms    <1 ms    <1 ms  wlan10-gw.rcub.bg.ac.rs [147.91.4.1]
 2  <1 ms    <1 ms    <1 ms  amres-j-r.amres.ac.rs [147.91.6.129]
 3  <1 ms    <1 ms    <1 ms  amres-mpls-core---amres-ip-core-amres-ip.amres.ac.rs [147.91.5.144]
 4  <1 ms    <1 ms    <1 ms  amres-ip-core---amres-mpls-core-amres-ip.amres.ac.rs [147.91.5.145]
 5    7 ms    10 ms    7 ms   it2.it1.eumedconnect.net [83.97.88.5]
 6   21 ms    21 ms   21 ms   62.40.98.45
 7   21 ms    21 ms   21 ms  ae8.mx1.mil2.it.geant.net [62.40.98.188]
 8   22 ms    22 ms   28 ms   72.14.203.32
 9   21 ms    20 ms   21 ms  108.170.245.73
10   26 ms    26 ms   25 ms  72.14.233.132
11   43 ms    41 ms   41 ms  108.170.236.250
12   40 ms    40 ms   40 ms  74.125.242.225
13   41 ms    41 ms   41 ms  72.14.233.75
14   39 ms    39 ms   39 ms  bud02s23-in-f4.1e100.net [216.58.214.196]

Trace complete.
```

Listanje sadržaja ruting tabela

- Cisco:

- **show ip route**

```
cisco>show ip route
Routing entry for 147.91.0.0/16, 304 known subnets
  Attached (5 connections)
    Variably subnetted with 12 masks

  O E1      212.200.228.92 [110/32] via 147.91.7.65, 00:00:35, Ethernet1/0
  O E2      212.62.33.0/24 [110/20] via 147.91.7.77, 00:00:35, Ethernet1/0
    147.91.0.0/16 is variably subnetted, 304 subnets, 12 masks
  O IA      147.91.200.0/22 [110/12] via 147.91.7.93, 18:49:41, Ethernet1/0
  O IA      147.91.132.64/28 [110/12] via 147.91.7.92, 18:49:41, Ethernet1/0
  .....
  O IA      147.91.4.192/28 [110/11] via 147.91.7.65, 18:49:41, Ethernet1/0
  C      147.91.7.64/26 is directly connected, Ethernet1/0
  O IA      147.91.217.128/25 [110/11] via 147.91.7.96, 18:49:43, Ethernet1/0
  O E2      147.91.221.128/25 [110/20] via 147.91.7.65, 02:39:31, Ethernet1/0
  O*E2  0.0.0.0/0 [110/1] via 147.91.7.65, 00:04:37, Ethernet1/0
  O      147.91.0.83/32 [110/11] via 147.91.7.117, 18:49:43, Ethernet1/0
  O IA      147.91.212.128/26 [110/12] via 147.91.7.65, 18:49:43, Ethernet1/0
```

- Windows:

- **route print**

```
C:\Documents and Settings>route print
Active Routes:
Network Destination          Netmask         Gateway        Interface Metric
          0.0.0.0          0.0.0.0   147.91.4.1    147.91.4.8    20
          127.0.0.0        255.0.0.0  127.0.0.1    127.0.0.1     1
        147.91.4.0        255.255.255.128 147.91.4.8    147.91.4.8    20
        147.91.4.8        255.255.255.255 127.0.0.1    127.0.0.1    20
      147.91.255.255        255.255.255.255 147.91.4.8    147.91.4.8    20
          224.0.0.0        240.0.0.0  147.91.4.8    147.91.4.8    20
        255.255.255.255        255.255.255.255 147.91.4.8    147.91.4.8     1
Default Gateway:             147.91.4.1
```

- Linux:

- **route**

```
Linux# route
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask        Flags Metric Ref  Use Iface
 147.91.3.8     *           255.255.255.248 U        0      0      0 eth0
 10.0.9.0       *           255.255.255.0   U        0      0      0 eth1
 169.254.0.0    *           255.255.0.0    U        0      0      0 eth1
 default        147.91.3.9  0.0.0.0      UG       0      0      0 eth0
```

Pregled interfejsa - *ipconfig*

- Pregled parametara mrežnih interfejsa na Windows računaru:
 - **ipconfig**

```
C:\Windows\System32>ipconfig /all

Ethernet adapter Ethernet 3:

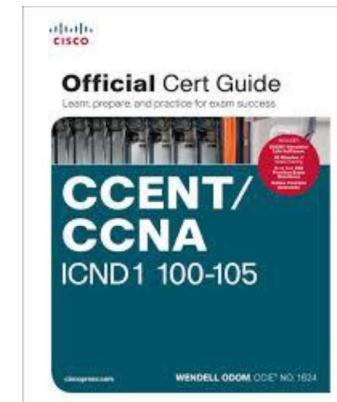
  Connection-specific DNS Suffix  . :
  Description . . . . . : Cisco AnyConnect Secure Mobility Client Virtual
  Miniport Adapter for Windows x64
  Physical Address. . . . . : 00-05-9A-3C-7A-00
  DHCP Enabled. . . . . : No
  Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
  IPv4 Address. . . . . : 172.16.7.222(Preferred)
  Subnet Mask . . . . . : 255.255.0.0
  Default Gateway . . . . . :
  DNS Servers . . . . . : 172.16.0.103
  NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled

Ethernet adapter Ethernet 4:

  Connection-specific DNS Suffix  . :
  Description . . . . . . . . . : Intel(R) Ethernet Connection (2) I219-V
  Physical Address. . . . . . . . . : 90-1B-0E-ED-C9-2A
  DHCP Enabled. . . . . . . . . : No
  Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
  IPv4 Address. . . . . . . . . : 147.91.4.72(Preferred)
  Subnet Mask . . . . . . . . . : 255.255.255.128
  Default Gateway . . . . . . . . . : 147.91.4.62
  DNS Servers . . . . . . . . . : 147.91.4.64
                                         147.91.1.5
  NetBIOS over Tcpip. . . . . . . . . : Enabled
```

Literatura

- Wendell Odom
„CCNA - Cisco official exam certification guide“
Cisco Press



- James Kurose, Keith Ross
„Computer Network - A Top-Down Approach“
- James Kurose, Keith Ross
„Umrežavanje računara: Od vrha ka dnu“
prevod 7. izdanja
CET

