

## ВЕЖБА 2

### КОНФИГУРАЦИЈА РУТЕРА – IP ПРОТОКОЛ И АДРЕСИРАЊЕ, СТАТИЧКО РУТИРАЊЕ IP САОБРАЋАЈА

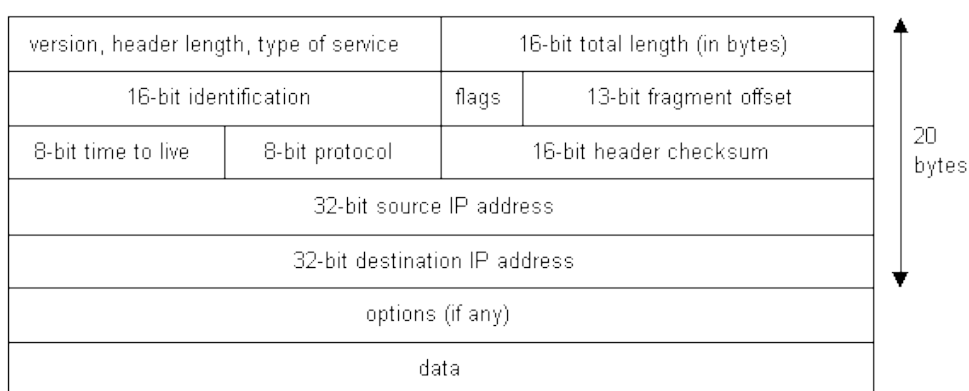
**Опис вежбе:**

Циљ ове вежбе је да се студенти упознају са IP протоколом као основним мрежним протоколом у модерним рачунарским мрежама. Биће објашњен појам IP адресе, како је извршена подела IP адресног опсега и како се врши избор адреса које ће бити додељене у једној рачунарској мрежи са примером конфигурације мрежних уређајас. Поред тога, посебан акценат биће стављен на рутирање IP саобраћаја у рачунарској мрежи и подешавање статичког рутирања на рутерима.

## IP ПРОТОКОЛ

IP протокол (енг. *Internet Protocol*) представља најзаступљенији мрежни протокол у модерним рачунарским мрежама. Главна сврха овог протокола је да обезбеди испоруку пакета (односно датаграма) од изворишног до одредишног уређаја, односно апликације. Испорука је базирана на IP адресирању, где сваки мрежни уређај који је повезан на мрежу поседује уникатну IP адресу. У зависности од верзије IP протокола, IP адреса може бити дужине 32 бита (IP протокол верзије 4 – IPv4) или 128 бита (IP протокол верзије 6 – IPv6).

Сваки IP пакет садржи заглавље (слика 1) у оквиру кога се уписују IP адресе изворишног (пошиљалац) и одредишног (прималац) мрежног уређаја. Рутер на основу информације о одредишној IP адреси доноси одлуку преко ког интерфејса да упути пакет ка одредишту.



Слика 1 – Изглед пакета код протокола IPv4

Како је дужина адресе 32 бита код IPv4 протокола, ради лакшег рада са самим адресама, договорено је да се IP адресе пишу у децималној нотацији са тачком тако што оформљавамо 4 групе од по 8 бита и као такве пишемо децимално. У следећем примеру је приказана једна IP адреса у бинарном облику, као и њен еквивалент у децималном облику са тачком.

11000001 01010010 00001000 00001011

193 . 82 . 8 . 11

Како би се боље управљало адресним простором (0.0.0.0 – 255.255.255.255), исти је подељен на следеће класе

- Класа А: 0.0.0.0 – 127.255.255.255 са маском подмреже 8 (/8);
- Класа Б: 128.0.0.0 – 191.255.255.255 са маском подмреже 16 (/16);
- Класа Ц: 192.0.0.0 – 223.255.255.255 са маском подмреже 24 (/24);
- Класа Д: 224.0.0.0 – 239.255.255.255 без маске подмреже;
- Класа Е: 240.0.0.0 – 255.255.255.255 без маске подмреже.

Маска подмреже носи информацију колико битова гледано са лева на десно код IP адресе припада делу за адресу мреже, а колико бита преостаје за адресирање хостова у самој мрежи. На пример, ако имамо конкретну адресу 165.16.56.4/16, анализом можемо утврдити да адреса припада класи Б, при чему се користи подразумевана маска за подмрежу 16. То значи да првих 16 битова ове адресе означава адресу мреже (165.16.), док преосталих 16 битова означава једну конкретну адресу из поменутог мреже (.56.4).

Два мрежна уређаја (рачунара) могу комуницирати директно без посредства рутера само ако су им додељене адресе из исте мреже, тј. подмреже. У табели 1 су приказани примери IP адреса из исте и из различитих IP мрежа.

Пример 1	Пример 2
165.16.56.4/16	165.16.56.4/16
165.16.196.32/16	165.17.196.32/16
Ова два рачунара имају адресе из исте мреже (165.16.) и могу да комуницирају без посредства рутера	Ова два рачунара имају адресе из различитих мрежа (165.16. и 165.17.), те је због тога употреба рутера неопходна како би комуникација била изводљива

Табела 1 – Примери адреса из исте и из различитих IP мрежа

Како би систем за испоруку пакета на основу IP адреса могао да функционише, неопходно је да се испоштује правило да сваки мрежни уређај на Интернету или у локалној рачунарској мрежи има уникатну IP адресу. Како би била успостављена контрола над IP адресним простором, основана је глобална агенција под називом IANA (енг. *Internet Assigned Numbers Authority*), која за циљ има да изврши координацију доделе адреса. Идеја је да IANA додели адресне опсеге регионалним Интернет регистрима, који даље додељују подопсеге локалним Интернет регистрима. Локални Интернет регистри су задужени да обезбеде адресе Интернет сервис провајдерима који их даље додељују крајњим корисницима.

У сврху спречавања расипања адреса на појединачне кориснике, дефинисана су три опсега адреса из сваке класе који су проглашени приватним, што значи да их могу користити сви за потребе адресирања у локалним рачунарским мрежама, без потребе да се добије сагласност за примену истих. Како би се обезбедила могућност повезивања локалне рачунарске мреже у којој се користе приватне IP адресе са Интернетом, неопходно је да рутер који обезбеђује везу локалној рачунарској мрежи према Интернет сервис провајдеру, има јавну IP адресу (додељује је ISP). У том случају сав саобраћај из LAN-а, а који потиче са приватних IP адреса, се преводи у јавну адресу рутера која је уникатна. Опсези приватних адреса су:

- 10.0.0.0/8 (10.0.0.0 – 10.255.255.255)
- 172.16.0.0/12 (172.16.0.0 – 172.31.255.255)
- 192.168.0.0/16 (192.168.0.0 – 192.168.255.255)

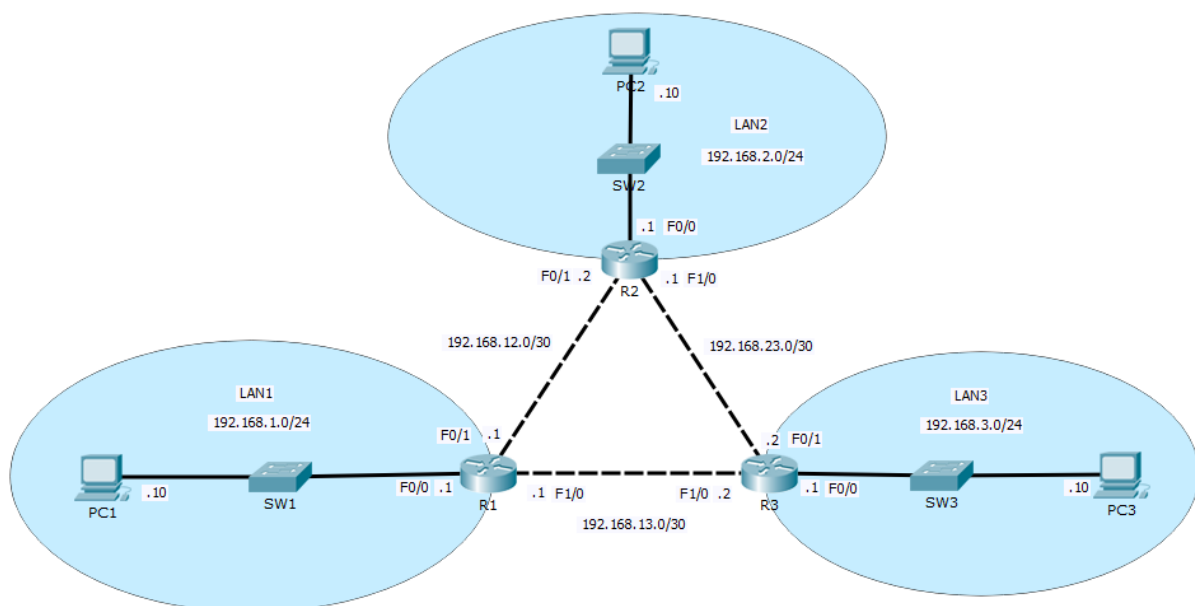
## Рутирање у рачунарским мрежама

Рутирање представља процес у рачунарским мрежама који се одвија на рутерима, где се на основу одредишне IP адресе пристиглог пакета, одређује на који страну рутер треба да проследи тај пакет. Како би рутирање функционисало, рутер мора да буде конфигурисан тако да има информације о свим IP мрежама које су доступне и преко којих интерфејса су доступне. У случају да рутер мора да обезбеди везу и рутирање ка Интернету, немогуће је конфигурирати исти тако да има информације о свим мрежама на глобалном нивоу. Уместо тога дефинише се подразумевани пролаз, односно куда треба упутити пакете за које рутер нема информацију о мрежи на коју указује одредишна адреса (најчешће ка ISP-у). Све информације о доступним мрежама, односно рутама, рутер чува у табели рутирања. Записи у табели рутирања могу бити статички дефинисани од стране администратора рутера (статичко рутирање) или научени помоћу протокола за динамичко рутирање о којима ће бити речи и следећим вежбама.

## Вежба

На слици 2 је приказан пример топологије који треба конфигурирати тако да се обезбеди комуникација са краја на крај, односно да рачунари PC1, PC2 и PC3 могу међусобно да комуницирају. Како би ово постигли неопходно је:

- Конфигурирати IP адресе на рачунарима као на слици;
- Конфигурирати рутере, односно њихове интерфејсе и доделити им IP адресе;
- Конфигурирати статичко рутирање тако да сваки рутер зна да постоје три удаљене мреже (на пример рутер R1 поред своје три директне мреже на које је повезан мора да зна да преко рутера R2 може да досегне LAN2 мрежу и да преко рутера R3 може да досегне LAN3 мрежу. Поред тога потребно је да зна да је доступна мрежа између рутера R2 и R3.

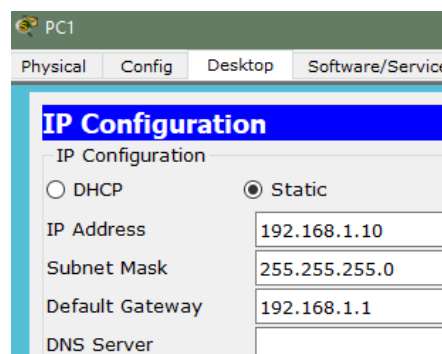


Слика 2 – Изглед топологије за реализацију

### Конфигурација рачунара PC1, PC2 и PC3

Рачунарима PC1, PC2 и PC3 треба доделити следеће IP адресе (пример приказан на слици 3):

- PC1:
  - IP адреса: 192.168.1.10 ;
  - маска подмреже 255.255.255.0 (/24) ;
  - адреса подражумеваног пролаза (енг. *Default Gateway*) је адреса интерфејса рутера у LAN1 мрежи 192.168.1.1;
- PC2 :
  - IP адреса: 192.168.2.10 ;
  - маска подмреже 255.255.255.0 (/24) ;
  - адреса подражумеваног пролаза (енг. *Default Gateway*) је адреса интерфејса рутера у LAN2 мрежи 192.168.2.1;
- PC3:
  - IP адреса: 192.168.3.10 ;
  - маска подмреже 255.255.255.0 (/24) ;
  - адреса подражумеваног пролаза (енг. *Default Gateway*) је адреса интерфејса рутера у LAN3 мрежи 192.168.3.1;



Слика 3 – Додељивање адресе рачунару PC1

### Конфигурација рутера R1

Конфигурација имена рутера:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname R1
R1(config)#
```

Конфигурација интерфејса F0/0 (ка мрежи LAN1)

```
R1(config)#interface F0/0
R1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
```

Конфигурација интерфејса F0/1 (ка рутеру R2)

```
R1(config)#interface F0/1
```

```
R1(config-if)#ip address 192.168.12.1 255.255.255.252
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
```

#### Конфигурација интерфејса F1/0 (ка рутеру R2)

```
R1(config)#interface F0/1
R1(config-if)#ip address 192.168.13.1 255.255.255.252
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
```

Пре наставка конфигурације статичких рута проверити да ли су сви мрежни сегменти оперативни, односно да ли интерфејси рутера и рачунара могу да комуницирају међусобно. У ту сврху се може искористити команда ping као у примеру испод где је са рутера R1 тестирана комуникација са рачунаром PC1:

```
R1#ping 192.168.1.10
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.10, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/0/1 ms
R1#
```

Конфигурација статичких рута се извршава у глобалном конфигурационом моду навођењем команде **ip route** при чему се као аргументи наводе адреса мреже са маском подмреже и излазни интерфејс рутера или адреса следећег рутера на путањи до одредишне мреже (next-hop).

#### Конфигурација статичке руте ка мрежи LAN2

```
R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 fastEthernet 0/1
```

#### Конфигурација статичке руте ка мрежи LAN3

```
R1(config)#ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 fastEthernet 1/0
```

#### Конфигурација статичке руте ка мрежи између рутера R2 и R3

```
R1(config)#ip route 192.168.23.0 255.255.255.252 fastEthernet 1/0
```

Или

```
R1(config)#ip route 192.168.23.0 255.255.255.252 192.168.13.2
```

#### Снимање конфигурације рутера R1

```
R1#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
R1#
```

## Конфигурација рутера R2

### Конфигурација имена рутера:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname R2
R2(config)#
```

### Конфигурација интерфејса F0/0 (ка мрежи LAN2)

```
R2(config)#interface F0/0
R2(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#
```

### Конфигурација интерфејса F0/1 (ка рутеру R1)

```
R2(config)#interface F0/1
R2(config-if)#ip address 192.168.12.2 255.255.255.252
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#
```

### Конфигурација интерфејса F1/0 (ка рутеру R3)

```
R2(config)#interface F1/0
R2(config-if)#ip address 192.168.23.1 255.255.255.252
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#
```

### Конфигурација статичке руте ка мрежи LAN1

```
R2(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 fastEthernet 0/1
```

### Конфигурација статичке руте ка мрежи LAN3

```
R2(config)#ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 fastEthernet 1/0
```

### Конфигурација статичке руте ка мрежи између рутера R1 и R3

```
R2(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.252 fastEthernet 1/0
```

Или

```
R2(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.252 192.168.12.1
```

### Снимање конфигурације рутера R2

```
R2#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
R2#
```

## Конфигурација рутера R3

### Конфигурација имена рутера:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname R3
R3(config)#
```

### Конфигурација интерфејса F0/0 (ка мрежи LAN3)

```
R3(config)#interface F0/0
R3(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#
```

### Конфигурација интерфејса F0/1 (ка рутеру R2)

```
R3(config)#interface F0/1
R3(config-if)#ip address 192.168.23.2 255.255.255.252
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#
```

### Конфигурација интерфејса F1/0 (ка рутеру R1)

```
R3(config)#interface F1/0
R3(config-if)#ip address 192.168.13.2 255.255.255.252
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#
```

### Конфигурација статичке руте ка мрежи LAN1

```
R2(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 fastEthernet 1/0
```

### Конфигурација статичке руте ка мрежи LAN2

```
R2(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 fastEthernet 0/1
```

### Конфигурација статичке руте ка мрежи између рутера R1 и R3

```
R3(config)#ip route 192.168.12.0 255.255.255.252 fastEthernet 1/0
```

Или

```
R3(config)#ip route 192.168.12.0 255.255.255.252 192.168.13.1
```

### Снимање конфигурације рутера R3

```
R3#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
R3#
```



### Провера исправности конфигурације

Ако је су адресе исправно додељене и статичке руте подешене, комуникација између рачунара из различитих LAN мрежа је могућа. У сврху тестирања извршити команду **ping** са рачунара PC1 ка рачунарима PC2 и PC3. У случају да је све исправно конфигурисано резултат команде биће примљени одговори као што је приказано на сликама 4 и 5. Исто важи и за проверу комуникације између рачунара PC2 и PC3.

```
PC>ipconfig

FastEthernet0 Connection: (default port)

    Link-local IPv6 Address . . . . . : FE80::20D:BDFF:FE5C:A9A2
    IP Address. . . . . : 192.168.1.10
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.1.1

PC> ping 192.168.2.10

Pinging 192.168.2.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.2.10: bytes=32 time=0ms TTL=126
Reply from 192.168.2.10: bytes=32 time=0ms TTL=126
Reply from 192.168.2.10: bytes=32 time=0ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.2.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

PC>|
```

Слика 4 – Провера комуникације између рачунара PC1 и PC2

```
PC>ipconfig

FastEthernet0 Connection: (default port)

    Link-local IPv6 Address . . . . . : FE80::20D:BDFF:FE5C:A9A2
    IP Address. . . . . : 192.168.1.10
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.1.1

PC> ping 192.168.3.10

Pinging 192.168.3.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.3.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.3.10: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 192.168.3.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.3.10: bytes=32 time=0ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.3.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 2ms, Average = 1ms

PC>|
```

Слика 4 – Провера комуникације између рачунара PC1 и PC3

НАПОМЕНА: До момента конфигурације статичких рута, комуникација је била могућа само између интерфејса који се налазе на истим мрежним сегментима.