

Igor Radusinović
Slovica Tomović
ETF, UCG

Performanse računarskih mreža

Performanse računarskih mreža

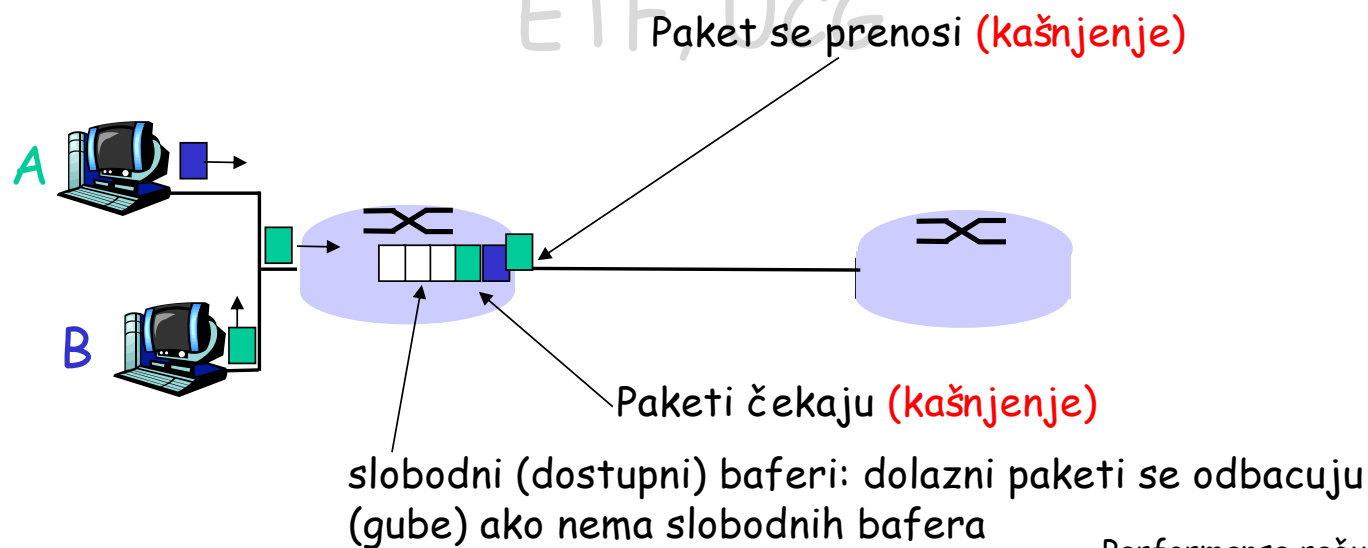
- Kašnjenje
- Gubici
- Propusnost

Igor Radusinović
Slavica Tomović
ETF, UCG

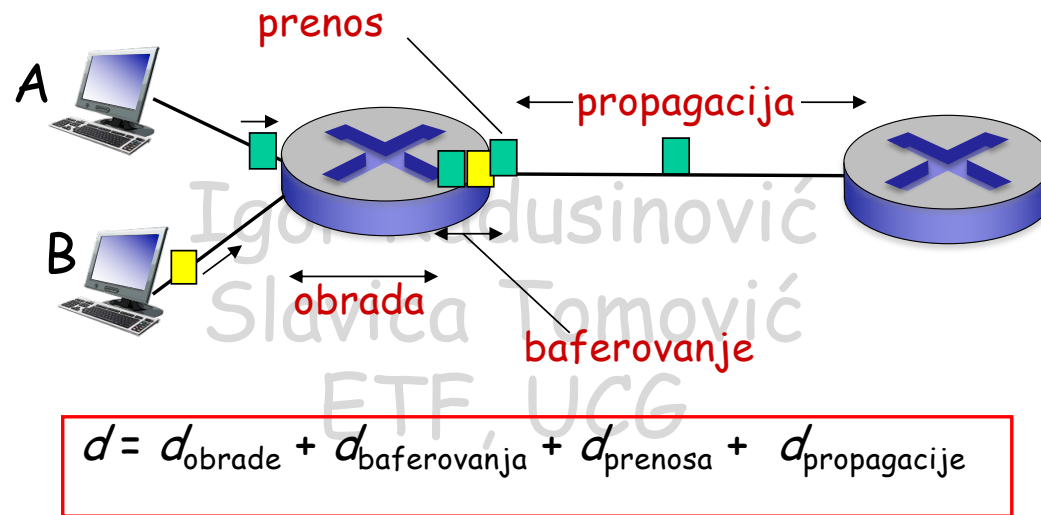
Kako nastaju gubici i kašnjenje?

Paketi se smještaju u bafere rutera i formiraju redove čekanja (*queue*)

- ❑ Paket se smješta u bafer ako odlazni link nije slobodan
- ❑ Ako je dolazna brzina paketa približna ili prevazilazi brzinu prenosa odlaznog linka bafer počinje da se puni
- ❑ Ako paket koji dolazi zatiče pun bafer onda on, po pravilu, biva odbačen



Četiri izvora kašnjenja paketa



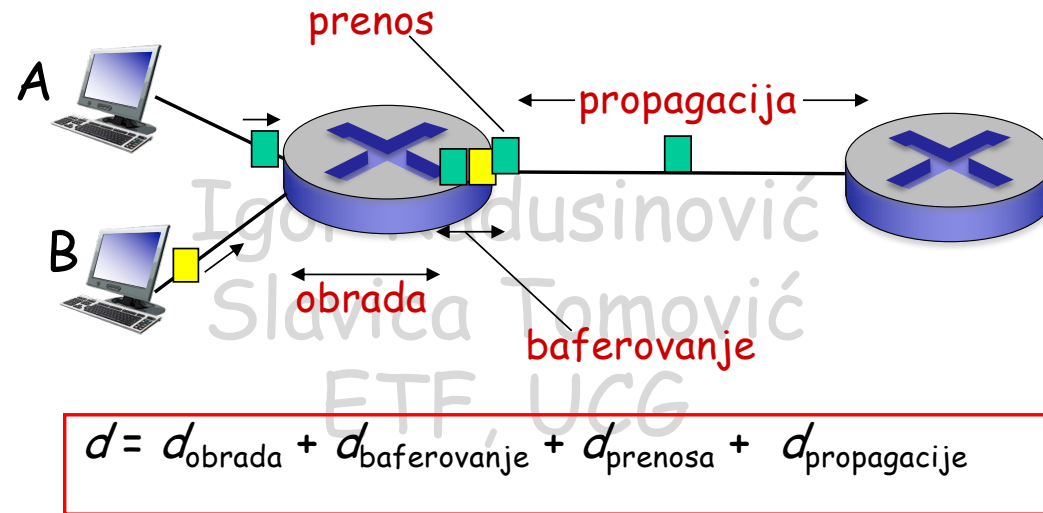
d_{obrada} : obrada paketa

- ❑ Provjera greške
- ❑ Izbor izlaznog linka
- ❑ Tipično je manja od ms

$d_{\text{baferovanje}}$: čekanje u baferu

- ❑ Vrijeme čekanja pri odlasku na link
- ❑ Zavisí od zauzetosti bafera, odnosno odnosa dolazne i odlazne brzine

Četiri izvora kašnjenja paketa



d_{prenosa} : kašnjenje uslijed prenosa:

- L : veličina paketa (b)
- R : kapacitet linka (b/s)
- $d_{\text{prenosa}} = L/R$

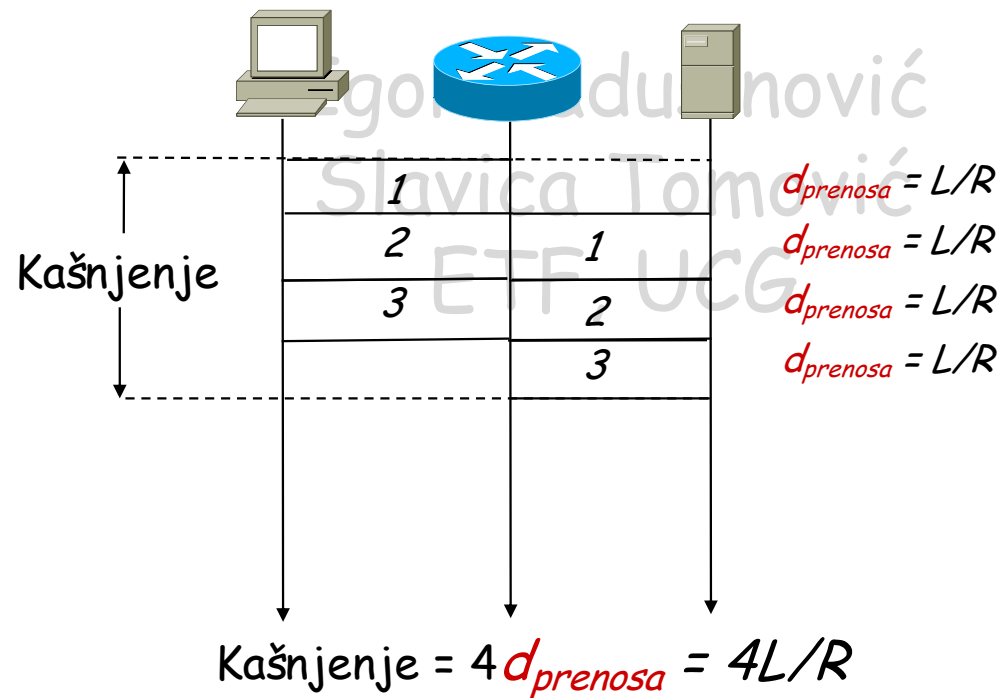
$d_{\text{propagacije}}$: kašnjenje uslijed propagacije:

- d : dužina linka
- s : brzina svjetlosti ($\sim 2 \times 10^8$ m/s)
- $d_{\text{propagacije}} = d/s$

d_{prenosa} i $d_{\text{propagacije}}$
se veoma razlikuju

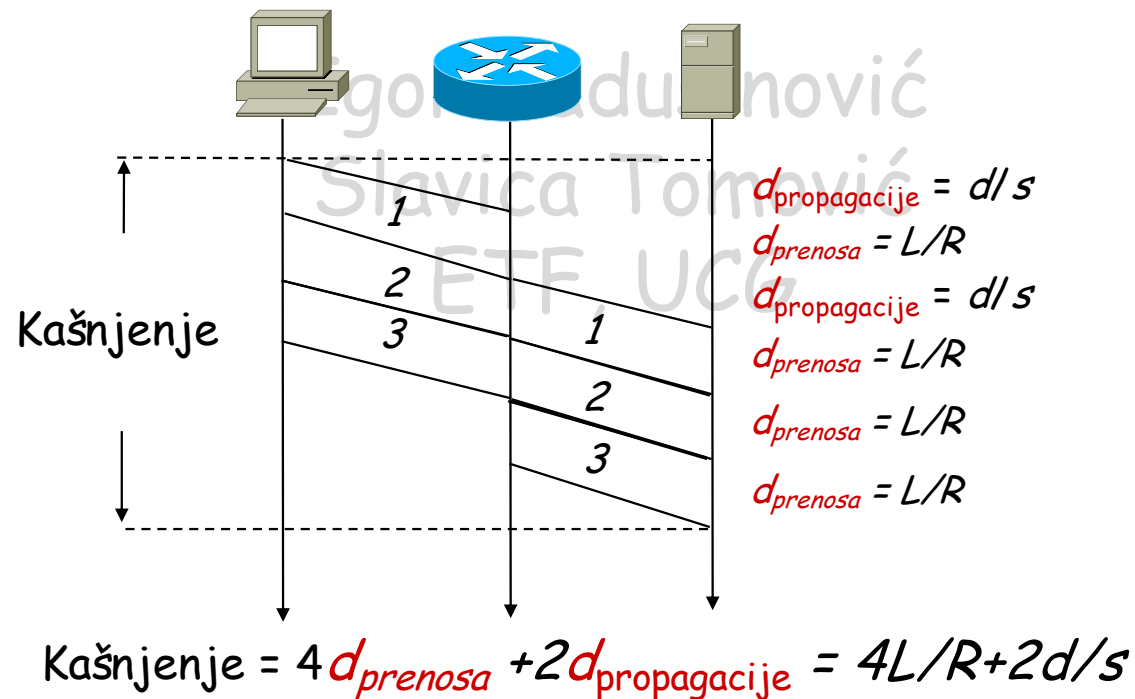
Kašnjenje

Primjer 1. Postoji samo kašnjenje uslijed prenosa



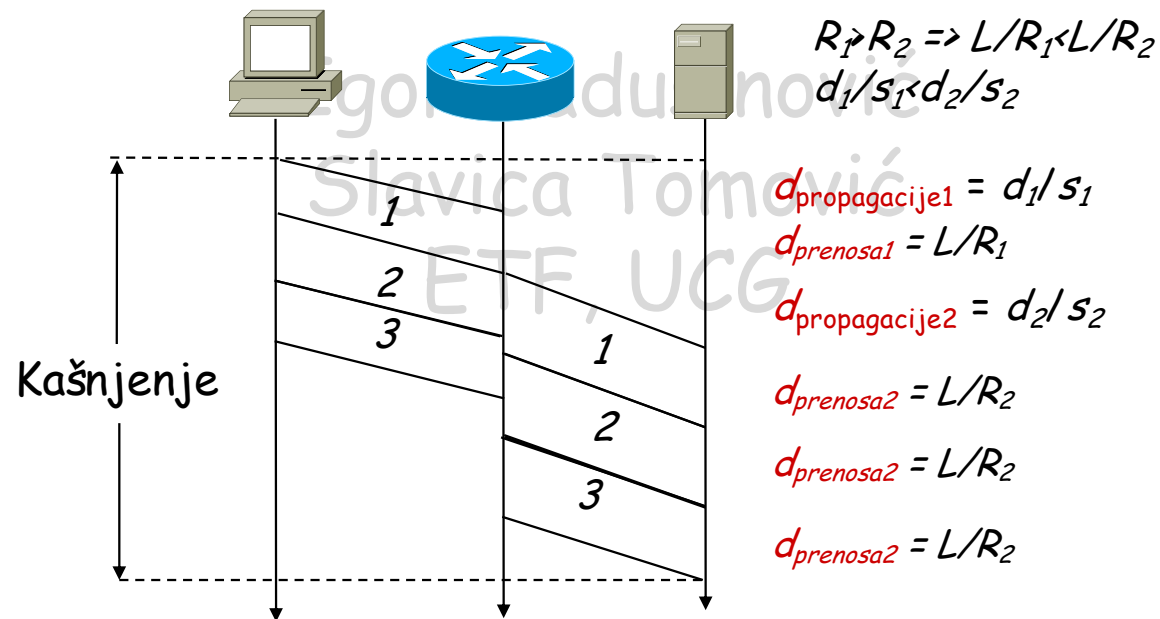
Kašnjenje

Primjer 2. Postoje kašnjenje uslijed prenosa i kašnjenje uslijed propagacije (jednake brzine linkova, dužine i vrste medijuma)



Kašnjenje

3. Postoje kašnjenje uslijed prenosa i kašnjenje uslijed propagacije (Različite brzine linkova, dužine i vrste medijuma)



$$\text{Kašnjenje} = d_{prenosa1} + d_{propagacije1} + d_{propagacije2} + 3d_{prenosa2} = d_1/s_1 + L/R_1 + d_2/s_2 + 3L/R_2$$

$$\text{Efektivna propusnost} = 3L / \text{Kašnjenje}$$

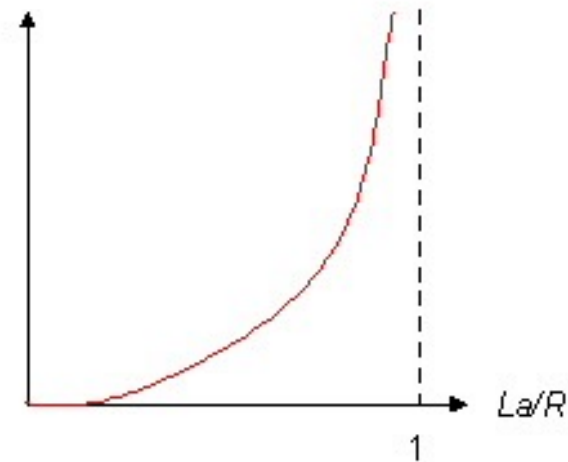
Kašnjenje usled čekanja u baferu

- R =kapacitet linka (b/s)
- L =veličina paketa (b)
- a =srednja dolazna brzina paketa (pak/s)

Intenzitet saobraćaja = La/R

- $La/R \sim 0$: srednje kašnjenje uslijed čekanja je malo
- $La/R \rightarrow 1$: kašnjenje postaje veliko
- $La/R > 1$: više saobraćaja "dolazi" nego što može da "ode", srednje kašnjenje je beskonačno!

Srednje kašnjenje
uslijed čekanja



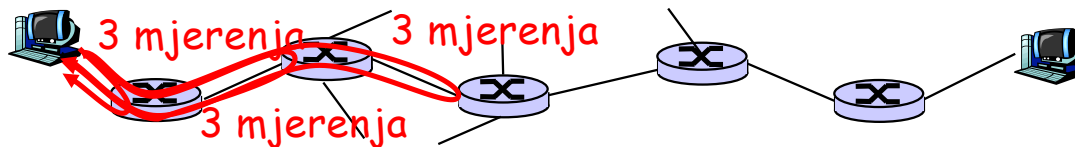
$La/R \sim 0$



$La/R \rightarrow 1$

“Realna” Internet kašnjenja i rute

- Kako izgledaju “realna” Internet kašnjenja & gubici?
- **Traceroute:** daje mjerenja kašnjenja od izvora do rutera duž Internet puta (od izvora do destinacije i nazad). Za svako i :
 - šalje tri paketa koji će doći do rutera i na putu do destinacije
 - ruter i će vratiti paket pošiljaocu
 - pošiljalac mjeri vrijeme između slanja i odgovora.



“Realna” Internet kašnjenja i rute

traceroute: gaia.cs.umass.edu to www.eurecom.fr

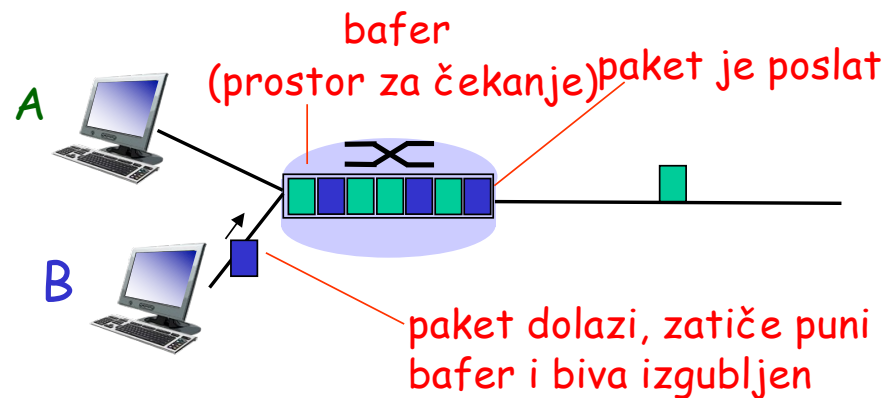
1	cs-gw (128.119.240.254)	1 ms	1 ms	2 ms	
2	border1-rt-fa5-1-0.gw.umass.edu (128.119.3.145)	1 ms	1 ms	2 ms	
3	cht-vbns.gw.umass.edu (128.119.3.130)	6 ms	5 ms	5 ms	
4	jn1-at1-0-0-19.wor.vbns.net (204.147.132.129)	16 ms	11 ms	13 ms	
5	jn1-so7-0-0-0.wae.vbns.net (204.147.136.136)	21 ms	18 ms	18 ms	
6	abilene-vbns.abilene.ucaid.edu (198.32.11.9)	22 ms	18 ms	22 ms	
7	nycm-wash.abilene.ucaid.edu (198.32.8.46)	22 ms	22 ms	22 ms	
8	62.40.103.253 (62.40.103.253)	104 ms	109 ms	106 ms	
9	de2-1.de1.de.geant.net (62.40.96.129)	109 ms	102 ms	104 ms	
10	de.fr1.fr.geant.net (62.40.96.50)	113 ms	121 ms	114 ms	
11	renater-gw.fr1.fr.geant.net (62.40.103.54)	112 ms	114 ms	112 ms	
12	nio-n2.cssi.renater.fr (193.51.206.13)	111 ms	114 ms	116 ms	
13	nice.cssi.renater.fr (195.220.98.102)	123 ms	125 ms	124 ms	
14	r3t2-nice.cssi.renater.fr (195.220.98.110)	126 ms	126 ms	124 ms	
15	eurecom-valbonne.r3t2.ft.net (193.48.50.54)	135 ms	128 ms	133 ms	
16	194.214.211.25 (194.214.211.25)	126 ms	128 ms	126 ms	
17	* * *				
18	* * *				
19	fantasia.eurecom.fr (193.55.113.142)	132 ms	128 ms	136 ms	

* Znači da nema odgovora (prekid komunikacije, ruter ne odgovara)

Probati na www.traceroute.org

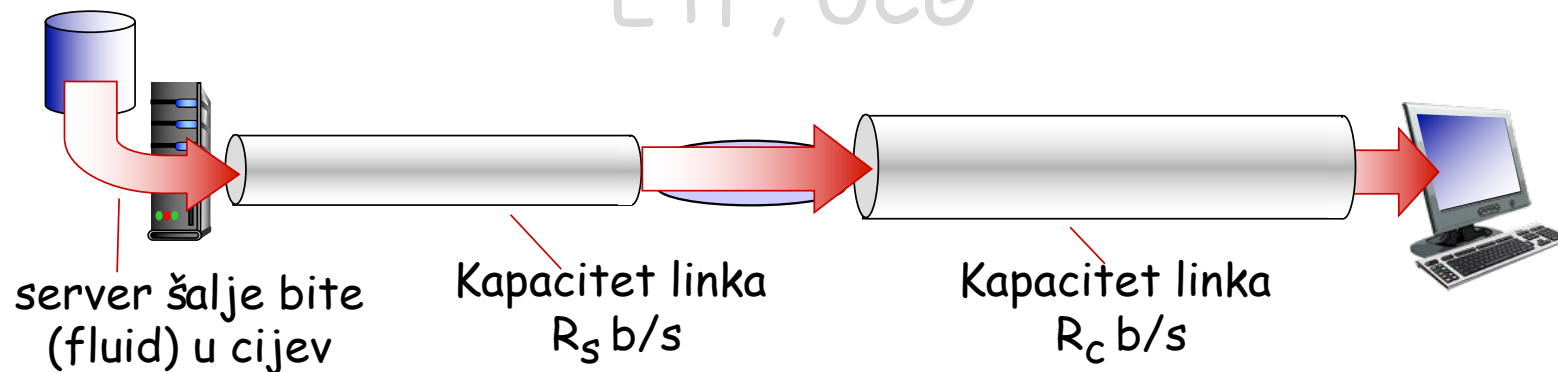
Gubitak paketa

- ❑ Bafer je ograničena memorija tako da red čekanja ima konačan broj mjesta za pakete
- ❑ Kada paket dođe do popunjenog reda čekanja paket se odbacuje (javlja se gubitak paketa)
- ❑ Izgubljeni paket se može ponovo poslati od strane prethodnog čvora, ili izvorišnog krajnjeg sistema ili se ponovo ne šalje
- ❑ Gubitak paketa se modeluje vjerovatnoćom gubitka paketa koja predstavlja odnos broja izgubljenih i broja pristiglih paketa
- ❑ Vjerovatnoća gubitka paketa treba da bude reda 10^{-8}



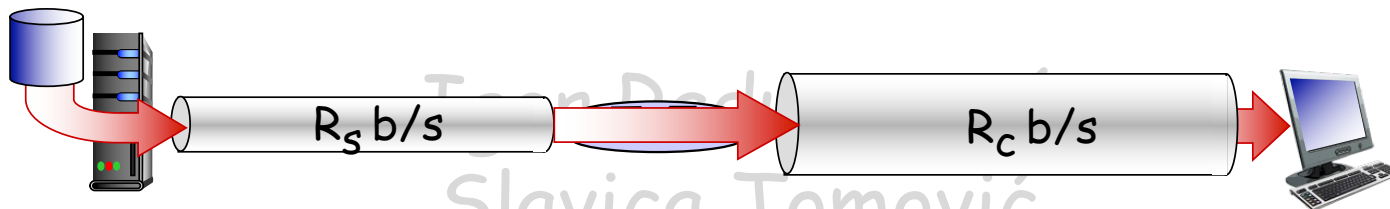
Propusnost

- **propusnost**: brzina (b/s) kojom se biti prenose od pošiljaoca do destinacije
 - **trenutna**: brzina u posmatranom trenutku
 - **srednja**: prosječna brzina tokom dužeg intervala

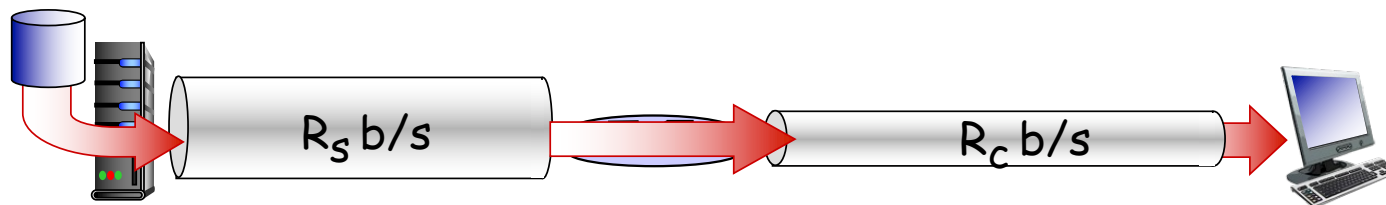


Propusnost (više)

- $R_s < R_c$ Koliko iznosi srednja propusnost od kraja do kraja?



- $R_s > R_c$ Koliko iznosi srednja propusnost od kraja do kraja?

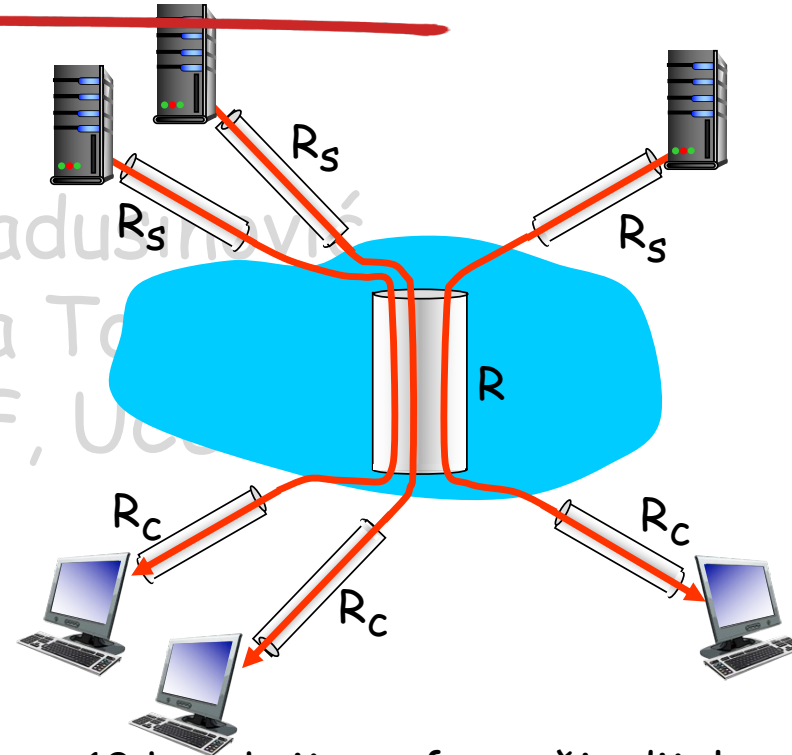


"bottleneck" link

link koji ograničava propusnost

Propusnost: Internet scenario

- Propusnost jedne konekcije: $\min(R_c, R_s, R/10)$
- U praksi su obično R_c ili R_s "bottleneck" linkovi



10 konekcija na fer način dijele
"bottleneck" link okosnice
kapaciteta R b/s

Performanse računarske mreže

Ispitna pitanja

1. Navesti i objasniti četiri izvora kašnjenja u računarskim mrežama
2. Objasniti pojam propusnosti računarske mreže i ilustrovati kako na nju utiče brzina prenosa linkova i njihovo dijeljenje

Igor Radusinović
Slavica Tomović
ETF, UCG