

Magistarska teza

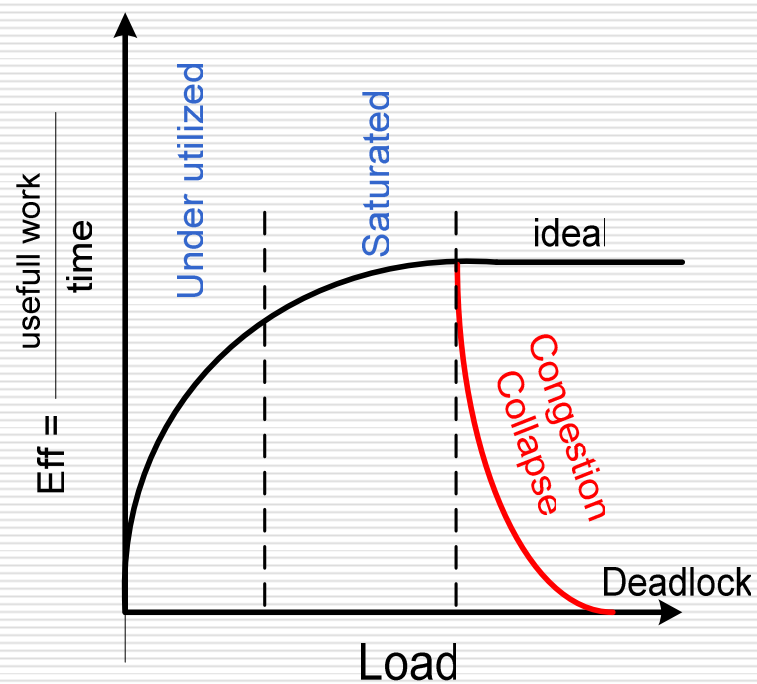
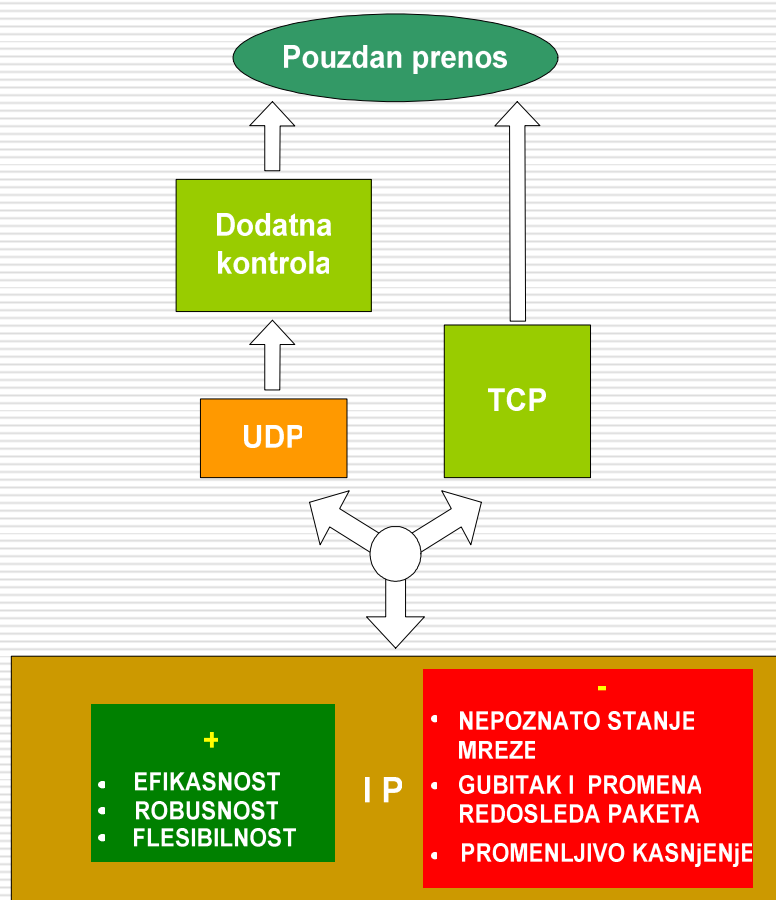
Simulaciono ispitivanje performansi TCP tehnika kontrole zagušenja u sloju transporta

Stanislav Mišković, *Institut Mihajlo Pupin, Beograd*
prof. Grozdan Petrović, *Elektrotehnički fakultet, Beograd*
prof. Ljiljana Trajković, *Simon Fraser University, Canada*

Pregled

- Motivacija**
 - Teorijska osnova
 - Test platforma
 - Eksperimentalni rezultati
 - Zaključak
-

TCP/IP okruženje



više od 90% Internet saobraćaja koristi TCP

TCP kontrola zagušenja

- ❑ TCP deluje samo na krajevima konekcije
- ❑ Nesaradnja TCP i IP protokola (best-effort)
- ❑ TCP *ne razlikuje* uzroke gubitka paketa

Svi gubici su indikacija zagušenja.

Motivacija - Kako rešiti problem zagušenja?

- Implementacija QoS mehanizama
 - Drastična promena Internet arhitekture
 - Problemi administracije
 - Potreba za ugovorima (SLA)

 - Podizanje opšteg nivoa servisa bez garancija
 - Non-elevated servisi (AQM i ECN)
 - Postepena dogradnja postojećeg Interneta
 - Saradnja sa TCP protokolom i distribucija kontrole na usputne tačke
-

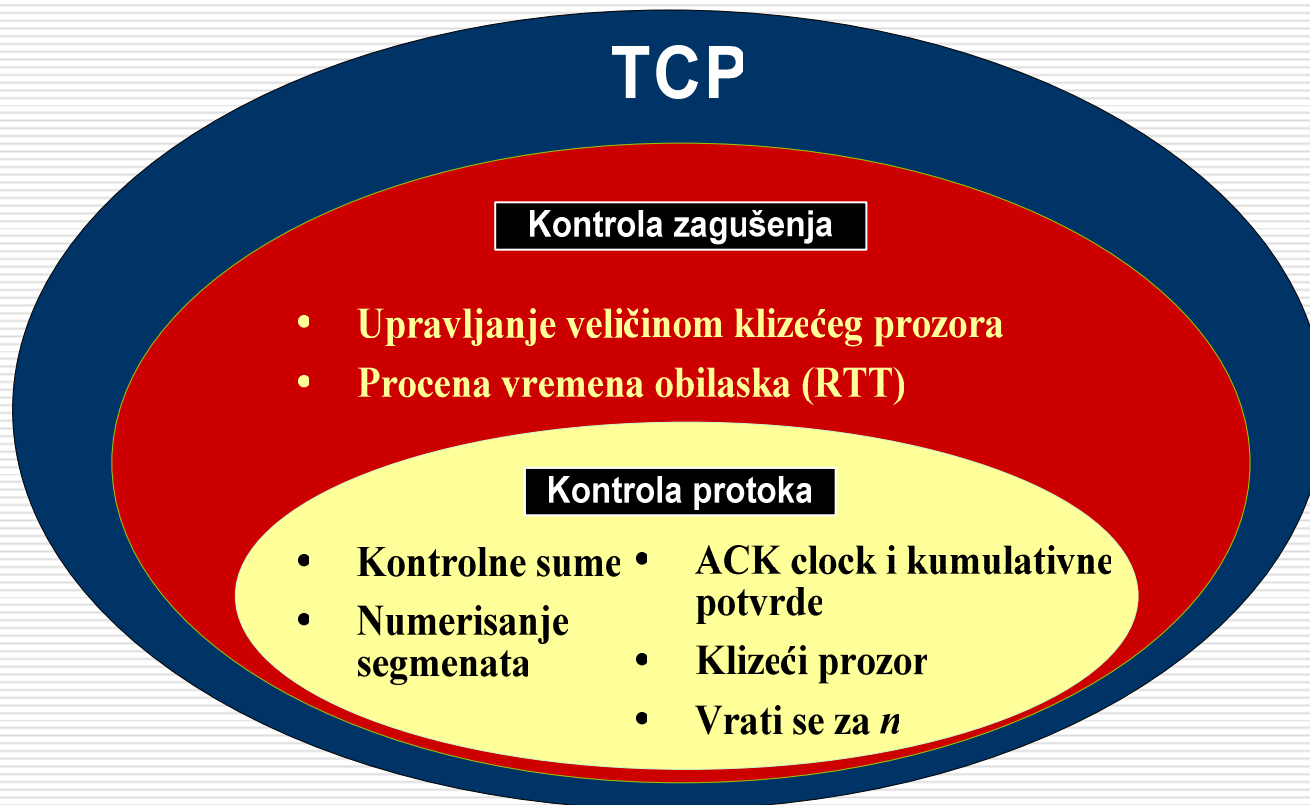
Ciljevi ispitivanja



Pregled

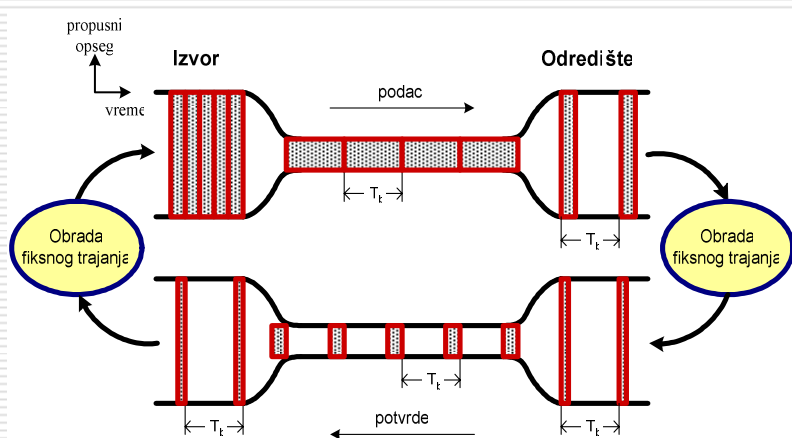
- Motivacija
 - Teorijska osnova**
 - Test platforma
 - Eksperimentalni rezultati
 - Zaključak
-

TCP = pouzdan servis

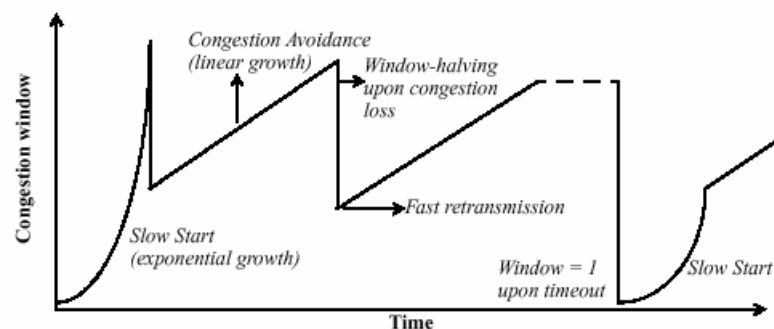
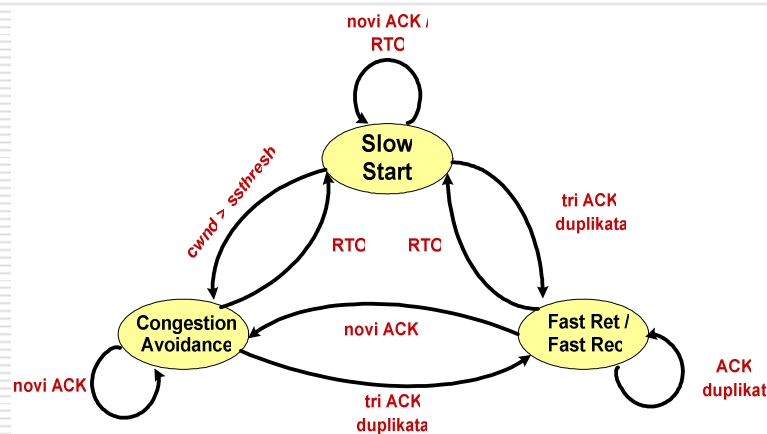
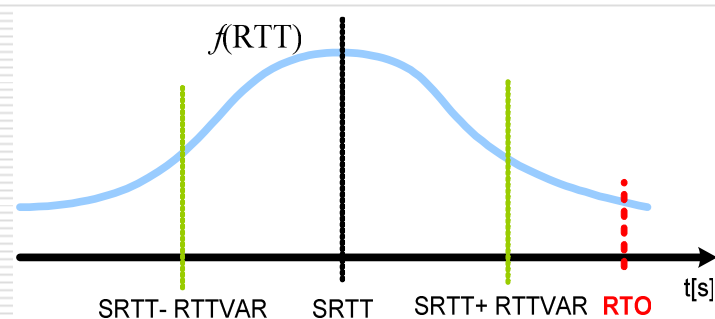


Kontrola protoka i zagušenja

ACK clock

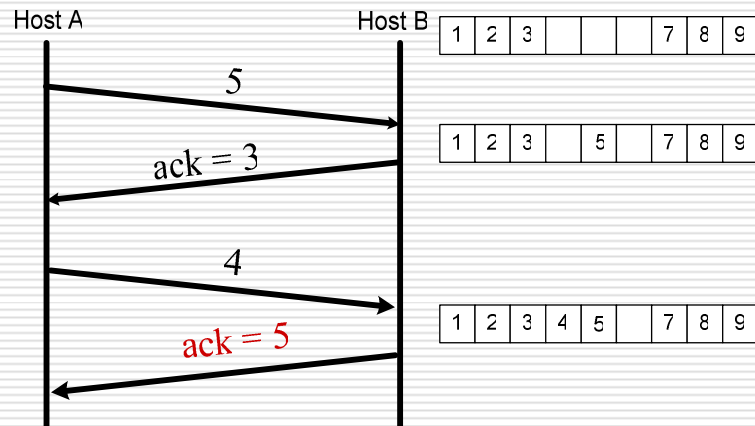


RTO mehanizam



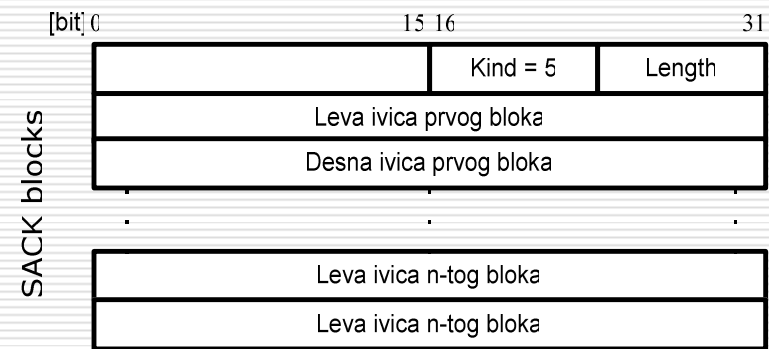
TCP Reno upravljanje $cwnd$ prozorom

NewRENO



- *fast retransmit* reaguje na **parcijalni ACK**

SACK



SACK enabled



- Potpuno proširenje TCP arhitekture uvođenjem ACK blokova

Aktivno upravljanje baferima

- Distribucija kontrole zagušenja na "usputne" tačke (ruteri)

Dva komplementarna pravca

- aktivno upravljanje baferima – **AQM**
 - raspoređivanje (engl. ***scheduling***)
-

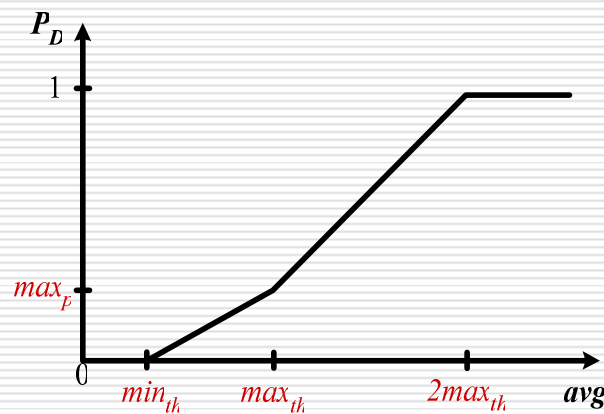
RED mehanizam

- Preventivno odbacivanje paketa
 - Osetljivost na postavke parametara
 - Nedovoljno ispitane i potvrđene prednosti
 - Interakcija sa konvencionalnim domenima Interneta
 - Saradnja sa ECN i TCP mehanizmima
-

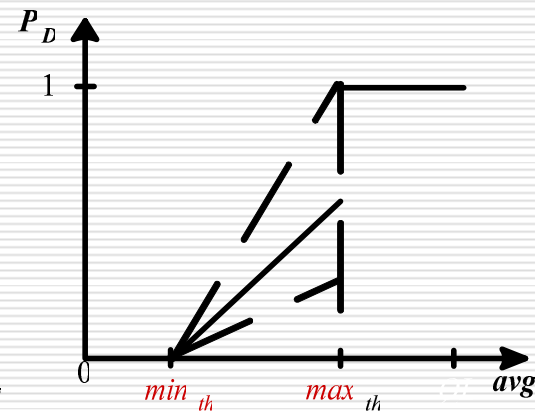
RED – Random Early Detection

Smanjuje *srednju* popunjenost bafera

$$avg_i = (1 - w_q) \cdot avg_{i-1} + w_q \cdot q$$



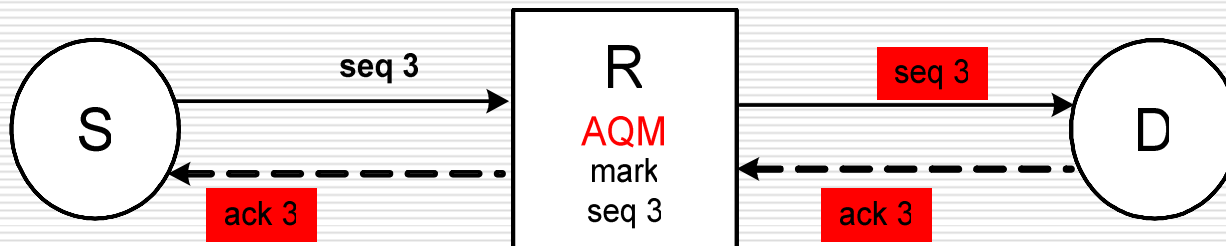
gentle RED



adaptive RED

Explicit Congestion Notification (ECN)

- Koristi servis AQM mehanizama
- Zagušenje se oglašava **markiranjem paketa**



- Potrebno je definisati nove opcije u
 - IP zaglavlju
 - TCP zaglavlju
-

Pregled

- Motivacija
 - Teorijska osnova
 - Test platforma**
 - Eksperimentalni rezultati
 - Zaključak
-

Ns-2 simulator

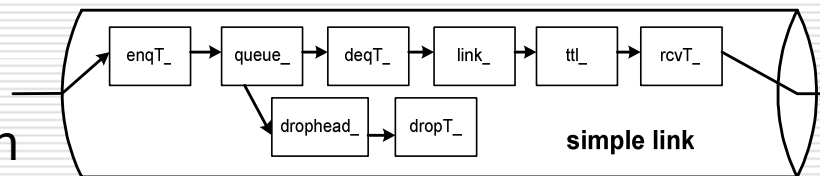
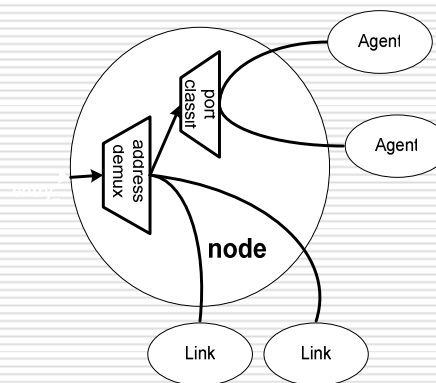
- ❑ Paketski simulator diskretnih događaja
- ❑ Obuhvata sve bitne oblasti mrežnog okruženja
- ❑ Objektno orijentisan, otvorenog koda (C++, OTcl)
- ❑ Korisnici: oko 600 instituta u 50 zemalja
- ❑ Platforme: Unix/Unix-like, Windows?!

Prednost: veoma realistično okruženje

Problem: savladavanje softverskog okruženja

Ns-2 realistična platforma

- **Formiranje topologije**
 - parametri linkova
 - parametri čvorova
- **Upravljanje baferima**
- **Konfigurisanje transporta**
 - povezivanje sa topologijom
 - parametri transporta
 - veza izvora i odredišta
 - *tracing*
- **Aplikacioni sloj**
 - povezivanje sa transportom
 - parametri saobraćaja
- **Tracing**



Postavke simulacije

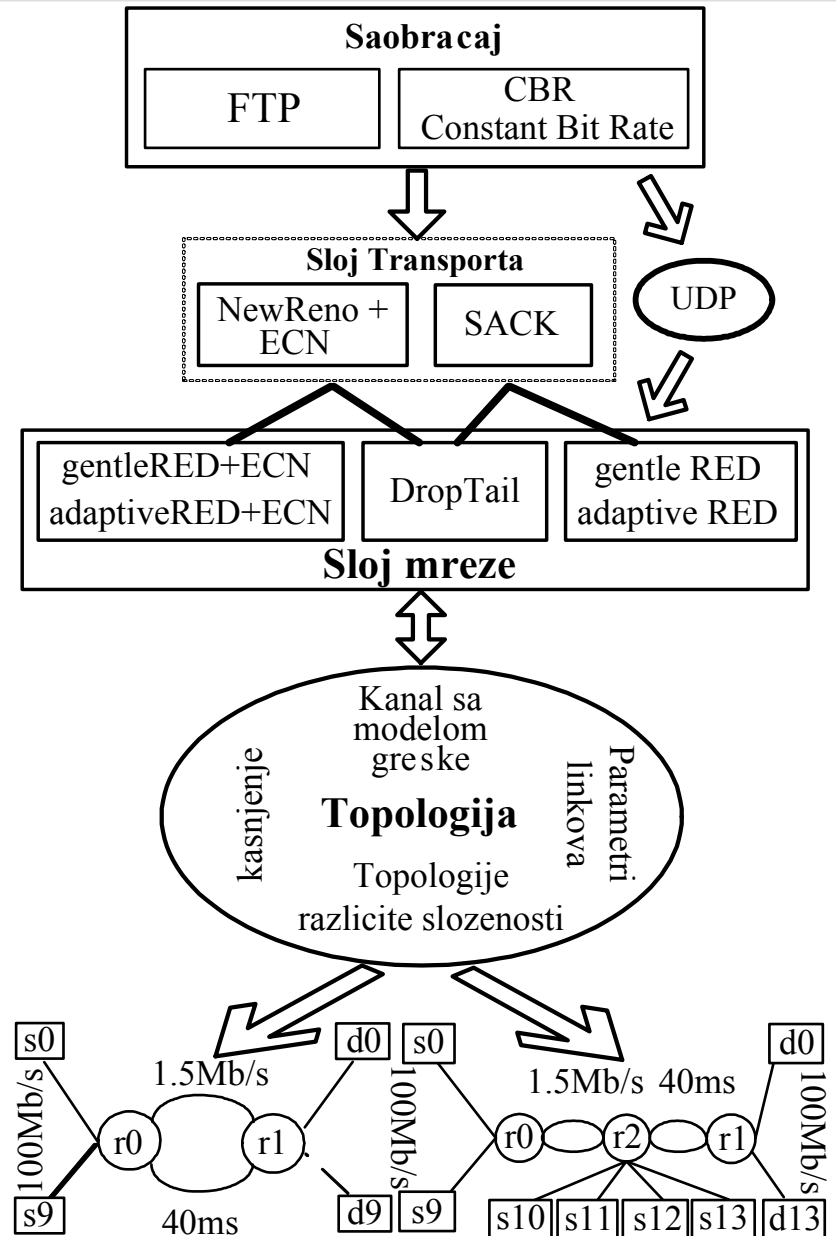
Cilj istraživanja

- efikasnost
- pravičnost

TCP i AQM tehnika

Metrike

- goodput efficiency
- drop rate
- fairness index
- RED queue state



Pregled

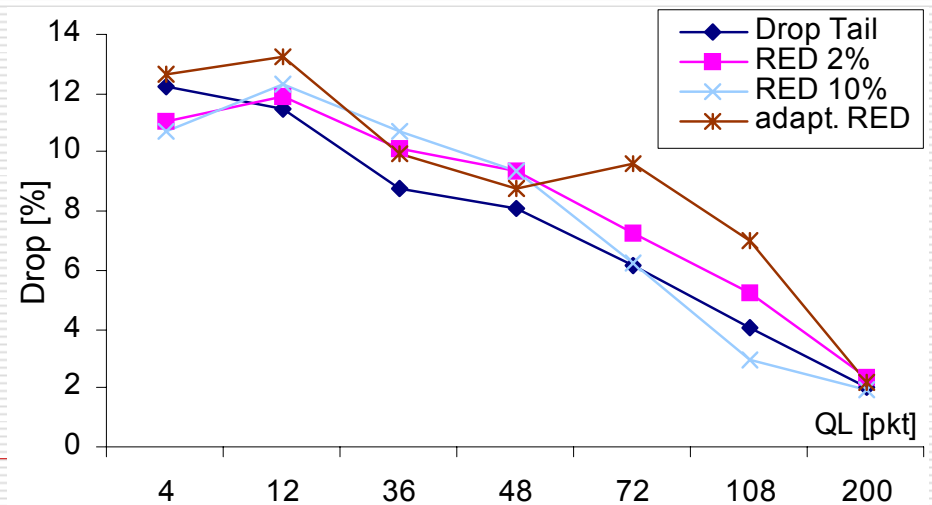
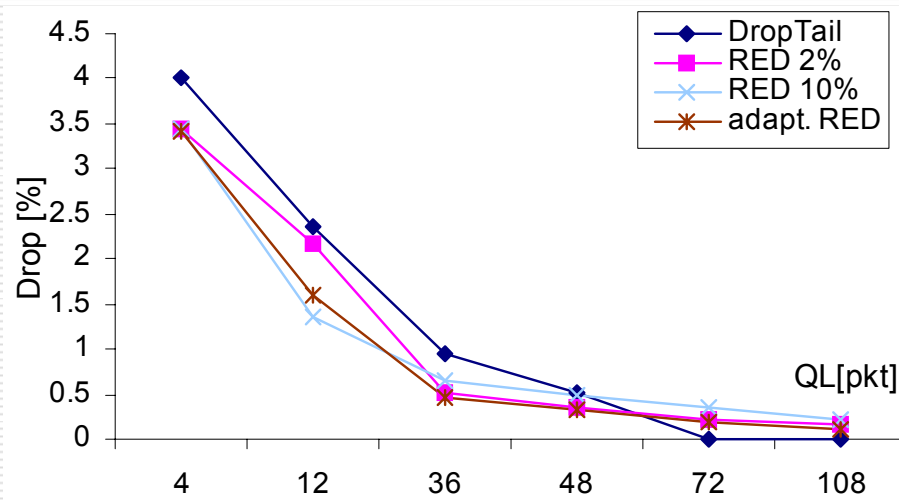
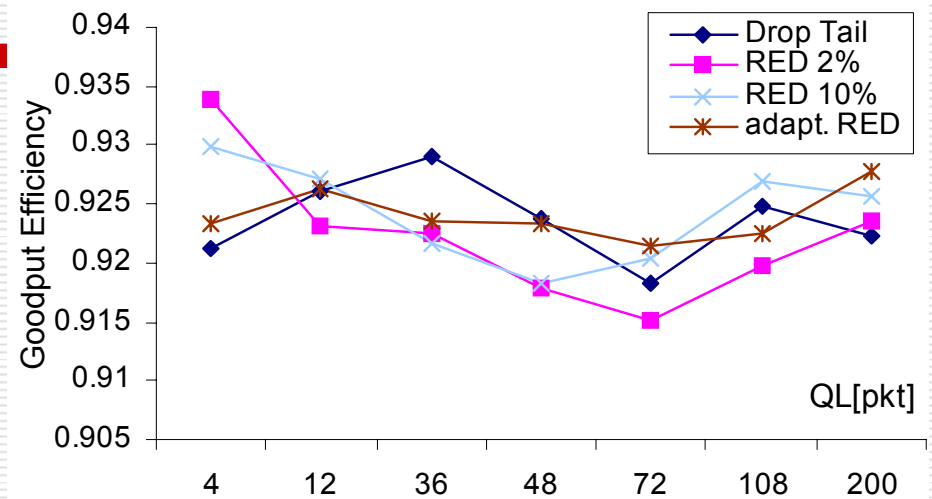
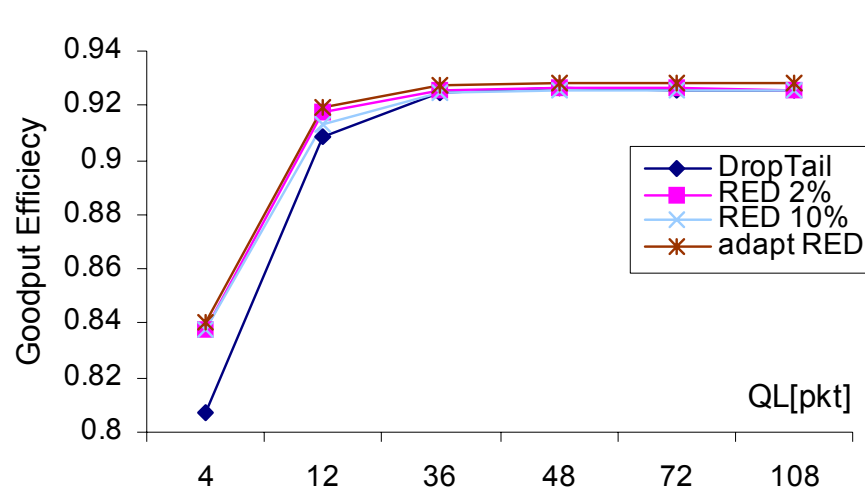
- Motivacija
 - Teorijska osnova
 - Test platforma
 - Eksperimentalni rezultati**
 - Zaključak
-

Eksperimentalni rezultati

- **Iskorišćenost mrežnih resursa**
 - Pravičnost
 - Uticaji razlike kašnjenja
 - Uticaji višestrukih linkova uskog grla
-

2 TCP + 1 UDP

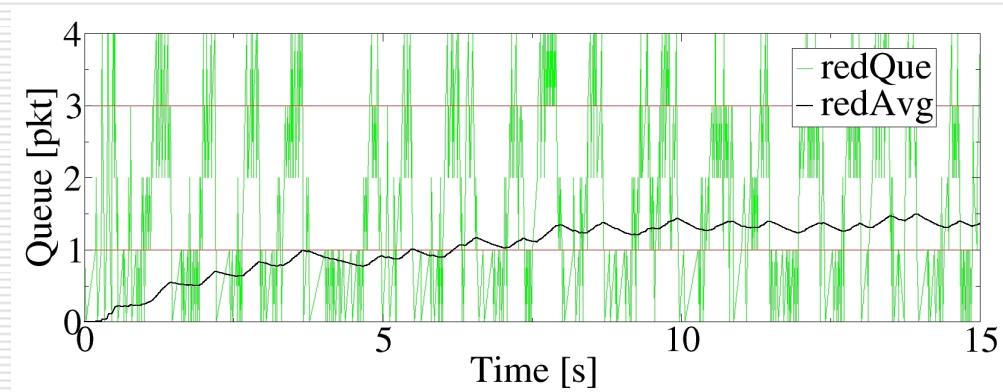
18 TCP + 1 UDP



2TCP + 1UDP

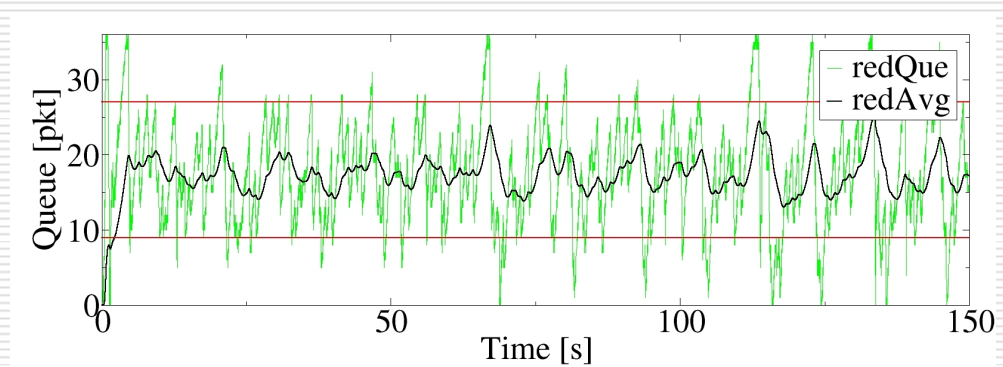
QL=4

RED

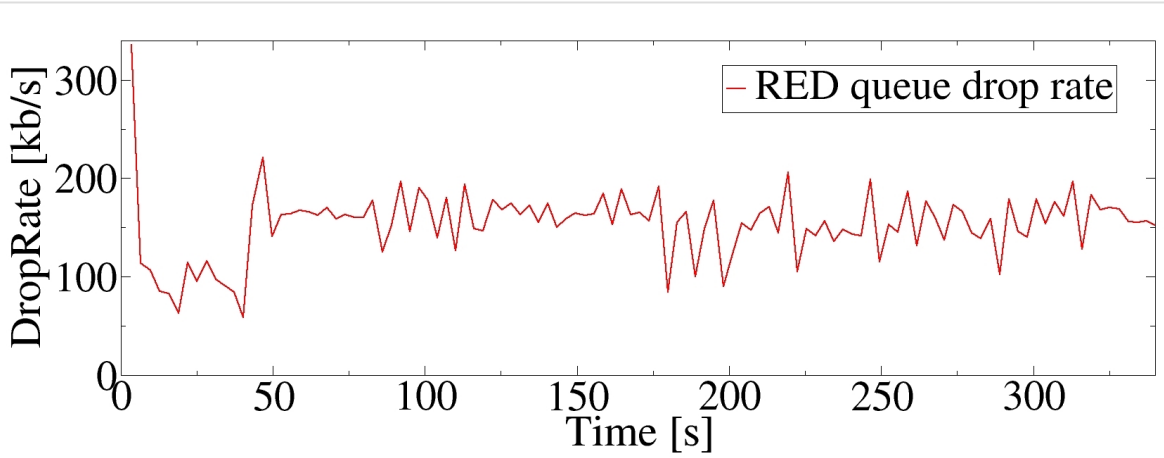
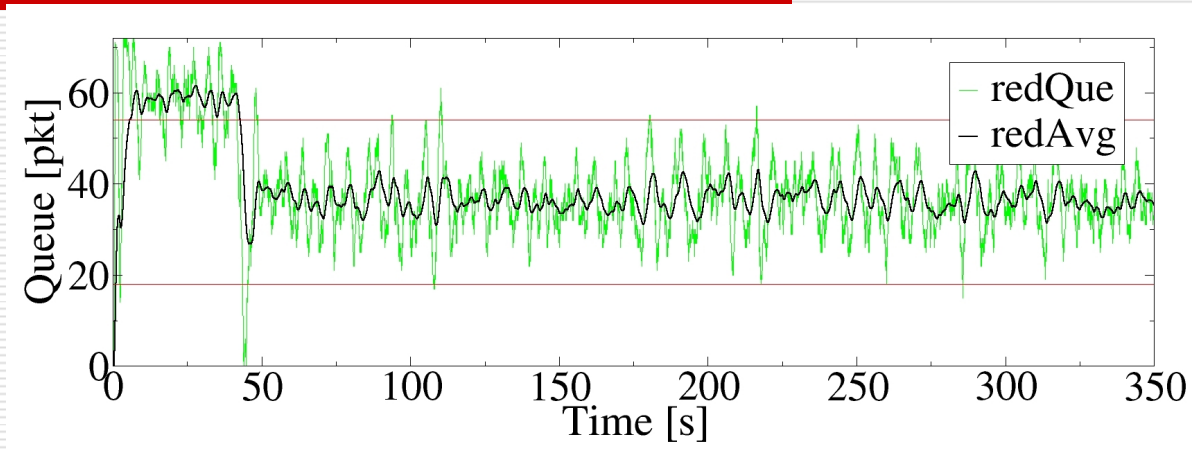


QL=36

adaptive RED



18TCP + 1UDP

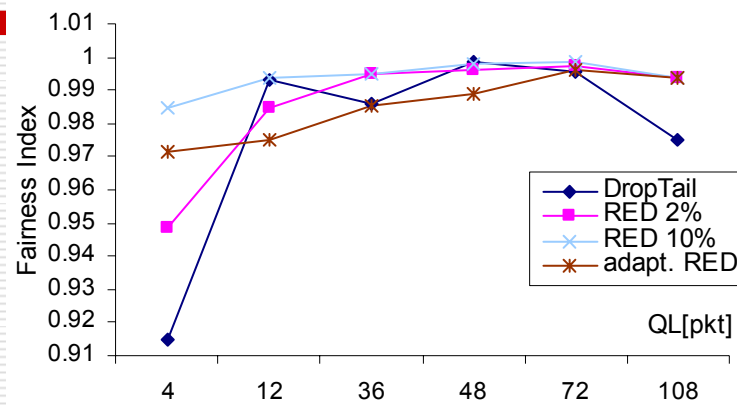


adaptive RED, QL=72

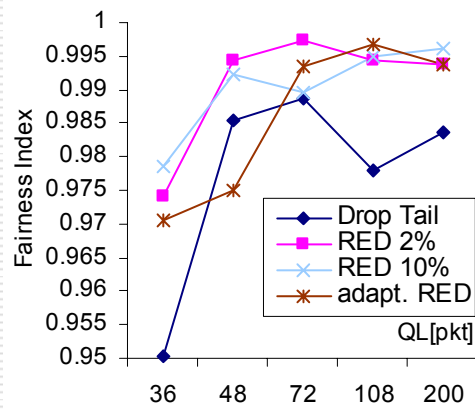
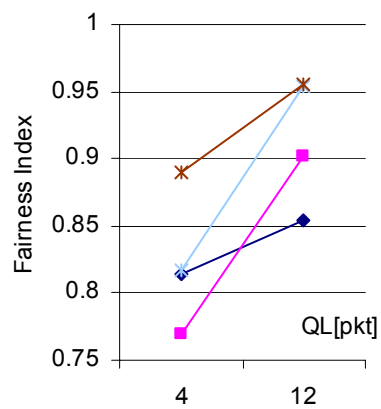
Eksperimentalni rezultati

- Iskorišćenost mrežnih resursa
 - **Pravičnost**
 - Uticaji razlike kašnjenja
 - Uticaji višestrukih linkova uskog grla
-

Pravičnost

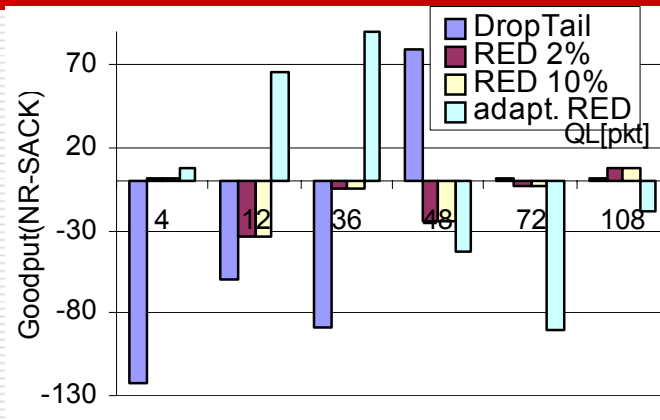


6TCP+1UDP

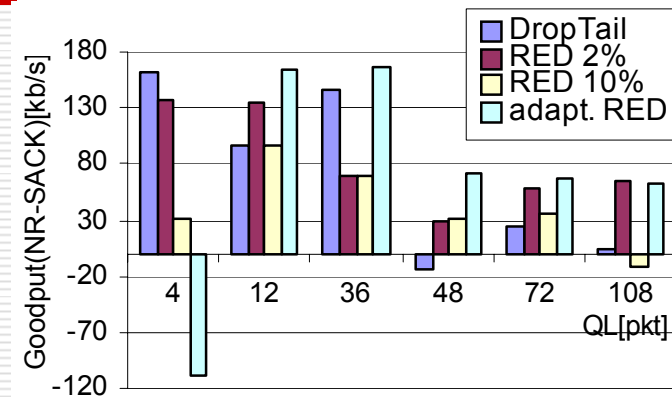


18TCP+1UDP

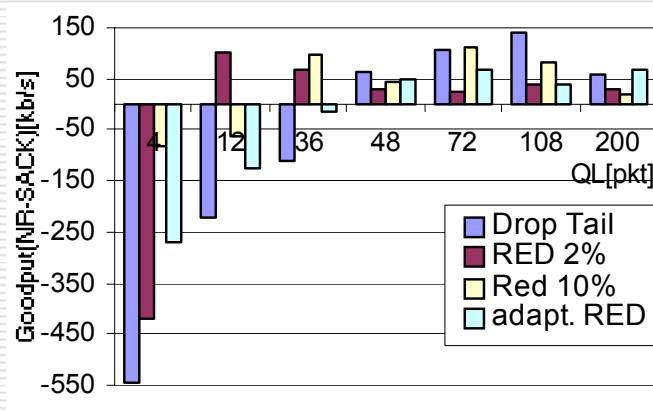
Pravičnost NewRENO+ECN vs. SACK



2 TCP konekcije

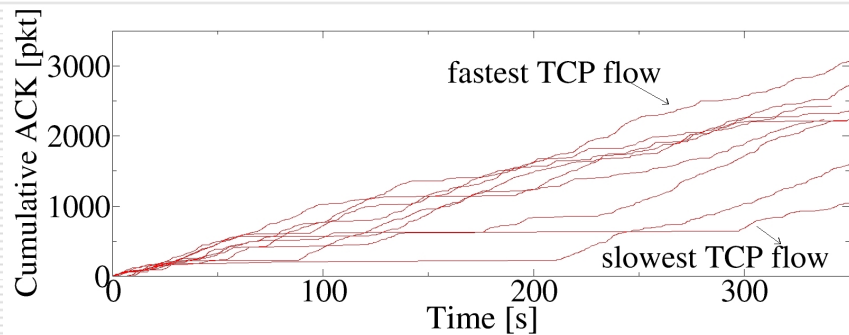


6 TCP konekcija

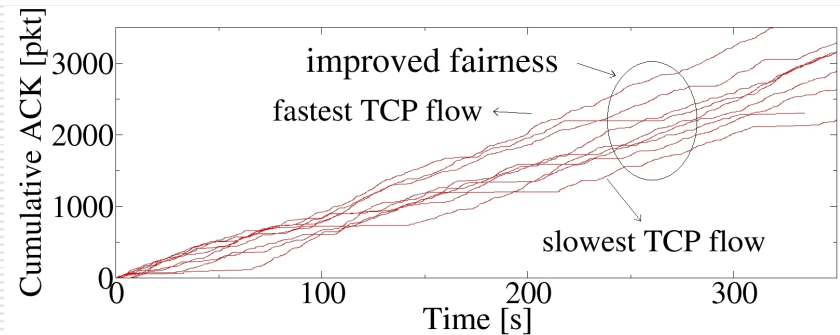


18 TCP konekcija

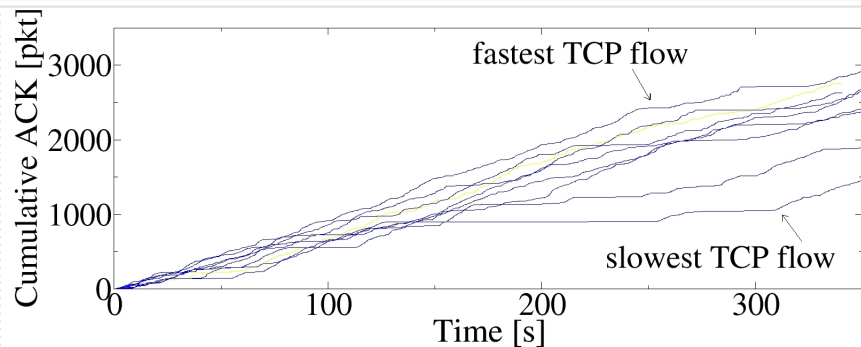
Pravičnost NewRENO+ECN vs. SACK



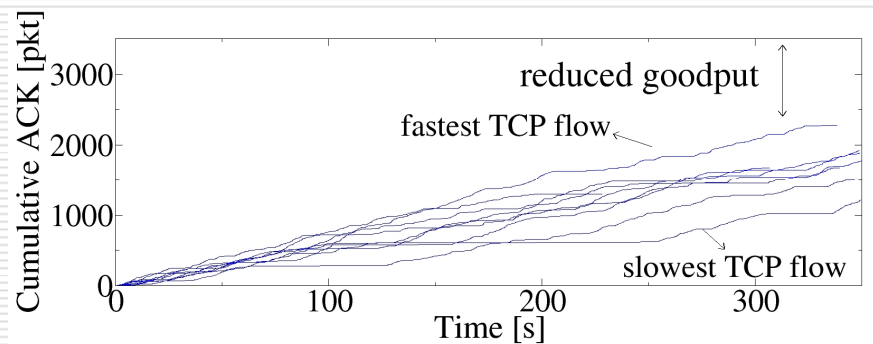
a. NewReno+ECN konekcije ($mark_p = 0.1$)



c. NewReno+ECN konekcije ($mark_p = 0.3$)



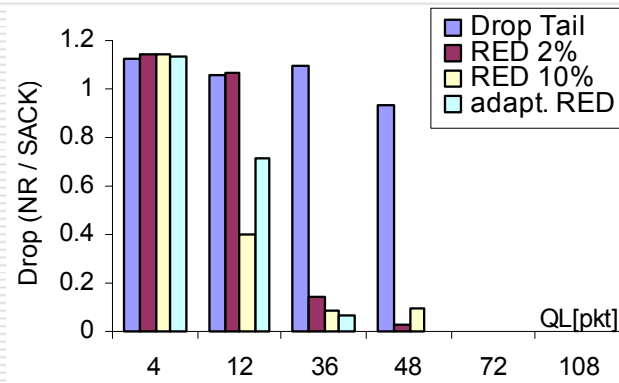
b. SACK konekcije ($mark_p = 0.1$)



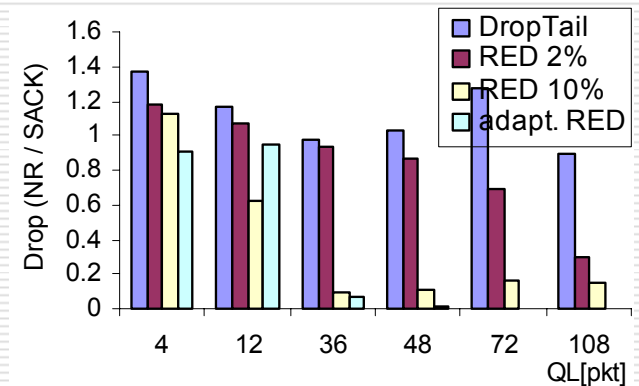
d. SACK konekcije ($mark_p = 0.3$)

Kapacitet bafera QL=12 pkt

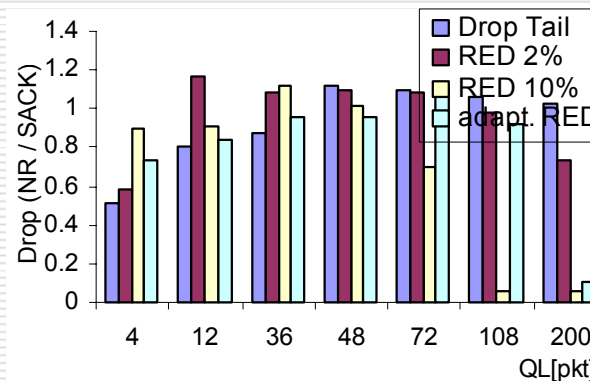
Pravičnost NewRENO+ECN vs. SACK



2 TCP konekcije



6 TCP konekcija



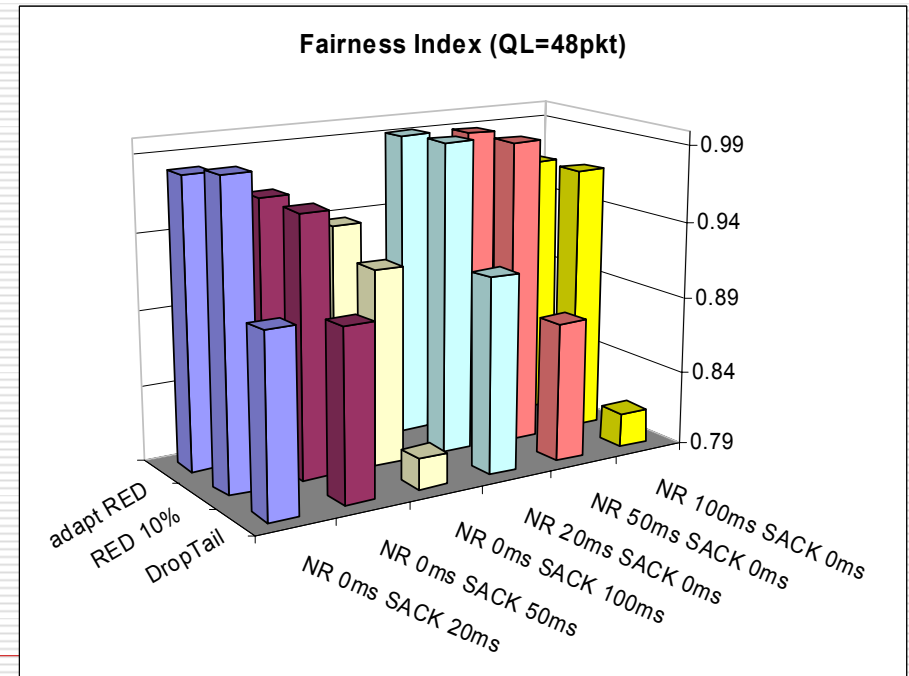
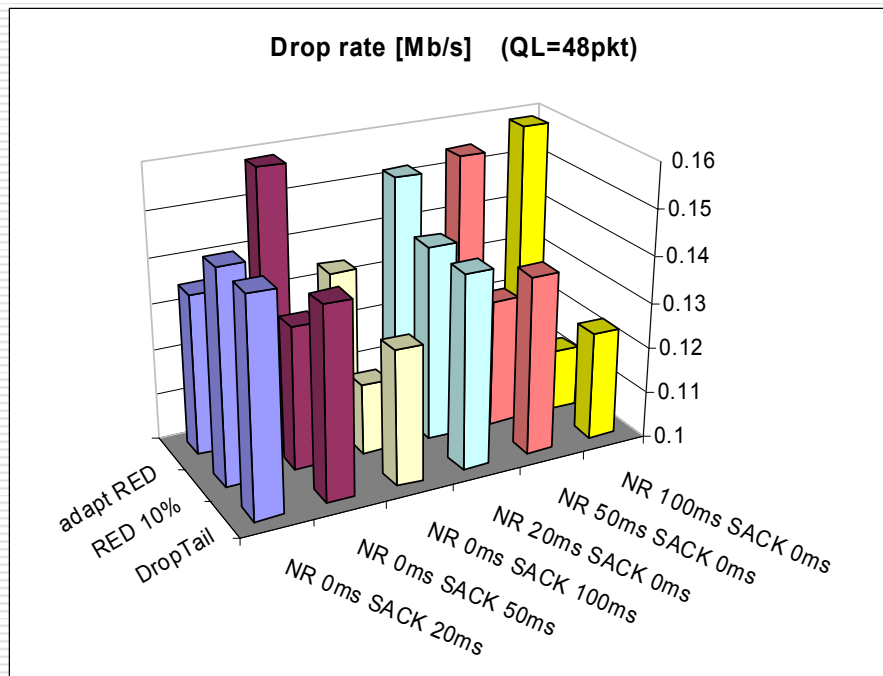
18 TCP konekcija

Eksperimentalni rezultati

- Iskorišćenost mrežnih resursa
 - Pravičnost
 - **Uticaji razlike kašnjenja**
 - Uticaji višestrukih linkova uskog grla
-

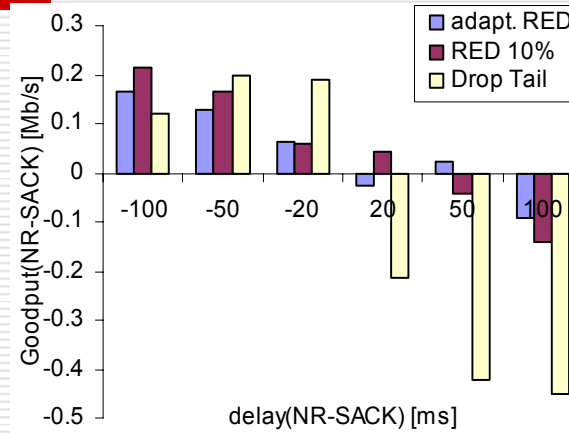
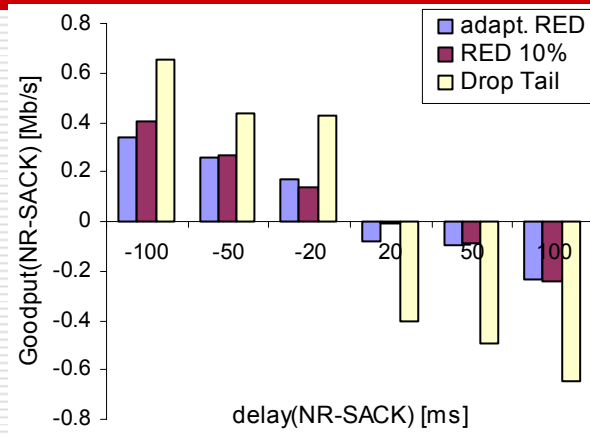
Uticaji razlike kašnjenja - ukupne metrike -

- Ukupna efektivna brzine razmene podataka je slična kao u ravnopravnim uslovima

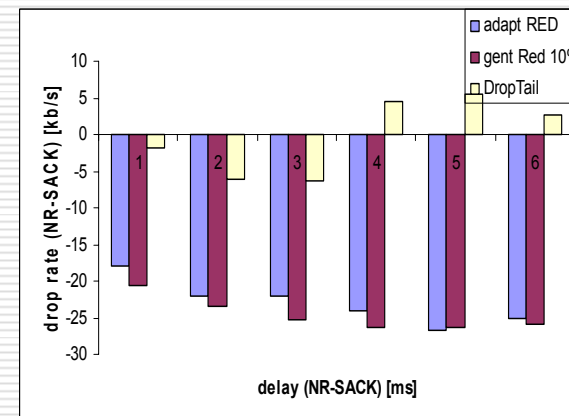
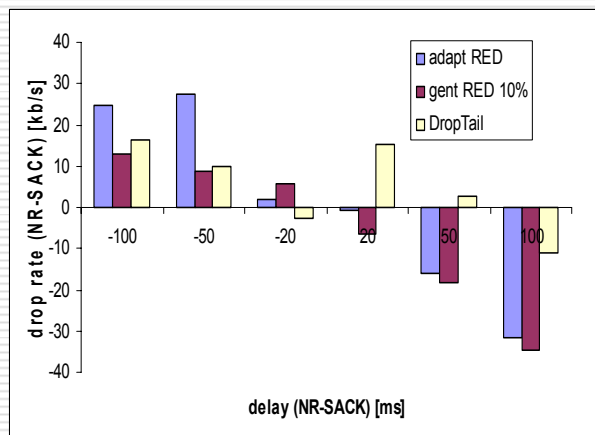


Uticaji razlike kašnjenja NewReno+ECN vs. SACK

QL = 48pkt

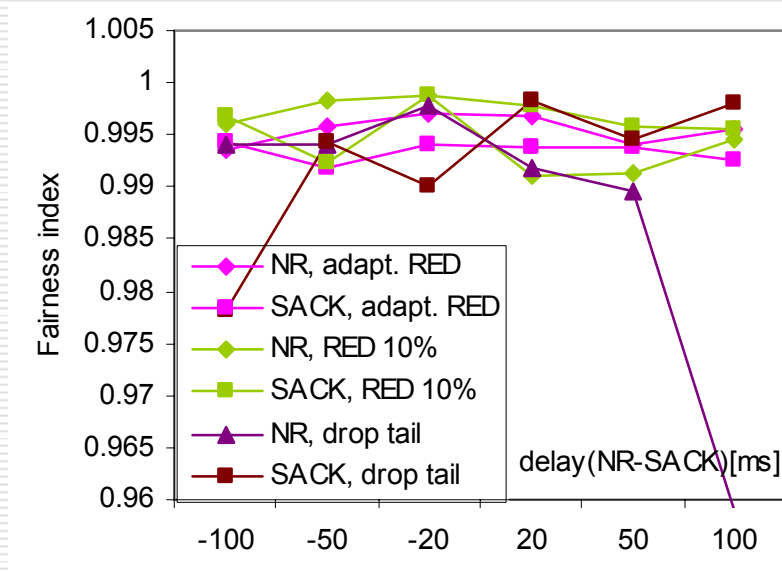


QL = 200pkt

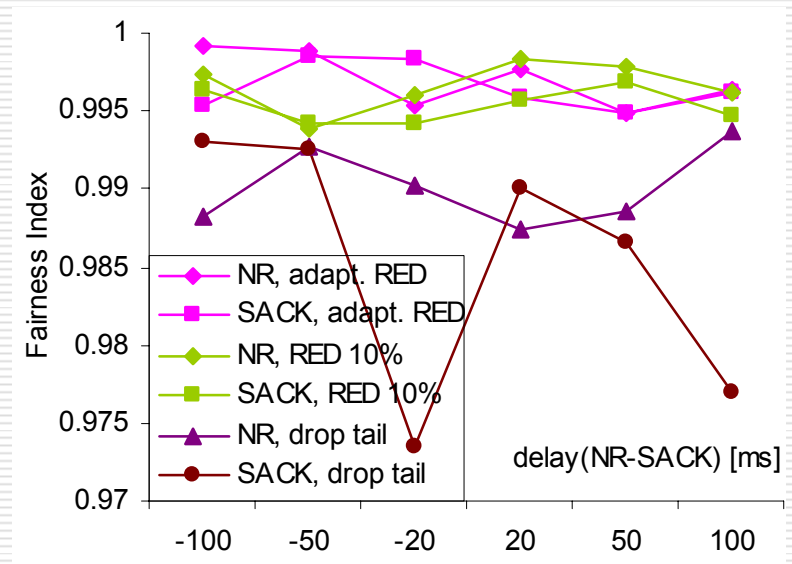


Izbor topologije može *bitno* da utiče na neke rezultate

Uticaji razlike kašnjenja NewReno+ECN vs. SACK



QL = 48pkt



QL = 200pkt

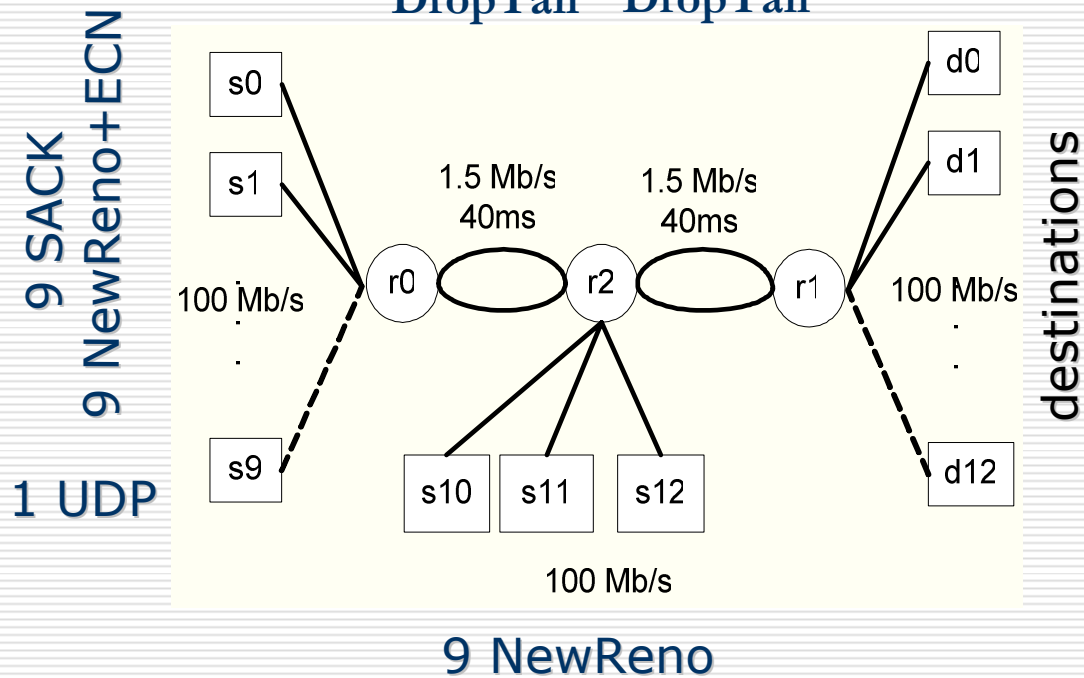
Eksperimentalni rezultati

- Iskorišćenost mrežnih resursa
 - Pravičnost
 - Uticaji razlike kašnjenja
 - **Uticaji višestrukih linkova uskog grla**
-

Topologija

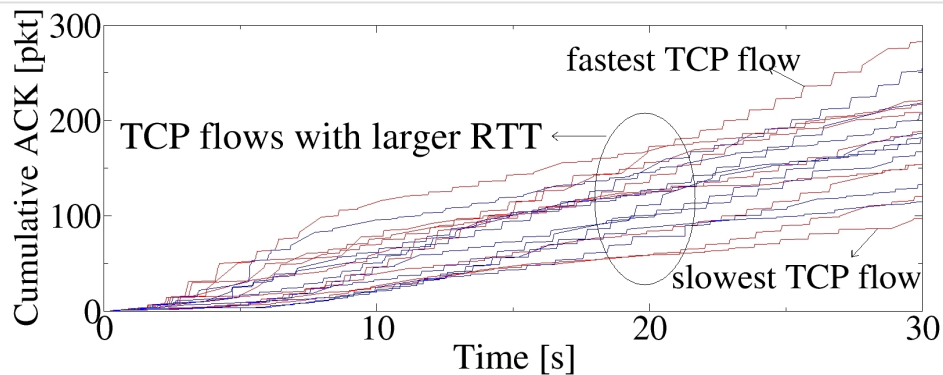
QUEUE DISCIPLINES

RED	DropTail
DropTail	RED
DropTail	DropTail

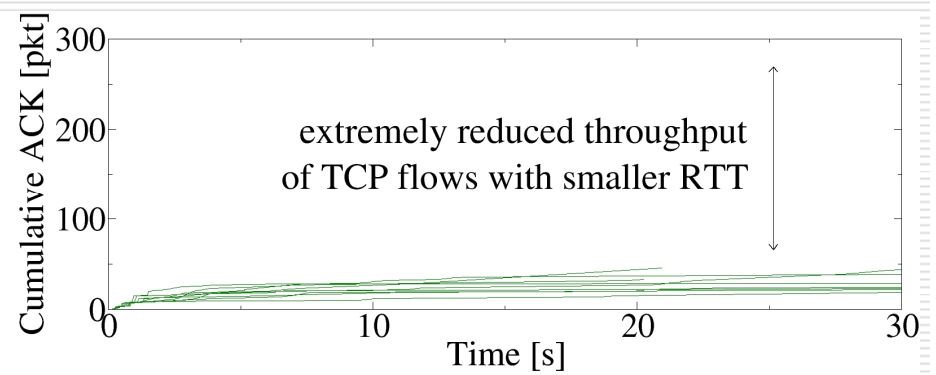


Efektivna brzina razmene

Total throughput [Mb/s]		QL = 72pkt		QL = 300pkt	
		Red 10%	adapt RED	Red 10%	adapt RED
RED-DT	end nodes	1.367	1.361	1.158	1.158
	inter nodes	0.039	0.043	0.223	0.223
DT-RED	end nodes	0.854	0.883	0.899	0.915
	inter nodes	0.496	0.466	0.488	0.470
DT-DT	end nodes	1.374		1.158	
	inter nodes	0.028		0.223	



NewReno+ECN i SACK



NewReno

Drop Rate & Fairness Index

Drop rate [kb/s]		QL = 72pkt		QL = 300pkt	
		Red 10%	adapt RED	Red 10%	adapt RED
RED-DT	end nodes r0-r2	13.920	15.326	0.000	0.000
	end nodes r2-r1	21.600	22.663	17.074	17.074
	inter nodes	17.040	21.051	17.143	17.143
DT-RED	end nodes r0-r2	0.000	0.000	0.000	0.000
	end nodes r2-r1	104.503	98.331	16.629	26.983
	inter nodes	64.869	62.606	18.514	23.006
DT-DT	end nodes r0-r2	24.000		0.000	
	end nodes r2-r1	14.263		17.074	
	inter nodes	11.863		17.143	

NewReno+ECN vs. SACK

Goodput [Mb/s]	Red 10%		Adapt RED	
	NR+ECN	SACK	NR+ECN	SACK
	QL=72 pkt			
RED-DT	0.694	0.673	0.699	0.661
DT-RED	0.446	0.408	0.466	0.417
DT-DT	0.699	0.674		
QL=300 pkt				
RED-DT	0.565	0.593	0.565	0.593
DT-RED	0.468	0.432	0.495	0.420
DT-DT	0.565	0.593		

Fairness Index	Red 10%		Adapt RED	
	NR+ECN	SACK	NR+ECN	SACK
	QL=72 pkt			
RED-DT	0.9904	0.9948	0.9963	0.9913
DT-RED	0.9751	0.9966	0.9956	0.9940
DT-DT	0.9870	0.9839		
QL=300 pkt				
RED-DT	0.9964	0.9837	0.9964	0.9837
DT-RED	0.9979	0.9872	0.9910	0.9978
DT-DT	0.9964	0.9837		

Pregled

- Motivacija
 - Teorijska osnova
 - Test platforma
 - Eksperimentalni rezultati
 - Zaključak**
-

Zaključak

- ❑ Bitan uticaj broja aktivnih konekcija
 - ❑ TCP uvek efikasno koristi propusni opseg
 - ❑ TCP i AQM sprečavaju globalnu sinhronizaciju tokova
 - ❑ RED je osetljiv na postavke parametara
 - ❑ DropTail je *pre*osetljiv na opšte stanje u mreži
-

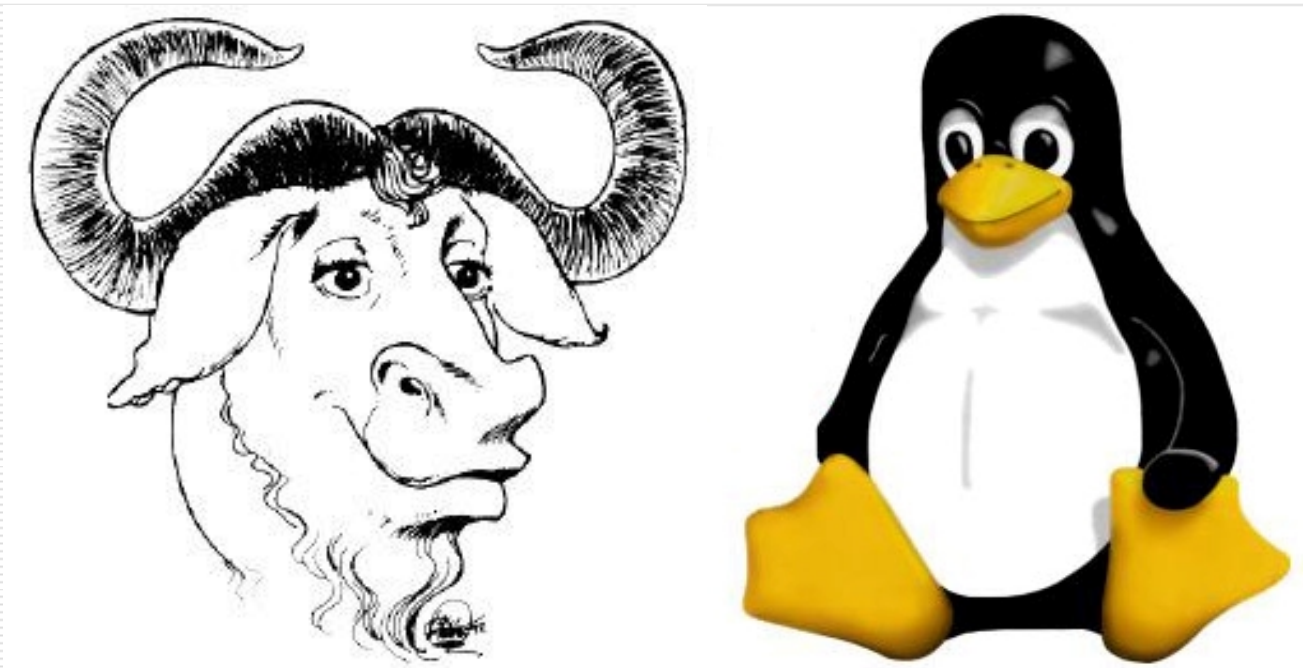
Zaključak

- ❑ NewRENO+ECN se može ponašati bolje nego SACK u agresivnim sredinama
 - ❑ NewReno i SACK imaju slične performanse u realnim sredinama
 - ❑ SACK ne može biti jedina zaštita u sredinama sa velikim P_D
-

Zaključak

- Gentle RED sa $P_D=2\%$ i DropTail su slični
 - Adaptivni RED se ne može adaptirati na sve uslove, ali može "promeniti" stanje mreže
 - ECN
 - povoljno utiče na pravičnost tokova na kojima je primenjen
 - smanjuje drop rate
 - povoljno utiče na konekcije sa različitim kašnjenjem
-

Realizovano na FSF/OpenSource platformi



Hvala !
